

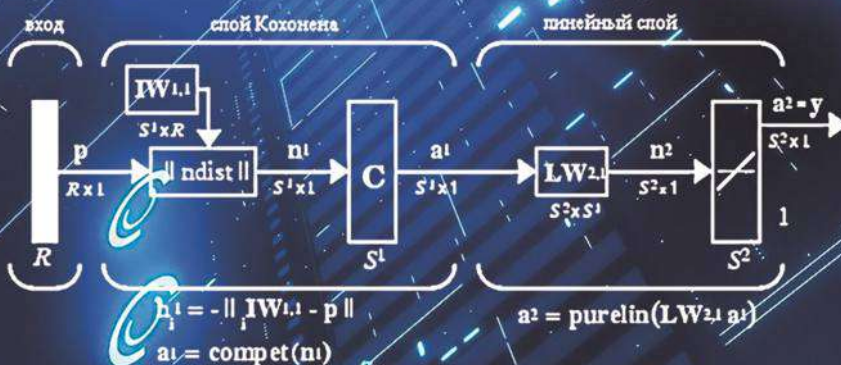
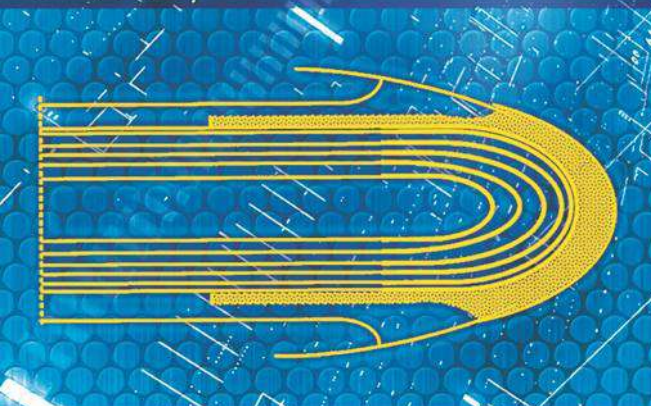
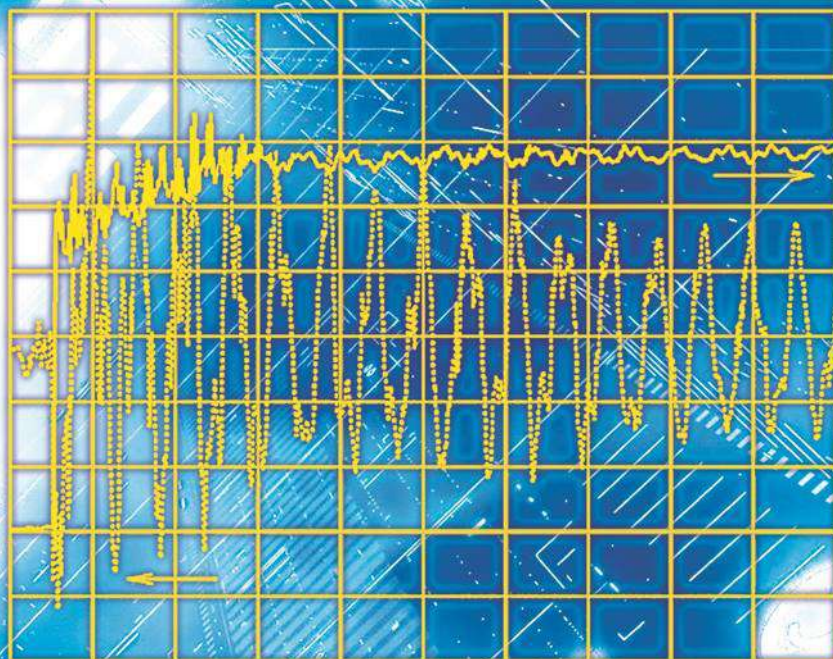


МИНОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
4 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЕЖВИДОВОЙ  
ПОЛИГОН МО РФ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЛИАЛ АГУ В г. ЗНАМЕНСКЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ



## Материалы III Всероссийской научно-практической конференции



# ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАУЧНОЙ РАБОТЫ В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ

г. Знаменск, 16–17 апреля 2020 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Филиал АГУ в г. Знаменске Астраханской области

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
НАУЧНОЙ РАБОТЫ  
В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**

**Материалы III Всероссийской научно-практической конференции**

г. Знаменск, 16–17 апреля 2020 г.

Издательский дом «Астраханский университет»  
2020

УДК 355/359  
ББК 68.49(2Рос)9  
П78

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом  
Астраханского государственного университета

***Редакционная коллегия:***

Багринцева Ольга Борисовна,  
Бориско Сергей Николаевич (гл. редактор),  
Козырьков Роман Владимирович,  
Литвинов Святослав Петрович,  
Лобейко Владимир Иванович,  
Федотова Анна Владиславовна,  
Рыкова Белла Вячеславовна.

**Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России** : материалы III Всероссийской научно-практической конференции (г. Знаменск, 16–17 апреля 2020 г.) / составитель Бориско Сергей Николаевич. – Астрахань : Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2020. – 391 с. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: Intel Pentium 1.6 GHz и более ; 11,9 Мб (RAM); Microsoft Windows XP и выше : Firefox (3.0 и выше) или IE (7 и выше) или Opera (10.00 и выше). Flash Player, Adobe Reader. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

Включены работы участников III Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России», которая была организована и проводилась совместно 4-м Государственным центральным межвидовым полигоном МО РФ с Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Астраханский государственный университет».

Предназначены для научных работников оборонно-промышленного комплекса и научно-педагогических работников вузов, аспирантов, магистров, бакалавров и студентов.

ISBN 978-5-9926-1228-8

© Астраханский государственный университет,  
Издательский дом «Астраханский университет», 2020  
© Бориско С. Н., составление, 2020  
© Сезганова Т. А., дизайн обложки, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
----------------	---

### СЕКЦИЯ № 1

<b>Кислов О. В., Литвинов С. П.,</b> Научные школы 4 Государственного центрального межвидового полигона Министерства обороны Российской Федерации .....	9
<b>Бориско С. Н.</b> Проектные методы обучения в подготовке бакалавров по инженерным направлениям .....	17
<b>Баштанник Н. А., Баштанник А. Н., Светличкина Т. Н.</b> Имитационное моделирование для испытаний зенитных ракетных систем .....	24
<b>Белухин В. С., Духнова С. И., Шарлай Д. В.</b> Концепция применения трёхмерного проектирования и моделирования с применением Fdm технологии в изобретательской научной деятельности .....	29
<b>Бондаренко А. Ю., Нагаев Р. К., Понамаренко А. А.</b> Обоснование технического облика беспилотных авиационных комплексов как этапа жизненного цикла изделий .....	34
<b>Гаспарян А. С., Савостов А. И.</b> Пыль с полигона .....	40
<b>Головань А. Г., Литвиненко Е. И.</b> Проверка функционирования программных комплексов при переходе на новую программно-аппаратную платформу .....	45
<b>Гончаров А. Н., Асеев А. М., Демченко А. П.</b> Состояние экспериментально-испытательной базы, проблемные вопросы, пути решения, предложения по совершенствованию комплексной испытательной моделирующей установки .....	49
<b>Гончаров Д. И., Павлухин П. В., Гончаров И. Л., Пула В. В.</b> Автоматизация процесса управления авиационными комплексами в ближней зоне .....	55
<b>Грабчак Е. П., Логинов Е. Л.</b> Перестройка управления ОПК России применительно к перспективам потребностей в продукции отрасли для использования в условиях различных стратегических сценариев .....	63
<b>Грибко К. В.</b> Задача автоматизированной подготовки комплексного технического отчёта о состоянии изделия РКТ .....	66
<b>Давыдов С. И., Чулков Д. Н.</b> Разработка методов оценки эффективности применения ЗРК войсковой ПВО в различных помеховых ситуациях при испытаниях на полигонах МО РФ .....	69
<b>Обносков Б. В., Правидло М. Н., Данеко А. И., Мынкин В. А., Коломенцев П. А.</b> Программная реализация научно проработанного алгоритма управления регулятором расхода маршевого топлива для бортового вычислителя тактических ракет с прямоточным воздушно-реактивным двигателем на твёрдом топливе, осуществляющих маршевый полёт на различных высотах .....	74
<b>Дубенков В. Е.</b> Предложения по повышению точности местоопределения системой ГЛОНАСС объектов испытаний на полигонах МО РФ .....	82
<b>Кайдаш А. Ю.</b> Специфика проблемы повышения помехоустойчивости неконтактных взрывательных устройств .....	91

<b>Ковзалов А. А., Ищенко Ю. Г.</b> к вопросу использования возможностей программы MathCad для выделения полезной информации из смешанных и зашумлённых сигналов измерительной аппаратуры.....	95
<b>Коршунов Д. Е.</b> Расчёт траекторных параметров и моделирование стрельбовой обстановки по материалам внутристанционных измерений при проведении испытаний зенитных управляемых ракет малой дальности .....	102
<b>Кравченко А. В., Абраменко М. Г., Попова А. Н.</b> Модель взаимодействия аэродинамических параметров и движущегося тела с окружающей средой в динамической системе .....	108
<b>Кривец М. М.</b> Предложения по совершенствованию методов поиска и устранения неисправностей на объектах испытаний ВВТ .....	112
<b>Лавров А. М.</b> Модель оценки эффективности стрельбы и управления огнём и её использование при проведении исследований .....	119
<b>Леонард А. В., Шурыгин В. А.</b> Проблемы развития научных исследований вузов в интересах ОПК .....	124
<b>Леонтьев Р. В., Кинаш В. А., Идилиева Е. В.</b> Современное состояние имитационного моделирования для испытаний автоматизированных систем управления ПВО НА 4 ГЦМП.....	128
<b>Литвиненко Е. И., Бушков А. В., Шукшин А. Ю., Бирюков В. В.</b> Испытания и использование радиолокационной техники на полигоне .....	132
<b>Мартынов В. А., Шанский А. В.</b> Получение полного полетного времени ракет при испытаниях в нештатных ситуациях с учётом модели распространения ударной волны.....	140
<b>Мугинов А. З.</b> Пассивная защита радиолокационных станций от противорадиолокационных ракет с помощью отвлекающих источников излучения .....	146
<b>Мустафаев Н. Г., Соколов С. П., Глотов А. И., Князев С. А.</b> Предложения по совершенствованию обработки измерений при испытаниях сложных систем .....	151
<b>Мустафаев Н. Г., Гереев М. А., Волков М. В., Шихмагомедова К. Н., Еремеева Э. Н.</b> Способ определения избыточного удлинения оптического волокна.....	156
<b>Мустафаев Н. Г., Глотов А. И., Чиганов А. А., Хлапов В. П.</b> Комбинированный метод оценивания комплексных характеристик сложных систем .....	160
<b>Мустафаев Н. Г., Колесников В. С., Гереев М. А., Грачев В. И., Брянцев А. В.</b> Анализ программного обеспечения для определения повреждённых участков волоконно-оптических линий связи.....	163
<b>Мустафаев Н. Г., Погребняк И. С., Пыханцев Д. В., Кондратьева Е. В.</b> Современный подход к разработке эксплуатационной документации в виде интерактивных технических руководств .....	168
<b>Непомнящих М. В., Бобровский И. П., Ложкин С. Р.</b> Алгоритм объединения координатной информации двух РЛС.....	172
<b>Никулин Д. А.</b> Использование измерительной информации бесплатформенных инерциальных навигационных систем для оценки лётно-технических характеристик управляемых летательных аппаратов .....	176

<b>Павлов Ю. В.</b>	
Неопределённости при оценке риска работ с аварийными ядерными боеприпасами .....	181
<b>Полтавец М. Б., Ныркова М. А., Ненашева И. М.</b>	
Возможности применения методов «нулевой» обработки ТМИ .....	190
<b>Попова Н. Ю., Тургенев В. А.</b>	
о рейтинговой оценке научно-педагогических работников высших учебных заведений .....	195
<b>Потоцкий С. В., Ветюгов В. А.</b>	
Определения параметров выхода ракеты из транспортно-пусковой установки с использованием дальномерно-пространственной угловой схемы наблюдения .....	201
<b>Рамазанов М. А.</b>	
к вопросу обеспечения безопасности работ при проведении испытаний перспективных РК СН и их элементов. Проблемные вопросы и пути их решения .....	206
<b>Руф Р. А.</b>	
Проблемы подготовки военных научных кадров в гражданских вузах Российской Федерации .....	211
<b>Свиридова А. Н., Золоев М. С., Сахнова З. Б., Якименко М. Ю.</b>	
Современный взгляд на организацию хранения и транспортировку вещевого имущества персонала ВС РФ .....	214
<b>Старусев А. В.</b>	
Анализ информационного фрагмента поведенческой системы .....	217
<b>Тесленко Е. А., Баранчук Н. А., Тесленко Д. В., Екимова М. Ю.</b>	
Анализ существующего научно-методического обеспечения определения траектории .....	220
<b>Тулаев В. В., Семке А. А., Маслова О. В.</b>	
Оптико-электронная станция «Вереск»: влияние дальномерной информации на точность определения угловых координат .....	225
<b>Тургенев В. А., Уральсков В. А.</b>	
Подходы к формированию элементно-независимой базы аппаратной составляющей учебно-тренировочных средств .....	230
<b>Бирик А. К., Князев С. А., Харченко Н. А.</b>	
Особенности применения инструментария кроссплатформенной библиотеки Qt для работы с базами данных при создании информационной системы полигонных испытаний .....	235
<b>Чистов К. С., Рамазанов М. А.</b>	
Исследование возможности использования автоматизированных компьютерных систем на ранних этапах проектирования в ракетно-космической отрасли .....	240
<b>Шевченко А. Г.</b>	
Определение характера воздействия поля аварийного взрыва боеприпаса при групповом хранении в стационарном хранилище .....	243
<b>Абрашев К. Ю., Мартынов О. А. Гончаров А. М.</b>	
Возможность применения беспилотных летательных аппаратов при проведении испытательных работ на 4 ГЦМП МО РФ .....	247
<b>Бердюгин С. Ю., Митрахович В. А.</b>	
Процесс формирования групповых и индивидуальных нормативов для оценки уровня профессиональной подготовки курсантов .....	253
<b>Богданенко А. С.</b>	
Обработка результатов и выработка решений при испытаниях вооружения и военной техники .....	260
<b>Дементьев Ю. Ю., Лобач Ю. И.</b>	
Предложения по реализации гендерного подхода в военно-педагогическом процессе воинской части .....	264

<b>Князев С. А., Ижбердеева Ю. Д., Борисов А. И.</b>	
Особенности влияния психоэмоционального состояния оператора АРМ на выполнение боевой работы на КП АСУ войск ВКС.....	268
<b>Кобзарь А. А., Литвинов С. П., Устинов А. С.</b>	
Метод динамических связей – новое направление в исследовании состояния динамических систем.....	271
<b>Лобейко В. И., Бибик А. К., Кузнецов А. Г., Харченко Н. А.</b>	
Динамическая модель траектории полёта зенитной управляемой ракеты на пристартовом участке .....	275
<b>Монастырева Л. Н.</b>	
Об управленческом цикле по достижению поставленной цели.....	278
<b>Мухин А. В.</b>	
Анализ процессов полета объектов в атмосфере и сопутствующие им информационные признаки .....	281
<b>Пирухин В. А., Панков Б. Б., Булычев С. Н., Терентьев Н. С.</b>	
Методика оценивания энергетического потенциала радиолокационной станции траекторных измерений .....	286
<b>Ребриков Г. И., Устинов А. С.</b>	
Использование современных технологий для совершенствования полигонного измерительного комплекса .....	293
<b>Савушкин Н. И.</b>	
Особенности проведения оперативно-тактических расчётов в задачах управления .....	299
<b>Селезнев М. Е.</b>	
Использование метода фрагментирования информации при разработке средств обучения в высших военных учебных заведениях .....	301
<b>Семрак А. В.</b>	
Совершенствование частотно-временного обеспечения испытаний ВВСТ на измерительном полигоне .....	303
<b>Хетчиков Д. М., Панков Б. Б., Пилипенко Л. В., Старков А. В.</b>	
Методический подход к оцениванию ошибок определения координат обнаружения космических объектов в ходе испытаний современных радиолокационных станций.....	306
<b>Хлебников С. Г., Привалов А. Е., Горемыкин И. А.</b>	
Концептуальная модель информационной системы подготовки испытательных расчётов космодрома.....	316
<b>Шкляев А. М.</b>	
Перспективы применения пневматических аккумуляторов энергии в системах электроснабжения военного назначения .....	320

## СЕКЦИЯ № 2

<b>Багринцева О. Б., Зобнина О. А.</b>	
Линвокультурный образ «мать» в условиях кризиса в современном российском социуме .....	325
<b>Жукова Ю. В.</b>	
Английская аббревиация в сфере военно-морского флота .....	329
<b>Колоколова Н. М.</b>	
Терминопатия: дорожная карта.....	332
<b>Муханалиева А. А., Елесина А. Е., Балжанова А. М.</b>	
Организация самостоятельной работы студентов при изучении иностранного языка .....	335
<b>Симоненко М. А., Кривых Л. Д.</b>	
К вопросу о типологии читателей в эпоху постграмотности .....	338

<b>Абдуллаева Н. И.</b>	
Метод проектов как средство интеграции образовательного процесса в дошкольной образовательной организации .....	343
<b>Акмамбетова М. Е., Сисекенова А. У.</b>	
Становление дистанционной формы обучения .....	347
<b>Воронцова Т. В., Рыкова Б. В.</b>	
Роль и проблемы семейного воспитания детей школьного возраста .....	350
<b>Горбачева В. В.</b>	
Формирование основ культуры здорового образа жизни у младших школьников .....	353
<b>Гроховская И. А.</b>	
Использование поэтических жанров при формировании языковой компетенции .....	356
<b>Грошева Л. И.</b>	
Особенности формирования установок в сфере военно-научной профессиональной самореализации курсантов.....	360
<b>Дементьев Ю. Ю.</b>	
Образовательное пространство как основа формирования социокультурных и духовно-нравственных ценностей.....	363
<b>Истомин В. В., Наумов С. А.</b>	
О введении в образовательных организациях высшего образования новых дисциплин военной подготовки .....	366
<b>Истомин В. В., Филиппов М. И.</b>	
Современные особенности развития системы военной подготовки в гражданских вузах .....	372
<b>Селедцова В. Н.</b>	
Работа по предупреждению типичных ошибок в письменной научной речи иностранных адъюнктов на занятиях по русскому языку .....	380
<b>Соколова С. В.</b>	
Формирование читательского интереса у младших школьников на уроках литературного чтения .....	384
<b>Шилова И. В.</b>	
Проблемы подготовки будущих воспитателей в условиях высшей школы .....	387



## ВВЕДЕНИЕ



В данном сборнике представлены материалы III Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России», которая была организована и проводилась совместно 4-м Государственным центральным межвидовым полигоном МО РФ с Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования (ФГБОУ ВО) «Астраханский государственный университет».

К сожалению, из-за карантинных ограничений, вызванных пандемией коронавируса, участники конференции не смогли собраться в одном месте для обсуждения насущных проблем. Конференция проводилась в дистанционном режиме допуска.

В работе конференции приняло участие более 170 авторов. По результатам работы представлено 80 докладов для опубликования.

Среди авторов от ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» – 3 доктора наук, все имеют ученое звание «профессор»; 11 кандидатов наук, из них 8 имеют ученое звание «доцент»; в том числе от филиала АГУ в г. Знаменске – 3 доктора наук, все имеют ученое звание «профессор», 6 кандидатов наук, из них 4 имеют ученое звание «доцент».

4-й ГЦМП МО РФ представлен 2 докторами наук, имеющими ученое звание «профессор» и «доцент» соответственно, и 9 кандидатами наук, 3 из которых имеют ученое звание «доцент».

Иные организации, принявшие участие в работе конференции, представлены 7 докторами наук, 4 из которых имеют ученое звание «профессор» и 1 – ученое звание «доцент», и 12 кандидатами наук, 5 из которых имеют ученое звание «доцент».

География участников – это города: Анапа, Астрахань, Балашиха, Волгоград, Знаменск, Королёв, Краснодар, Москва, Санкт-Петербург, Смоленск, Тюмень, Череповец.

## СЕКЦИЯ № 1



по направлениям:

05.00.00 Технические науки,

20.00.00 Военные науки.

Руководитель – доктор технических наук, профессор Лобейко В. И.

УДК 001.891

### НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ 4 ГОСУДАРСТВЕННОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕЖВИДОВОГО ПОЛИГОНА МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Кислов О. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Литвинов С. П.,**

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье описаны сформированные на 4 Государственного центрального межвидового полигона Министерства обороны Российской Федерации научные школы, их направленность, особенности и инновационные подходы.

**Ключевые слова:** научная школа, испытания, методология, метод, модель, производственно-фреймовая вероятностная модель, метод динамических связей, траекторные измерения, оптико-электронных средств измерений.

Одной из основных задач научной работы в Вооруженных силах Российской Федерации является подготовка научных кадров.

Порядок организации и осуществления образовательной, методической и научной деятельности в области подготовки научных кадров в интересах обороны государства определен приказом Министра обороны Российской Федерации от 2014 года № 670 «О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 2012 года «273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Согласно данному приказу подготовка научных кадров осуществляется по образовательным программам военного образования в рамках адъюнктуры и докторантуры.

В штате полигона адъюнктура и докторантура отсутствуют, поэтому подготовка научных кадров для полигона осуществляется в следующих формах:

- заочное обучение в адъюнктуре высших военных учебных заведений;

- прикрепление для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре высших военных учебных заведений, центральных научно-исследовательских институтах, предприятий оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации;

- заочное обучение в аспирантуре гражданских высших учебных заведений на платной основе.

В настоящее время на полигоне проходят службу 53 соискателя ученой службы, из них 10 проходят обучение в заочной адъюнктуре и 43 прикреплены для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров.

Вне зависимости от формы подготовки все соискатели ученой степени сталкиваются с одной и той же проблемой – это выбор темы диссертационных исследований.

На полигоне создан штатный научно-методический совет для оказания помощи соискателям ученой степени. В состав научно-методического совета входят сотрудники полигона, которые являются дипломированными учеными. Но научно-методический совет работает с соискателями ученой степени, которые уже официально прикрепилась и выбрали тему диссертационного исследования. Поэтому потенциальный соискатель ученой степени на этапе принятия решения, заниматься ему диссертационными исследованиями или нет, предоставлен сам себе. В результате он вынужден взять тему диссертационных исследований, предложенную научным руководителем сторонней организации, как правило, не имеющую отношения к исследованиям и испытаниям, проводимым на полигоне.

Для любого научного руководителя гораздо лучше, когда соискатель уже занимается исследованием какой-нибудь научной задачи или проблемы, имеет соответствующие теоретические знания в той или иной научной области. При этом следует отметить, что в диссертационных советах особенно приветствуются работы, связанные с испытанием вооружения военной и специальной техники, где наряду с теоретическими исследованиями присутствует практическая составляющая.

Сегодня уже можно говорить о сформировавшихся на полигоне трех научных школах, то есть о коллективах дипломированных ученых и соискателях ученой степени, которые в ходе общения друг с другом обмениваются знаниями, идеями, обсуждают результаты испытаний и исследований, чем способствуют решению существующих научных задач и проблем в организации и проведении испытательных работ на полигоне, а также развитию новых представлений в области науки.

Доктор технических наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского испытательного центра средств противовоздушной обороны межвидового назначения Лобейко Владимир Иванович создал на 4 ГЦМП МО РФ свою научную школу, основная направленность которой заключается в разработке и реализации методологии одновременного испытания систем обороны и систем нападения на межвидовых полигонах [1]. Основными составляющими этой инновационной методологии являются:

1. Продукционно-фреймовая вероятностная модель системы полигонных испытаний для одновременного испытания систем обороны и систем нападения в условиях их непосредственного противодействия, в которой обеспечивается учет ресурсных ограничений.

2. Метод синтеза рациональной структуры системы полигонных испытаний, обеспечивающей одновременное испытание системы обороны и системы нападения в условиях их непосредственного противодействия.

3. Метод минимизации влияния случайных составляющих погрешностей измерений.

4. Методы компенсации систематических погрешностей измерений.

5. Однопунктный метод определения траекторных параметров взаимного положения воздушных объектов систем обороны и систем нападения по одному совместному видеокадру, полученному с одной видеокамеры.

6. Фреймовые модели информационных моделей событийных картин эксперимента.

7. Фреймовые модели диалога в процессе событийной обработки и анализа данных полигонных испытаний.

Методология основана на одновременном испытании в рамках группировок систем обороны и систем нападения на межвидовом полигоне в реальном дуэльном эксперименте. Эта методология исключает в принципе возможность получения вероятности выполнения боевой задачи обеими испытываемыми системами в сумме, превышающей единицу. Эта единица распределяется между испытываемой системой обороны или испытываемой системой нападения в единичном дуэльном эксперименте и образует полную группу событий по серии однотипных экспериментов.

Ядро методологии составляют продукционно-фреймовая вероятностная модель системы полигонных испытаний, фреймовые модели информационных моделей событийных картин эксперимента, а также фреймовые модели диалога в процессе событийной обработки и анализа. Реализация такой методологии позволяет создать инновационную систему полигонных испытаний, схема которой представлена на рисунке 1.

Под научным руководством профессора В. И. Лобейко и непосредственном участии его учеников, в рамках реализации этой инновационной методологии, разработаны десятки аппаратно-программных комплексов для сбора, обработки, моделирования, отображения и анализа данных полигонных испытаний при испытаниях многих образцов ВВТ Воздушно-космической обороны, в том числе ЗРС серии С-300, С-400, «Печора-2», ЗРПК БД «Панцирь-С1» и других. Опубликовано более 500 научных трудов, в том числе 15 научных монографий и учебников. Список научных трудов профессора Лобейко В.И. составляет более 300, в том числе 5 научных монографий и учебников.

Доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник полигона Кобзарь Александр Антонович разработал свою научную школу.

В существующем методическом обеспечении процесса анализа результатов испытательного пуска основное внимание уделяется определению оценки одного параметра, или переходя к терминологии теории систем, отдельного элемента системы без учета отношений (или связей) между элементами системы. В исследованиях Кобзаря Александра Антоновича впервые создана математическая модель измеряемой динамической системы с учетом связей между любыми её элементами.

Такой принципиально новый подход к решению задачи анализа состояния динамической системы, основанный на исследовании ее структуры, включающей по определению и элементы системы, и отношения между ними получил название метода динамических связей [2].

Основой указанного метода является понятие коэффициента динамических связей двух взаимосвязанных характеристик – количественной характеристики отображений элементов системы, а именно отношение одного параметра к другому, нормированных по среднему:

$$q_{ij} = \left[ \frac{x_i}{x_{i\text{ср}}} / \frac{x_j}{x_{j\text{ср}}} \right]$$

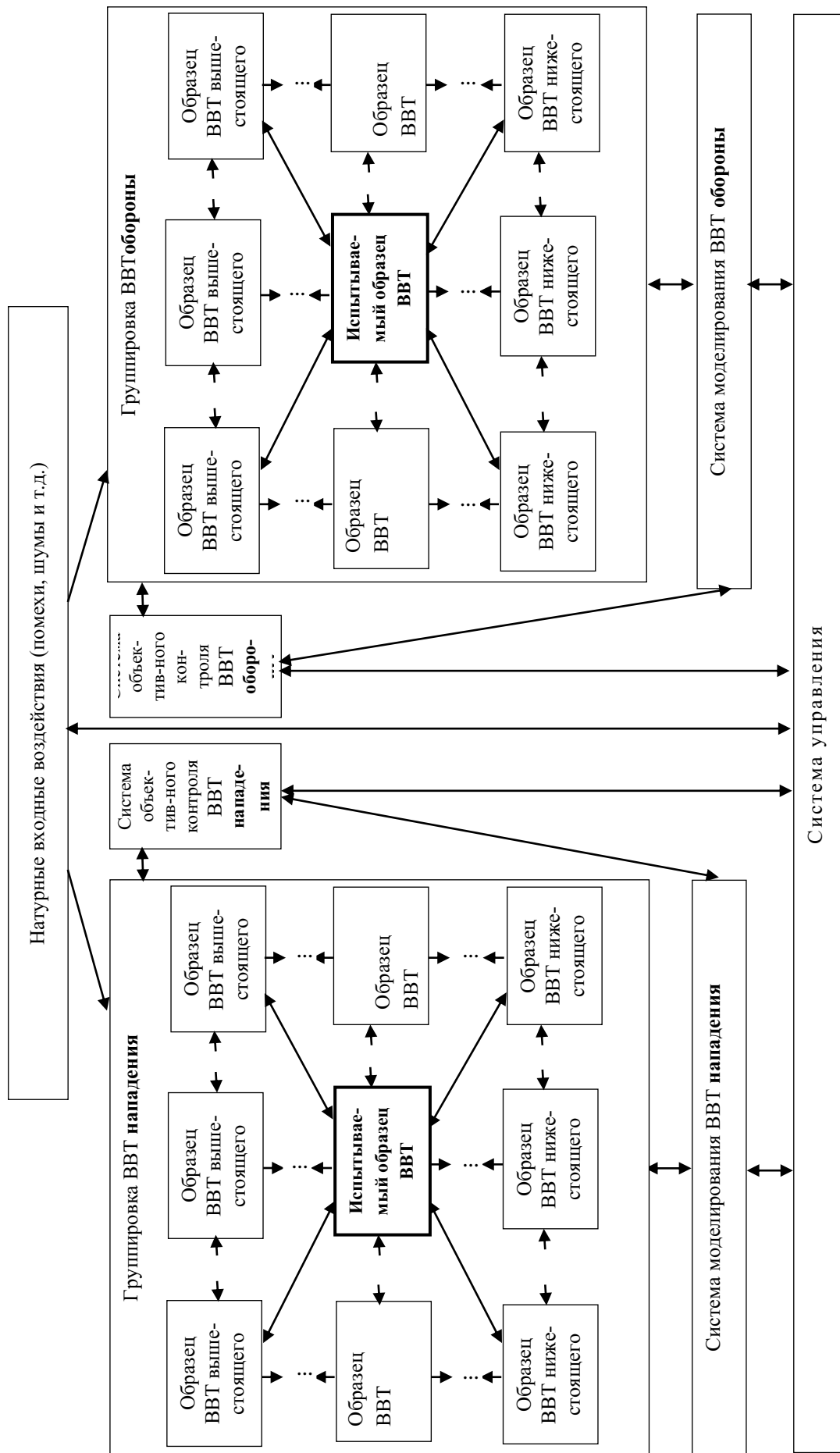


Рис. 1. Реализация метода одновременного испытания ВВТ обороны и ВВТ нападения



На рисунке 2 схематично представлено изменение состояния динамической системы. Как видно из приведенного рисунка, коэффициент динамической связи – это характеристика расстояния в метрическом пространстве между двумя элементами динамической системы.

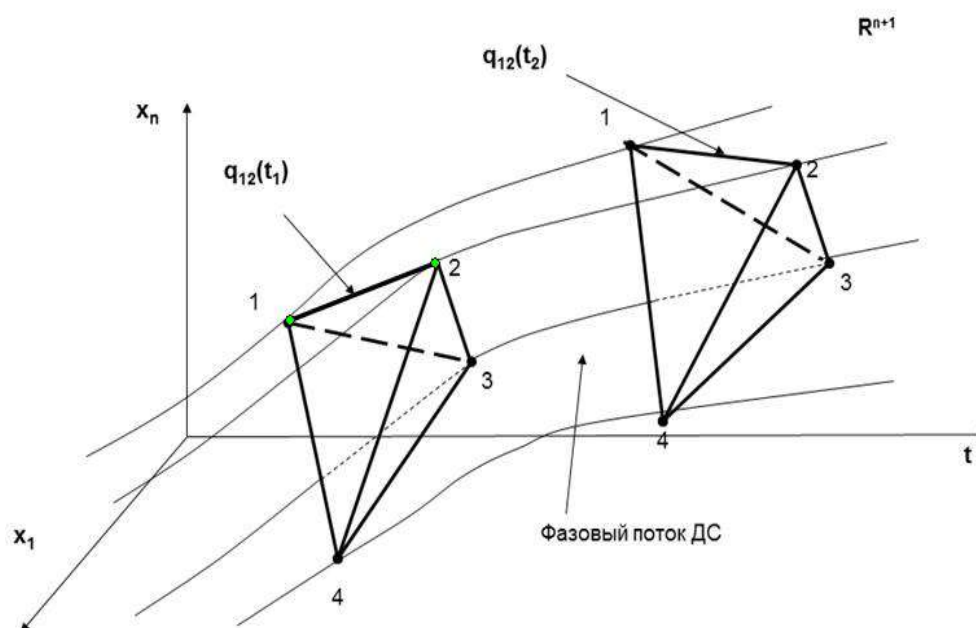


Рис. 2. Изменение состояния динамической системы

Данный коэффициент обладает уникальными свойствами позволяющими решать ряд прикладных задач, таких как:

- определение устойчивости функционирования динамической системы;
- определение причин нештатной ситуации с использованием критерия устойчивости;
- восстановление оценок параметра при отсутствии результатов его измерений;
- чистовая отбраковка аномальных измерений оценивания при наличии систематических составляющих погрешностей результатов обработки измерительной информации.

В 2013 году диссертационные исследования Кобзаря Александра Антоновича признаны лучшей научной работой в Вооруженных силах Российской Федерации и отмечены грамотой Министра обороны Российской Федерации.

В настоящее время метод динамических связей активно применяются при проведении научно-исследовательских работ по разработке автоматизированной системы оценки и анализа ЛТХ СБО РКСН при проведении летных испытаний, в диссертационных исследованиях по вопросам оценки и анализа параметров летательных аппаратов. Результаты исследований неоднократно представлялись на научно-технических конференциях различного уровня и получили положительную оценку.

Старший научный сотрудник научно-испытательного центра измерений, математической обработки и информационного обмена Ветюгов Владимир Андреевич создал свою научную школу.

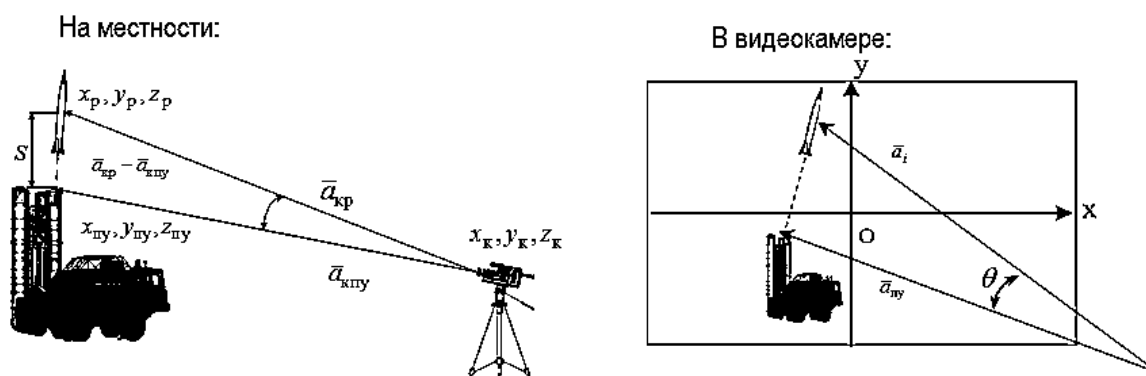
Свыше 90 % летных испытаний ракетных комплексов РВСН, ПВО, СВ, РСЗО приходится на испытания боевых частей ракет (фугасных, кассетных со спец. зарядом) на конечных участках траекторий в необорудованных измерительными средствами районах испытаний.

На 4 ГЦМП для проведения траекторных измерений в таких условиях разработана и внедрена технология на базе мобильных широкоугольных оптико-электронных средств измерений [3]. При этом совершен научный прорыв в направлении измерений и обработки информации на фоне опорных ориентиров. Традиционная модель измерения угловых координат базируется на результате двух типов преобразования положения объекта в пространстве:

- преобразование в оптическом канале и отображение на оптико-электронной матрице;
- обратное математическое преобразование линейных координат изображения объекта на матрице в угловые пространственные координаты объекта (азимут, угол места). При этом требуется обязательное определение углов положения оптической оси камеры в пространстве (азимута, угла места) и угла поворота снимка (видеокадра) вокруг оптической оси.

Векторная и аналитическая формы модели в центральной проекции (на снимке) и в пространстве для определения скорости выброса ракеты из пусковой установки представлены на рисунке 3.

### Ситуационная схема



### Векторная форма модели

$$|\vec{a}_{кр} - \vec{a}_{кпу}|^2 = (|\vec{a}_{кр}|)^2 + (|\vec{a}_{кпу}|)^2 - 2 \cdot \cos\theta \cdot |\vec{a}_{кр}| \cdot |\vec{a}_{кпу}|$$

$$\cos\theta = \frac{\vec{a}_{икпу} \cdot \vec{a}_{икр}}{|\vec{a}_{икпу}| \cdot |\vec{a}_{икр}|}$$

### Аналитическая форма модели

$$S^2 = D_{кр}^2 + D_{кпу}^2 - 2 \cdot \cos\theta \cdot D_{кр} \cdot D_{кпу}$$

$$\cos\theta_u = \frac{x_{кпу} \cdot x_p + y_{кпу} \cdot y_p + F^2}{\sqrt{x_{кпу}^2 + y_{кпу}^2 + F^2} \cdot \sqrt{x_p^2 + y_p^2 + F^2}}$$

где  $D_{кр} = |\vec{a}_{кр}|$  - расстояние до ракеты;

$D_{кпу} = |\vec{a}_{кпу}|$  - расстояние до верхнего

среза ПУ;

$\theta$  - пространственный угол между ПУ и ракетой.

где  $F$  - фокусное расстояние до объектива;

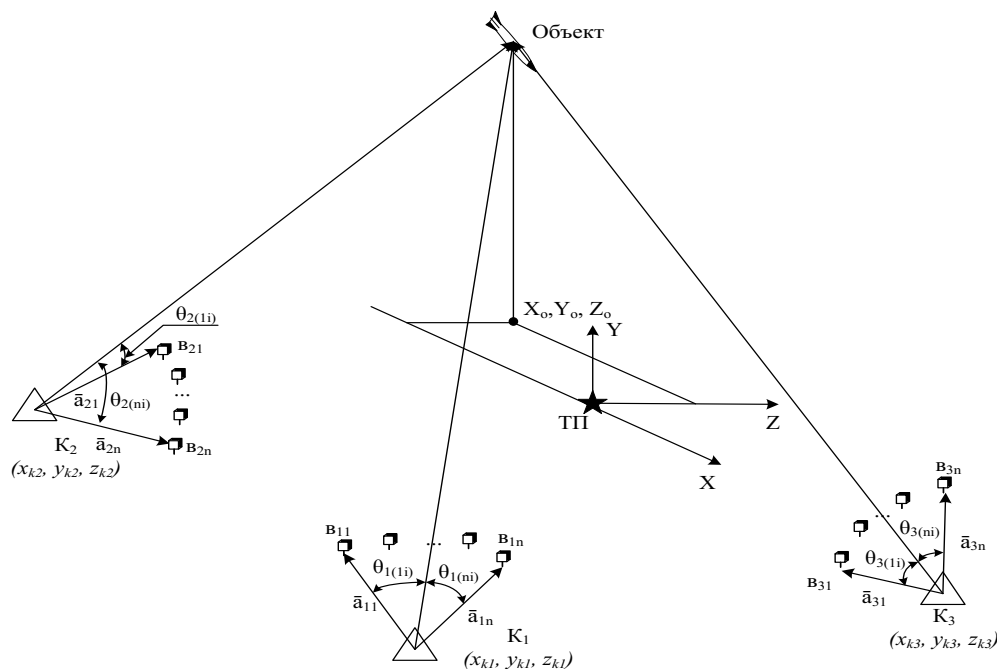
$x_{кпу}, x_p, y_{кпу}, y_p$  - картинные координаты объектов;

Рис. 3. Математическая модель дальномерно-пространственно-углового определения взаимного положения объектов испытаний без использования опорных ориентиров

Разработанная модель позволяет определять пространственные координаты объекта прямым пересчетом картинных координат видеокадра в пространственные координаты объекта через косинусы

пространственных углов между векторами направлений на опорный ориентир и объект. Векторная и аналитическая формы модели определения координат объекта в пространстве представлены на рисунке 4.

### Ситуационная схема на местности



### Векторная форма модели

$$\cos \theta_{\Pi(K,i,j)} = \frac{\vec{a}_{K,j} \cdot \vec{a}_{0(K,i)}}{|\vec{a}_{K,j}| \cdot |\vec{a}_{0(K,i)}|}$$

$$\cos \theta_{И(K,i,j)} = \frac{\vec{a}_{K,j} \cdot \vec{a}_{0(K,i)}}{|\vec{a}_{K,j}| \cdot |\vec{a}_{0(K,i)}|}$$

где  $\vec{a}_{K,j}$ ;  $\vec{a}_{0(K,i)}$  – векторы направлений с центра проекции на изображения объекта испытаний на  $i$ -й момент времени в  $K$ -ой камере и на изображение  $j$ -ой вехи (опорного ориентира)  $K$ -ой камеры измерительного поста.

$K = 1, 2, 3 \dots m$  – номер измерительного поста;  $m$  – количество постов;  $i$  – полетное время;

$j = 1, 2, 3 \dots n$  – номер вехи (опорного ориентира)  $K$ -го измерительного поста;  $n$  – число опорных ориентиров поста.

Рис. 4. Математическая модель дальноммерно-пространственно-углового определения взаимного положения объектов испытаний с использованием опорных ориентиров

Научная новизна заключается в том, что не требуется определения:

- традиционных параметров ориентирования оптической оси камеры (азимута, угла места) и угла поворота снимка вокруг оптической оси;
- азимута, угла места направления визирной линии с точки стояния камеры на объект.

Под научным руководством Ветюгова Владимира Андреевича разработан ряд методик определения траекторий полета объектов испытаний на конечном участке полета при испытаниях образцов ВВТ

в интересах всех видов и родов войск Вооруженных Сил Российской Федерации. Защищены диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, опубликованы десятки научных трудов.

Таким образом, учитывая сформировавшиеся на полигоне научные школы, заместители начальников центров по научно-испытательной работе, начальники управлений, отделов, лабораторий, члены научно-методического совета полигона должны владеть проблематикой испытаний вооружения военной и специальной техники на полигоне, знать тематику проводимых исследований на полигоне по совершенствованию научно-методического обеспечения испытаний, модернизации и развитию экспериментально-испытательной базы полигона, чтобы суметь заинтересовать потенциального соискателя ученой степени заниматься диссертационными исследованиями, непосредственно связанными с полигоном.

### **Библиографический список**

1. Лобейко В. И. Современные подходы к организации испытаний сложных систем. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2006. – С. 332.

2. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Кобзарь А. А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения : монография. – М. : Радиотехника, 2018. – Кн. 1. – С. 360.

## ПРОЕКТНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

**Бориско С. Н.,**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой математики и информатики,  
заведующий учебно-научной лабораторией «Проектные методы обучения»,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье анализируются проблемы подготовки бакалавров по инженерным направлениям. Оцениваются потребности рынка труда в ИТ-специалистах. Дается краткая история возникновения метода проектов в обучении, его значимость для студента и преподавателя. Раскрываются особенности метода телекоммуникационных проектов, как разновидности метода проектов, организации проектного обучения (ПО) в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет». Оцениваются учебные (конкурсные) студенческие проекты в филиале АГУ в г. Знаменск.

**Ключевые слова:** метод проектов, научная работа, подготовка инженерных кадров, проект, проектное обучение.

Современное общество с развитием рыночных отношений выдвигает новые требования к образованию и профессиональному самоопределению студентов. В связи с этим, обществу стали необходимы люди, способные к саморазвитию, к принятию нестандартных решений, к умению ориентироваться в быстро растущем информационном потоке. В этом ключе основная цель высшего образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности и отвечающего требованиям профессиональных стандартов, требованиям рынка труда к специалистам соответствующего профиля.

Сегодня будущему специалисту недостаточно одних только теоретических знаний – бурно развивающаяся наука приводит к их стремительному устареванию. Конкурентоспособность на рынке труда зависит от активности человека, гибкости его мышления, способности к совершенствованию своих знаний и опыта. Умение успешно адаптироваться к постоянно меняющемуся миру является основой социальной успешности – этому должно учить сегодня любое образовательное учреждение.

По итогам исследования в 2019 г., основные факторы мотивации деятельности совпадают у ИТ-специалистов с россиянами в целом. Однако наблюдаются некоторые отличия:

- в негативной оценке места работы у ИТ-специалистов присутствует фактор организации работы (жесткие правила, большое количество регламентов, совещаний), который не встречается у других профессиональных сфер;
- для ИТ-специалистов гораздо более важны, чем для россиян в целом, возможность внедрять/применять современные технологии (28 % респондентов), интересные, важные задачи (47 %), возможности обучения и развития (43 %);
- в ИТ-направлении тенденция гибкости организации труда, баланса работы и личной жизни проявляется куда более ярко, чем среди россиян в целом;



- в сравнении с россиянами в целом, ИТ-специалисты более заинтересованы в опционных программах (19 % респондентов) и содействии в релокации (18 %);

- больше всего ИТ-специалистов демотивируют однообразные, низкой значимости задачи (66 %).

По данным исследования IDC на ноябрь 2019 г. [5] определены навыки ИТ-специалистов, наиболее актуальные в России и странах Центральной и Восточной Европы, сейчас и в перспективе на ближайшие 2–3 года:

- автоматизация и роботизация процессов;
- анализ больших данных;
- информационная безопасность и защита данных;
- использование приложений для совместной работы;
- ИТ-архитектуры и переход на новые архитектуры (например, облачные);
- мобильность;
- нетворкинг.

Не секрет, что деятельность любой компании – это в той или иной степени деятельность ее ИТ-организации. На информационных технологиях базируются бизнес-процессы, коммуникации, производство, логистика и сервисы. А значит, очевидна необходимость цифровой трансформации бизнеса для того, чтобы добиться конкурентного преимущества и роста. Внедрение инноваций невозможно, если оно не подкреплено повышением квалификации сотрудников и культуры взаимодействия».

Специальностей на рынке ИТ очень много. Составляя топ наиболее востребованных специальностей (рис. 1), в основу была положена ориентация на то, как сами работодатели формулируют, кого они ищут на рынке труда.

#### Самые востребованные ИТ-специальности

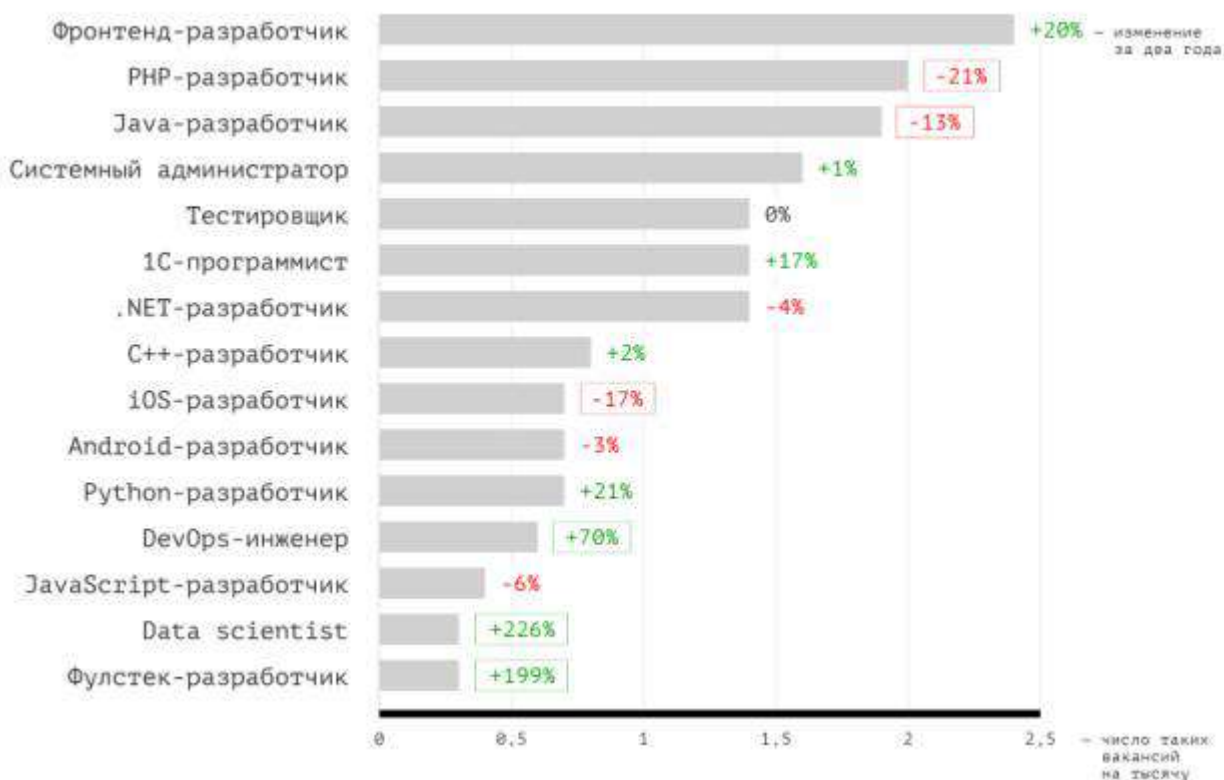


Рис. 1. Соотношение востребованности ИТ специалистов на рынке труда

Метод проектов – не новое явление в педагогике. Он применялся и в отечественной дидактике (особенно в 20–30-е гг.), и в зарубежной. В последнее время этому методу уделяется пристальное внимание во многих странах мира. Первоначально его называли *методом проблем* и связывался он с идеями гуманистического направления в философии и образовании, разработанными американским философом и педагогом Дж. Дьюи, а также его учеником В. Х. Килпатриком («Метод проектов», 1918 г.) [6]. В России метод проектов был известен ещё в 1905 г. Под руководством С. Т. Шацкого работала группа российских педагогов по внедрению этого метода в образовательную практику. После революции метод проектов применялся в советских школах по личному распоряжению Н. К. Крупской.

Проектный метод обучения – это метод, направленный на развитие творческих и познавательных процессов, критического мышления, умения самостоятельно получать знания и применять их в практической деятельности, ориентироваться в информационном пространстве. Одной из особенностей метода проектов можно назвать то, что он ориентирован на самостоятельную деятельность учащихся, организованную в виду индивидуальной, парной или групповой работы, выполнение которой ограничено конкретным временным отрезком. Проектный метод обучения предполагает осуществление работы не только над осознанием какой-то проблемы, но и над процессом ее раскрытия. Самостоятельная деятельность учащихся направлена на поиск и усвоение учебной информации. От учащегося требуется спланировать действия работы над решением проблемы, сформулировать гипотезу и замысел решения, четко распределить роли, если работа осуществляется в группе, описать задание для каждого члена и условия взаимодействия. Метод проектов органично сочетается с методом сотрудничества в обучении.

Метод проектов всегда предполагает решение какой-то проблемы. Решение проблемы предусматривает, с одной стороны, использование совокупности, разнообразных методов, средств обучения, а с другой, предполагает необходимость интегрирования знаний, умений применять знания из различных областей науки, техники, технологии, творческих областей. Результаты выполненных проектов должны быть, что называется, «осозаемыми», т. е., если это теоретическая проблема, то конкретное её решение, если практическая – конкретный результат, готовый к использованию (на лабораторных, семинарских занятиях, в практике, в реальной жизни).

Если говорить о методе проектов как о педагогической технологии, то эта технология предполагает совокупность исследовательских, поисковых, проблемных методов, творческих по самой своей сути.

Тематика проектов может касаться какого-то теоретического вопроса учебной программы с целью углубить знания отдельных учеников по этому вопросу, дифференцировать процесс обучения. Чаще, однако, темы проектов относятся к какому-то практическому вопросу, актуальному для практической жизни и, вместе с тем, требующему привлечения знаний учащихся не по одному предмету, а из разных областей, их творческого мышления, исследовательских навыков. Таким образом, кстати, достигается вполне естественная интеграция знаний.

Разновидностью метода проектов является *метод телекоммуникационных проектов*. Под учебным телекоммуникационным проектом [3] мы понимаем совместную учебно-познавательную, творческую или игровую деятельность учащихся-партнеров, организованную на основе компьютерной телекоммуникации, имеющую общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленную на достижение общего результата деятельности.

Специфика телекоммуникационных проектов состоит, прежде всего, в том, что они по самой своей сути всегда межпредметны. Решение проблемы, заложенной в любом проекте, всегда требует привлечения интегрированного знания. Но в телекоммуникационном проекте, особенно международном, требуется, как правило, более глубокая интеграция знания, предполагающая не только знание

собственно предмета исследуемой проблемы, но и знания особенностей национальной культуры партнера, особенностей его мироощущения.

Тематика и содержание телекоммуникационных проектов должны быть такими, чтобы их выполнение совершенно естественно требовало привлечения свойств компьютерной телекоммуникации. Другими словами, далеко не любые проекты, как бы интересны и практически значимы они ни казались, могут соответствовать характеру телекоммуникационных проектов. Телекоммуникационные проекты оправданы педагогически [3] в тех случаях, когда в ходе их выполнения:

- предусматриваются множественные, систематические, разовые или длительные наблюдения за тем или иным природным, физическим, социальным и прочими явлением, требующие сбора данных в разных регионах для решения поставленной проблемы;
- предусматривается сравнительное изучение, исследование того или иного явления, факта, события, происшедших или имеющих место в различных местностях для выявления определенной тенденции или принятия, решения, разработки предложений;
- предусматривается сравнительное изучение эффективности использования одного и того же или разных (альтернативных) способов решения одной проблемы, одной задачи для выявления наиболее эффективного, приемлемого для любых ситуаций, решения, т. е. для получения данных об объективной эффективности предлагаемого способа решения проблемы;
- предлагается совместное творческое создание, какая-то чисто практическая или творческая разработка.

Телекоммуникационные проекты любого вида могут быть эффективны только в контексте общей концепции обучения и воспитания. Они предполагают отход от авторитарных методов обучения, с одной стороны, но с другой – предусматривают хорошо продуманное и концептуально обоснованное сочетание с многообразием методов, форм и средств обучения. Это всего лишь компонент системы образования, а не сама система.

Для метода проектов очень существенным является вопрос практической, теоретической и познавательной значимости предполагаемых результатов. В основе учебных проектов лежат исследовательские методы обучения.

Почему так важна именно эта педагогическая технология в современном мире? Видимо, потому что сегодня задача образования и обучения не в том, чтобы человека сделать ещё умнее, «добавить» ему знаний, а в том, чтобы дать инструменты использования его ума, научить ставить конкретные и корректные вопросы и выбирать правильный путь для их решения.

Научно-исследовательской деятельности студентов всех направлений подготовки бакалавров в филиале ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» в г. Знаменск уделяется особое внимание: регулярно проводятся конкурсы для студентов, завершающиеся научно-практическими семинарами и конференциями; студенты самостоятельно (под кураторством преподавателей кафедр) придумывают и реализуют свои творческие проекты, курсовые работы и курсовые проекты, с целью подготовки и качественного выполнения будущей бакалаврской работы.

Для направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» (ИТ) – это проектирование и разработка информационных систем различного назначения. Отрадно заметить, что за последние четыре года практически 100 % выпускников по этому направлению имеют акты внедрения своих программных продуктов на предприятиях и в организациях не только г. Знаменск, но и Астрахани, Волгограда, Краснодара. В 2021 г. в филиале АГУ планируется открытие нового направления – 11.03.01 Радиотехника. Филиал АГУ в г. Знаменске является основным вузом, готовящим

инженерные кадры, в том числе и для межвидового полигона, и для представительств оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в г. Знаменске.

Введение с 2015 г. в образовательный процесс федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), а с 2017 г. – ФГОС ВО поколения 3++, поставило перед учреждениями высшего образования ряд проблем по выполнению требований, среди которых можно выделить проблему выбора технологий и методов обучения, дающих возможность формировать у студентов *общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции*.

В науке и практике образовательной деятельности предлагается большое разнообразие педагогических технологий, рекомендуемых для формирования компетенций у студентов. Сейчас в ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» активно применяется метод проектов, который на наш взгляд позволяет решать проблему формирования различных компетенций у студентов как одного из требований ФГОС ВО.

В соответствии с «Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете» [1] проектное обучение (ПО) является одной из составляющих учебного процесса для студентов очной форм обучения. Проектное обучение рассматривается как система учебно-практических заданий по проектированию и созданию изделий, продуктов, услуг и прочего, включенных в учебный план. Цель проектного обучения заключается в привлечении студентов к применению и развитию их знаний и навыков в рабочих режимах, напоминающих профессиональную практику.

Выполняя проекты, студенты осваивают алгоритм инновационной творческой деятельности, учатся самостоятельно находить и анализировать информацию, получать и применять знания по различным отраслям, восполнять пробелы, приобретать опыт решения творческих задач, практикуют личностные и межличностные навыки сотрудничества и обмена информацией (системное, творческое и критическое мышление, работа и общение в коллективе, лидерство, письменные, электронные, графические и межличностные коммуникации и пр.).

ПО в нашем вузе ориентировано на решение студентами какой-либо проблемы, предусматривающей интегрирование знаний, умений из различных областей науки, техники и технологий. Результатом проектной работы студентов является материальный или интеллектуальный продукт (предмет, товар, услуга, технология и пр.), созданный на базе теоретических и практических знаний.

ПО может быть реализовано в рамках одной учебной дисциплины/одной области знаний (моно-предметные проекты) или в рамках разных областей знаний/учебных дисциплин (межпредметные проекты). Проекты, направленные на реализацию бизнес-предложений в рамках деятельности конкретных предприятий, организаций, фирм осуществляются посредством выполнения технических заданий и заключенных договоров с соответствующими предприятиями, организациями, фирмами.

Технология проектного обучения предполагает: наличие проблемы, требующей интегрированных знаний и исследовательского поиска ее решения; практическую, теоретическую, познавательную значимость предполагаемых результатов; самостоятельную деятельность студента; структурирование содержательной части проекта с указанием поэтапных результатов; использование исследовательских методов, т.е. определение проблемы, вытекающих из неё задач исследования, выдвижение гипотезы их решения; оформление конечных результатов, анализ полученных данных, подведение итогов (презентация), корректировка, выводы.

В филиале ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет» в г. Знаменске Астраханской области проектные методы внедряются не только при подготовке бакалавров очной формы обучения, но и очно-заочной.

Полным ходом на кафедре математики и информатики идёт подготовка к конкурсу студенческих проектов, организованном ЗАО «Технологический парк космонавтики «ЛИНКОС». Проектные группы состоят, как правило, из 3–10 человек. В состав проектных групп входят студенты различных курсов. Преподаватель (руководитель проектной группы), курирующий проектное обучение студентов, из ее состава выбирает ведущего студента, ответственного за работу всей группы. Проектная группа представляет собой единую команду, члены которой выражают желание и готовность совместно работать над проектом.

Предложенные студентами филиала темы проектов были согласованы и утверждены организатором конкурса. Под эти проекты было закуплено необходимое оборудование: микрокомпьютеры Raspberry Pi3, контроллеры Arduino различных модификаций, измерительные датчики и исполнительные механизмы. С помощью специалистов ЗАО «ТПК «ЛИНКОС» были организованы консультации по настройке и программированию контроллеров и микрокомпьютеров.

К конкурсным проектам студентов филиала относятся «Магнитный компас» (рис. 2), «Портативная метеостанция» (рис. 3), «Система слежения за подвижными объектами» (рис. 4), «Система стабилизации платформы» (рис. 5), «Система распознавания видеоизображения» и др. Кроме студентов в конкурсе принимают участие и выпускники филиала: Чалов Александр Александрович (рис. 6) с проектом «Система управления аэродинамическим объектом» и Багаева Ольга Владимировна (рис. 6) с проектом «Система управления подвижным роботом».

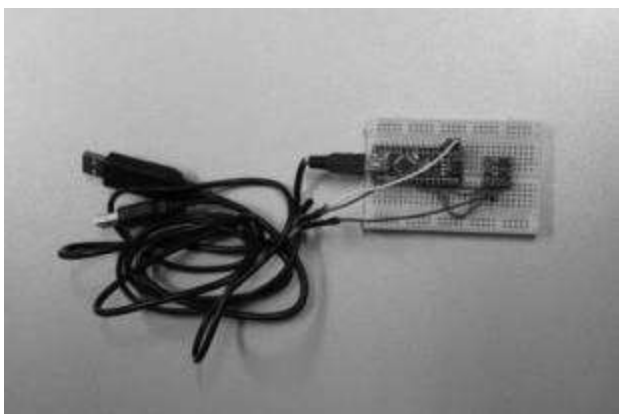


Рис. 2. Конкурсный проект «Магнитный компас»

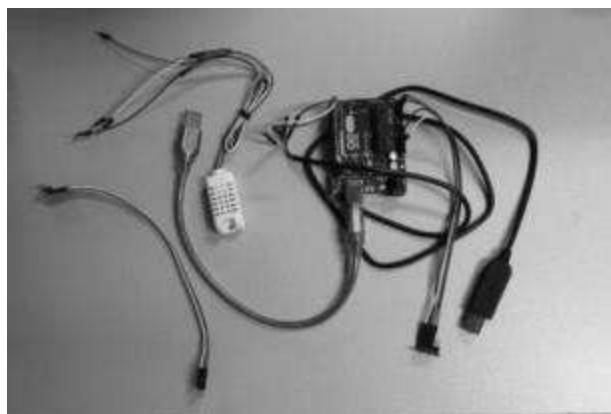


Рис. 3. Конкурсный проект «Портативная метеостанция»

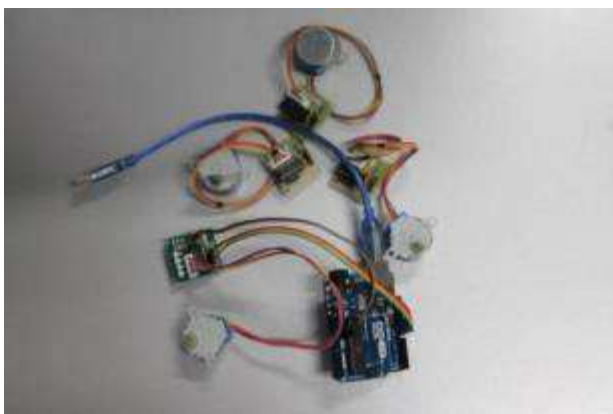


Рис. 4. Конкурсный проект «Система слежения за подвижными объектами»

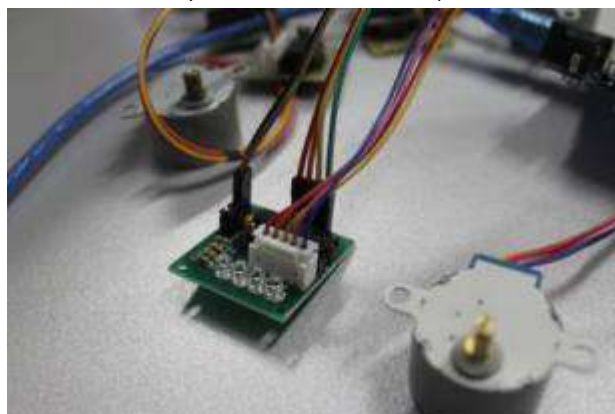


Рис. 5. Конкурсный проект «Система стабилизации платформы»





Рис. 6. Конкурсный проект «Система управления аэродинамическим объектом»



Рис. 7. Конкурсный проект «Система управления подвижным роботом»

Таким образом, за счет внедрения проектных методов обучения, нацеливания студентом младших курсов на более широкое и подробное изучение предметных областей, связанных с их будущими бакалаврскими работами и дальнейшей производственной и научной деятельностью, повышается качество подготовки выпускников, углубленное изучение конкретных предметных областей, заинтересованность в трудоустройстве на градообразующем предприятии г. Знаменска – 4-м Государственном центральном межвидовом полигоне.

#### Библиографический список

1. Бориско С. Н. Проблемы вовлечения студентов в проектную деятельность // Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : мат-лы 1-й Всерос. науч.-практич. конф. (апрель 2019 г., г. Знаменск. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2018. – С. 137–145. – Режим доступа: [http://znamensk.asu.edu.ru/images/File/documents/Conference\\_Znamensk\\_2018.pdf](http://znamensk.asu.edu.ru/images/File/documents/Conference_Znamensk_2018.pdf), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 12.12.2018).
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / под ред. Е. С. Полат. – М., 2000.
3. Полат Е. С. Типология телекоммуникационных проектов // Наука и школа. – 1997. – № 4.
4. Руководство по организации проектного обучения в Астраханском государственном университете. Утверждено решением Ученого совета от 3 июля 2013 г. и приказом № 08-01-01/714 от 28.08.2013 г. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2019. – Режим доступа: <http://asu.edu.ru/images/File/ATT00028.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 11.03.2020).
5. Рынок\_труда\_в\_России\_(ИТ\_и\_телеком). – Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 11.03.2020).
6. Kilpatric W. H. The Project Method // Teachers College Record. – 1918. – 19 September. – P. 319–334.

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ

**Баштанник Н. А.,**

кандидат технических наук, доцент,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Баштанник А. Н.,**

директор,  
компания “Spacotel”,  
г. Москва,

**Светличкина Т. Н.,**

бакалавр,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной работе рассматривается один наиболее удобный для проектирования ЗРС вид моделирования: моделирование на ЭВМ или цифровое моделирование. Оно обладает рядом преимуществ: экономичность, гибкость, наглядность, и позволяет в значительной мере разрешить одну из основных проблем современной науки – проблему сложности.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, зенитная ракетная система, испытания, электронно-вычислительная машина, алгоритм, программа, характеристика.

При исследованиях, связанных с разработкой и испытаниями зенитных ракетных систем (ЗРС), часто встречаются случаи, когда аналитическое решение задачи ввиду больших математических трудностей оказывается невозможным. При вводе в строй современных ЗРС возникают значительные трудности из-за невозможности оценки характеристик ЗРС с помощью натуральных испытаний. Кроме того, не всегда удается создать все необходимые условия натурального эксперимента, а проведение их требует больших затрат времени и средств [1].

Как правило, в современных сложных ЗРС, предназначенных для обнаружения, определения координат и оказание воздействия на заданные воздушные объекты в широком диапазоне скоростей и высот, применительно к которым и рассматриваются построение моделей, для автоматизации процесса используются электронные вычислительные машины (ЭВМ). Поэтому во время подготовки к испытаниям и в процессе испытаний возникают задачи по отработке алгоритмов и программ. Отработка алгоритмов и программ без применения математических моделей нецелесообразна. На этапах наладки и эксплуатации ЗРС модели могут служить имитаторами, замещающими одни элементы системы в процессе контроля других, а также применяться для обучения обслуживающего персонала [2].

Все это ориентирует исследователей на использование моделирования с помощью ЭВМ при разработке и на этапе ввода в строй ЗРС.

В соответствии с используемой в настоящее время терминологией моделью называют явление, предмет, установку, знаковое образование или условный образ (описание, схему), находящиеся в некотором соответствии с изучаемым объектом и способные замещать его в процессе исследования, давая о нем информацию. В этом случае моделированием называется общий метод изучения объекта

путем исследования замещающей его модели с переносом полученной информации на изучаемый объект. При таком определении к моделированию относятся самые различные исследования систем от аналитических расчетов до физического моделирования и макетирования [3].

В данной работе рассматривается один, наиболее удобный для проектирования ЗРС вид моделирования: моделирование на ЭВМ или цифровое моделирование. Оно обладает рядом преимуществ: экономичность, гибкость, наглядность, и позволяет в значительной мере разрешить одну из основных проблем современной науки – проблему сложности.

Моделирование на ЭВМ сводится к проведению эксперимента с машинной программой, имитирующей работу системы при случайных, вообще говоря, внешних воздействиях, и к статистической обработке результатов эксперимента.

Модель, описывающая формализованный процесс функционирования ЗРС, в состоянии охватить только основные характерные его закономерности, оставляя в стороне второстепенные факторы. Несмотря на то, что при моделировании исследователь стремится не допустить существенных искажений количественных характеристик процесса, модель тем не менее в общем случае не идентична реальной ЗРС. Это обстоятельство вызывает необходимость введения при моделировании специального этапа отработки (калибровки) моделей [4].

Обычно любую сложную ЗРС можно охарактеризовать с помощью некоторого количества характеристик. На практике могут возникнуть два направления: разработка общей модели, позволяющей получить оценки всех характеристик; разработка частных моделей, каждая из которых позволяет получить оценку одной или небольшого числа характеристик. Разработка и реализация общей модели является очень трудоемкой задачей, и такая модель не всегда может быть реализована на ЭВМ. Следовательно, целесообразно создавать модели, следуя второму направлению [5].

Математическое описание (формализация) процессов, протекающих в ЗРС, целесообразно проводить поэлементно. Существенно упростить модель можно, исключая или эквивалентирова отдельные элементы описания ЗРС и составляя блочную структуру, т. е. необходимо находить группы (блоки) тесно связанных элементов описания ЗРС.

Блочное построение модели облегчает её управление и организацию работ по программированию, а при проведении исследований позволяет принимать решение о необходимости использования определенных блоков для данной задачи.

При составлении модели необходимо помнить, что чрезмерная детализация и повышение ожидаемой точности неизбежно ведет к усложнению модели. Сложность модели должна определяться целями исследования с учетом типа ЭВМ и соответствия между точностями описания элементов ЗРС, задания исходных данных и получения статистических характеристик при моделировании. То есть, необходимо стремиться достичь разумного компромисса между точностью результатов моделирования и сложностью модели [6].

Существует автономное и комплексное цифровое моделирование. В первом случае модель ЗРС создается на универсальной ЭВМ, работа модели происходит не в реальном масштабе времени; при этом моделируются траектории полета и радиолокационные характеристики целей, основные устройства и алгоритмы работы ЗРС. Во втором случае моделируются траектории полета и радиолокационные характеристики целей, основные устройства ЗРС, а алгоритмы (программы) работы ЗРС, реализованные на штатных ЭВМ системы, берутся реальными. При этом модель ЗРС создается, как правило, на ЭВМ, входящей в состав вычислительных средств системы, и моделирование происходит в реальном масштабе времени [7].

С помощью цифрового моделирования производится оценка технических решений и характеристик ЗРС на этапе проектирования, детальное исследование влияния отдельных факторов на работу ЗРС, оптимизация параметров ЗРС. Производится оценка работы ЗРС в сложных условиях по многим воздушным объектам, отработка методов натурных испытаний (выбор наиболее характерных ситуаций, оценка эффективности различных методов испытаний и ожидаемых результатов испытаний). На цифровой модели, откалиброванной по результатам ограниченных натурных испытаний, производится проверка алгоритмов и программ ЗРС, оценка ряда статистических характеристик ЗРС на соответствие заданным требованиям и выработка рекомендаций по модернизации ЗРС [8].

Преимуществами моделирования на ЭВМ являются:

- возможность исследования процессов любой сложности с учетом большого количества / факторов;
- простота организации эксперимента, относительно небольшое время и стоимость экспериментов;
- возможность контроля всех факторов и результатов экспериментов;
- повторяемость результатов, возможность использования зависимых испытаний.

Оценка требуемых параметров с помощью моделирования обычно достаточно проста, но необходимость проверки соответствия модели и реальной системы требует отработки (калибровки) моделей, которая по существу сводится к согласованию результатов моделирования и натурных экспериментов [9].

При этом общая задача отработки модели состоит:

- а) в установлении подобия исходных данных, поступающих на вход модели и реальной ЗРС;
- б) в установлении подобия основных параметров модели и реальных устройств ЗРС;
- г) в выборе объема и условий проведения экспериментов на модели и на реальной ЗРС;
- д) в согласовании результатов моделирования и натурального эксперимента.

При согласовании на основании сравнения результатов экспериментов и моделирования в случае необходимости проводят параметрическую или структурную доработку модели. После этого проверяют статистическую совместимость выходных характеристик по результатам натурных экспериментов и моделирования.

При отработке модели необходимо иметь в виду, что натурным испытаниям, производимым для определения характеристик ЗРС, обычно предшествуют значительно большие по числу экспериментов испытания отдельных устройств ЗРС или совокупности устройств. Возможность проведения большого числа экспериментов с отдельными устройствами ЗРС, чем со всей ЗРС, обусловлена, во-первых, необходимостью отработки устройств ЗРС прежде отработки системы в целом, во-вторых, более простой организацией первых экспериментов и меньшими материальными затратами, необходимыми для их проведения. Если число натурных экспериментов при испытаниях ЗРС в целом окажется недостаточным для отработки цифровых моделей, то используют материал по испытаниям отдельных устройств ЗРС [10].

Таким образом, при отработке моделей необходимо стремиться вести согласование основных параметров модели и реальных устройств ЗРС, а не конечных выходных характеристик модели и ЗРС, что в большинстве случаев оказывается невозможным. Если же согласование конечных выходных

характеристик модели и реальной зенитной ракетной системы все-таки возможно, то окончательную отработку модели проводят по ним.

Выбор объема и условий проведения экспериментов на модели и на реальной ЗРС определяется получением окончательных оценок с требуемой точностью и достоверностью. При этом целями натуральных экспериментов являются:

- 1) получение необходимого объема, вида и количества исходных данных, пригодных для ввода в модель и моделирования;
- 2) получение результатов натуральных экспериментов (на ЗРС и ее устройствах), которые можно сравнить и увязать с результатами моделирования для уточнения и корректировки моделей;
- 3) получение необходимого объема контрольных статистических результатов для исключения методических ошибок.

Указанные цели должны быть решены при минимальном объеме натуральных испытаний с учетом реальных возможностей проведения этих экспериментов. Выбирая объем испытаний на модели, следует исходить из необходимой точности получения статистических характеристик моделирования, учитывая при этом точность используемых исходных данных [11].

#### **Библиографический список**

1. Баштанник Н. А. Теория вероятностей и математическое моделирование случайных процессов на ЭВМ : учеб. пос. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2017. – 132 с.
2. Баштанник Н. А. Дифференциальные уравнения и математическое моделирование физических процессов на ЭВМ: учеб. пос. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2018. – 132 с.
3. Баштанник Н. А., Лобейко В. И., Луконина Е. Н., Светличкина Т. Н. Методы испытаний радиоэлектронных средств перспективных зенитных ракетных систем и комплексов с использованием испытательных имитаторов // Проблемы повышения научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : мат-лы Всерос. науч.-практич. конф. ( г. Знаменск. 12–13 апреля 2018 г.). – С. 16–27.
4. Баштанник Н. А. Влияние рефракции радиоволн на оценку точностных характеристик радиолокационных станций // Радиотехника. – 2016. – № 3. – С. 85–87.
5. Баштанник Н. А. Оценка влияния погодных условий на точностные характеристики радиолокационных станций // Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени : мат-лы VII Междунар. науч.-практич. конф. (г. Екатеринбург, 6–7 марта 2015 г.) / Национальная ассоциация ученых. – Екатеринбург, 2015. – Ч. 3, № 2 (7). – С. 18–19.
6. Баштанник Н. А. Метод автоматического учета рефракционных ошибок в РЛС при измерении угла места целей // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия : мат-лы IX Междунар. науч.-практич. конф. (г. Новосибирск, 13–14 марта 2015 г.) / Международный научный институт «Educatio». – Екатеринбург, 2015. – Ч. 2, № 2 (9). – С. 13–15.
7. Bashtannik N. A., Lobeyko V. I. Model Of The Network Method Of Optimization Of the Routers For Exchange Of The Information Between Elements of Automated Control Systems // International Journal Of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 15. – P. 35328–35331. – Режим доступа: <http://www.ripublication.com>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ.

8. Абрашев К. Ю., Баштанник Н. А., Лобейко В. И., Луконина Е. Н., Светличкина Т. Н. Исследование влияния плазмы в атмосфере земли на работу радиоэлектронных средств ракет и космических аппаратов // Проблемы повышения научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : мат-лы 2-й Всерос. науч.-практич. конф. ( г. Знаменск. 11–12 апреля 2019 г.). – Астрахань, 2019. – С. 35–42.

9. Абрашев К. Ю., Баштанник Н. А., Лобейко В. И., Погребняк И. С. Математическое моделирование процесса флаттера в полете зенитной управляемой ракеты // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2018. – № 13 (223). – С. 7–12.

10. Старусев А. В., Лобейко В. И., Горемыкин С. А. Оптимизация технологии подготовки и проведения экспериментов с использованием имитационного моделирования // Известия Волгоградского государственного технического университета. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – 2017. – № 8 (203). – С. 40–44.

11. Лобейко В. И. Современные подходы к организации испытаний сложных систем. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2006. – 367 с.

## КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЁХМЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ FDM ТЕХНОЛОГИИ В ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Белухин В. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Духнова С. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Шарлай Д. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается подход к решению задачи поддержания высокого профессионализма научных кадров, практическое применение в научной деятельности аддитивной технологии создания трёхмерных моделей методом послойного наплавления (англ. Fused deposition modeling FDM) [1].

**Ключевые слова:** 3D, научные кадры, прототипирование, FDM, филамент, трёхмерное моделирование, рендеринг, научно-исследовательская деятельность, «SOLIDWORKS», слайсер, «CURA».

Одним из основных направлений научной деятельности является проведение экспериментов, создание программного обеспечения, совершенствование теоретических и практических знаний, применяемых на практике, в изобретательской и рационализаторской деятельности. Каждый специалист определённой области может применять накопленный опыт для оптимизации конкретных задач и процессов. Следует отметить необходимость соответствующей подготовки и своевременной переподготовки научных кадров, что является актуальной задачей. Получение новых практических знаний, умений и навыков необходимо совмещать с процессом научной деятельности, тем самым поддерживая высокий профессионализм кадров.

Особенно это актуально для перспективных направлений в области объёмного проектирования, моделирования и 3D-печати. Данные направления не являются принципиально новыми, однако обладают большим потенциалом применения в научной деятельности, и имеют множество путей концептуального и практического внедрения.

Одним из них является проверенная на практике методика поэтапного создания функциональных прототипов от идеи или постановки задачи до непосредственной реализации и внедрения. Суть разработанного подхода – поэтапное создание проекта с применением современных достижений в области 3D моделирования и FDM технологий в сочетании с достижениями электроники.

Квинтэссенцией статьи является раскрытие одного из возможных вариантов применения перспективных направлений для получения практических результатов в решении конкретных задач в области изобретательской и рационализаторской деятельности.

Очевидно, что в отсутствии подходящего подхода при разработке и создании любой рационализаторской теории, имеющей серьёзный потенциал, велик риск получения недостоверных результатов.

Современный подход к решению сложившихся задач был систематизирован в методике практического применения достижений трёхмерных технологий.

Основные возможности, предлагаемые средствами трёхмерного проектирования, моделирования и технологии FDM печати состоят из:

- 3D-демонстрации при рассмотрении перспективности идеи разработки до создания прототипа;
- рендеринга готовых моделей для наглядной демонстрации концептов научных исследований и проектов;
- оценки многогранных подходов к реализации без создания физической модели;
- инженерного анализа конструкций (точки напряжения, физической устойчивости, следствий частотного и термического воздействия);
- простоты моделирования на основе уже имеющегося чертежа, как и обратная генерация чертежей на основе готовой трёхмерной модели или её элементов [2];
- создания полноценной 3D модели путём анализа формы предмета на основе полученных данных трёхмерного сканирования;
- экономической эффективности, достигаемой применением FDM технологии при создании уменьшенных прототипов или элементов конструкций для демонстраций или тестирования.

Все практические наработки, полученные в процессе проектирования трёхмерных прототипов, могут быть применены впоследствии для аналогичных проектов, так же, как и практические навыки работы в специализированном программном обеспечении, полученные в процессе моделирования. Следует отметить, что существует программное обеспечение для 3D моделирования, представленное отечественными разработчиками.

Применение методики на практике осуществляется поэтапно. Формулировка проекта начинается с постановки задачи, вызванной проблемой или необходимостью оптимизации. Затем опытным путём разрабатывается электрическая схема в модульном виде или на общей плате, происходит подбор органов управления, разъёмов для подключения периферии и элементов питания, эффективная компоновка которых позволит смоделировать будущий внешний вид устройства. Используя универсальные 3D шаблоны для корпусов, масштабируя его под итоговое устройство, просчитывается качественный функциональный прототип с широкими возможностями для модификаций и улучшений, необходимость в которых может сложиться в процессе опытного применения.

Применение средств моделирования позволяет решить следующие задачи проекта: расчёт габаритов устройства, наглядность представления внешнего вида, эргономика устройства (объекта), безопасность использования и возможность последующей модификации. Само по себе трёхмерное моделирование и инженерный анализ не несёт в себе финансовых затрат для пользователя. Проработка концепции будущих разработок на уровне трёхмерной, многофункциональной модели ведёт к экономии не только материальных, но и трудовых ресурсов. Универсальность подхода подразумевает широкий спектр применения для решения задач в различных областях.

В качестве примера практического применения было использовано изделие нашедшее отражение в рационализаторском предложении, реализованное в двух версиях лабораторного блока питания: полнофункциональной и автономной. Непосредственное моделирование, тестирование и рендеринг проводилось в программном комплексе «SOLIDWORKS 2017», в качестве слайсера, т.е. программы для подготовки модели к 3D печати применялось программное обеспечение «CURA».

Существует несколько подходов к разработке проекта средствами объёмного моделирования: единоличный и с разделением задач между несколькими исполнителями, специалистами своих



областей. Например, схемотехник разрабатывает аппаратное обеспечение, моделист формирует 3D модель будущего изделия. В дальнейшем модель поступает в слайсер для подготовки к объёмной печати на 3D принтере или может быть представлена в виде точного чертежа с последующим изготовлением из соответствующего материала. Расходным материалом для печати 3D принтера является филамент, представляющий собой пластмассовую нить сечением 1,75 или 3 мм, представленный большим ассортиментом физических свойств и расцветок.

Следует отметить, что в случае выявления недостатков разрабатываемой модели изделия, изменения в проект можно вносить на любом этапе создания. При проведении рендеринга (отрисовки) готовой модели можно получить объёмное представление (рис. 1), которое используется как для наглядного обоснования предложенной идеи при проработке концепции проекта, так и в проектной документации.



Рис. 1. Модель корпуса ЛБП

Отрисовка сборки элементов модели автономного лабораторного блока питания (ЛБП) представлена на рисунке 2. Для наглядности скрыт верхний элемент корпуса. Рендеринг может проводиться как всей сборки, так и отдельных её элементов в необходимом сочетании, накладывая текстуры таких материалов, как сталь, пластик, стекло, дерево, алюминий или углеволокно. При необходимости, для наглядности, любой элемент модели можно представить прозрачным.



Рис. 2. Модель корпуса ЛБП

В качестве исходного шаблона применялся специально разработанный, универсальный корпус, состоящий из четырёх элементов: верхней, нижней части, передней и задней панели. Нижняя часть корпуса смоделирована со стойками для фиксации электронных компонентов, а панели заранее имеют технологические отверстия для элементов управления и разъёмов.

Итоговый результат проекта представлен на рисунках 3 и 4. Сборка элементов корпуса производилась на винтах, однако при необходимости существует возможность смоделировать шаблон под доступный крепёж. Материал корпуса, в данном случае пластик PLA, не токсичный, диэлектрический и достаточно прочный.



Рис. 3. Лабораторный блок питания

Цена заводского пластикового корпуса в среднем составляет 1 500 руб., цена филамента затраченного на 3D-печать корпуса ЛБП составляет 240 руб., разница материальных затрат в шесть раз. Специально разработанный корпус имеет функциональные и габаритные преимущества, а так же гибкие возможности для последующих улучшений в сравнении с заводским аналогом.



Рис. 4. Автономный портативный лабораторный блок питания

Элементная база электросхемы выполнена из модифицированных модулей. При отсутствии возможности непосредственной FDM печати элементов корпуса на 3D-принтере, из трёхмерной модели можно легко спроектировать подробные чертежи и произвести расчёты средствами «SOLIDWORKS» с учётом прочности конструкции для выбора подходящих материалов. Проанализировав цены на готовые технические решения, в сравнении с ценами на необходимые компоненты при создании устройства с аналогичными характеристиками, разница в среднем составила 50 %, что представлено на диаграмме.

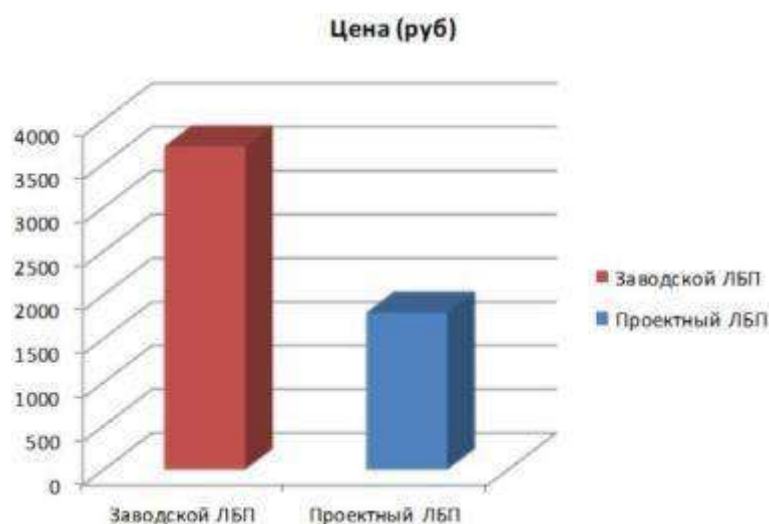


Рис. 5. Цены проектного и заводского ЛБП

Результат проделанной работы по исследованию перспективного направления применения трёхмерного моделирования и FDM технологии показал на практике его экономическую целесообразность и доступность. Итогом применения методики стало создание функционального прототипа и получения важных практических знаний. Данное направление научной деятельности обладает большим потенциалом, и имеет множество путей практического внедрения, а так же способствует повышению компетентности научных кадров.

#### Библиографический список

1. Canessa E., Fonda C., Zennaro M. Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development. ICTP – The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics 2013 ICTP Science Dissemination Unit. 2013. – 199 p.
2. Гузненков В. Н., Журбенко П. А., Бондарева Т. П. SolidWorks 2016. Трёхмерное моделирование деталей и выполнение электронных чертежей. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 128 с.
3. Горьков Д. А. 3D-печать с нуля «3D-Print-nt.ru». – 2015. – 400 с.
4. Зленко М. А., Нагайцев М. В., Довбыш В. М. Аддитивные технологии в машиностроении : пос. для инженеров. – М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ КАК ЭТАПА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ

**Бондаренко А. Ю.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Нагаев Р. К.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Понамаренко А. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается проблематика обоснования технического облика образцов вооружения и военной техники на стадии внешнего проектирования, являющегося одним из основополагающих этапов их жизненного цикла. В рамках этого этапа определяется функционально технический замысел и концепция комплекса, формируется его технический облик. Результатом работы на этапе внешнего проектирования является тактико-техническое задание на опытно-конструкторскую работу.

**Ключевые слова:** ВВСТ, беспилотный авиационный комплекс, проектирование.

Достижение практической цели исследования (разработки) образца вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ) в общем виде можно представить как преобразование, на входе которого имеются ресурсы, трансформируемые в результате реализации процесса (достижения практической цели) в доход и прибыль. Такой подход присущ для систем неантагонистического характера гражданского назначения. Системы военного назначения, являющиеся антагонистическими, обладают рядом специфических особенностей, не присущих системам гражданского назначения, которые предъявляют определенные требования к методологии исследования систем военного назначения. Одной из таких особенностей следует считать решение поставленных задач в условиях преодоления организованного противодействия «разумного» противника, что обуславливает необходимость учета данного фактора задолго до создания образца, а именно на стадии жизненного цикла изделия, называемого внешнее проектирование. В связи с современными реалиями, а также инновационной направленностью проводимых исследований, на первое место при создании изделия ВВСТ выходит поиск баланса между тактико-техническими показателями разрабатываемого образца и его технико-экономическими характеристиками. В настоящей статье рассматриваются особенности одного из этапов жизненного цикла ВВСТ – этапа внешнего проектирования беспилотных авиационных комплексов (далее – БАК).

Под БАК понимается совокупность функционально связанных и используемых совместно беспилотных летательных аппаратов, средств дистанционного управления, обеспечения взлета (посадки), технической эксплуатации, обеспечивающих выполнение возложенных на комплекс боевых и специальных задач.

Технический облик БАК определяет совокупность количественных и качественных показателей (характеристик, параметров, свойств), устанавливающих конструктивно аэродинамическую схему беспилотного летательного аппарата, параметры его силовой установки, состав и характеристики бортово-

го радиоэлектронного оборудования, вооружения и обеспечивающих реализацию заданных тактико-технических требований.

Под методологией проектирования (при решении практических задач формирования технического облика БАК) понимается совокупность положений, определяющих содержание исследований, последовательность и методы их проведения.

Жизненный цикл изделия военной техники, и БАК в частности, как сложной технической системы с учетом требований, изложенных в [1; 6], включает следующие этапы:

Внешнее проектирование:

- обоснование разработки БАК;
- разработка тактико-технического задания (далее – ТТЗ) на опытно-конструкторскую работу (далее – ОКР).

Внутреннее проектирование:

- проведение ОКР;
- производство и испытание образца военной техники (БАК).

Эксплуатация (целевое применение):

- использование по назначению;
- модернизация.

Утилизация:

- ликвидация;
- переработка отходов.

Рассматривая внешнее проектирование как этап жизненного цикла БАК, необходимо отметить, что в рамках этого этапа обосновываются функционально-технический замысел и концепция комплекса, исследуется эффективность БАК и его интеграция в систему вооружений вооруженных сил государства с учетом прогноза условий будущего боевого применения. При этом методическим аппаратом внешнего проектирования БАК являются теория исследования операций, системный анализ, теория сложных технических систем, а основным инструментом – математическое моделирование. Таким образом, в соответствии с принятой общей методологической схемой (рис.) процесс внешнего проектирования БАК представляет собой сложную композицию многоуровневых процедур информационного обмена и принятия решений, выполняемых различными коллективами и кооперациями, в результате которых устанавливается порядок проведения и содержание научных исследований [2; 3].

Выделяют три основных этапа проведения внешнего проектирования:

1) этап концептуальных исследований. Целью данного этапа является формирование концепции исследуемого БАК на основе системной увязки потребностей вооруженных сил государства (Заказчика) с научно-техническими и производственно-экономическими возможностями Исполнителя;

2) этап обликующих исследований. Целью данного этапа является формирование технического облика БАК, обеспечивающего реализацию заданных тактико-технических требований, предъявляемых к исследуемому БАК;

3) этап оценки реализуемости концепции. Целью данного этапа является уточнение отдельных тактико-технических характеристик (далее – ТТХ) исследуемого БАК, полученных на этапе проведения обликующих исследований, с учетом производственно-технологических и финансово-экономических возможностей Исполнителя, и определение значений конструктивных параметров, обеспечивающих удовлетворение требований к ТТХ БАК заданной концепции.



Рис. Общая методологическая схема этапа внешнего проектирования БАК

Обоснование концепции БАК. В соответствии с методологией внешнего проектирования концепция БАК определяется как основная идея создания и боевого применения БАК в целях решения определенных задач. Концептуальные исследования направлены прежде всего на поиск путей разрешения выявленных противоречий между оперативно-тактическими потребностями, необходимыми для решения актуальных

боевых задач, и возможностями образцов ВВСТ, применяемых в настоящее время для решения этих задач, и, как следствие, на ликвидацию образовавшегося дефицита боевых возможностей вооруженных сил. Невозможность разрешения такого противоречия при помощи модернизации существующих образцов ВВСТ определяет мотивацию разработки образцов нового поколения, в частности, БАК.

Концептуальные исследования. Основными задачами концептуального исследования БАК являются: оценка оперативно-тактических потребностей командиров подразделений, применяющих БАК: глубина и объекты действий, условия боевого применения (погодные, климатические, временные факторы, противодействие противника и т. д.), условия обеспечения боевых действий внешними системами (радиотехническая система ближней навигации, радиотехническая система дальней навигации, спутниковая радионавигационная система, автоматизированная система управления).

Основу концептуальных исследований БАК составляют:

- анализ прогнозируемых военно-политических ситуаций будущего, политика государства и его военная доктрина, прогноз развития ВВТ эвентуального противника и анализ боевых возможностей ВВТ собственных вооруженных сил (оперативно-тактическая сторона концепции);
- поиск противоречий между оперативно-тактическими возможностями имеющихся образцов БАК и потребностями командиров в боевых свойствах БАК для выполнения актуальных боевых задач;
- обоснование основных направлений совершенствования БАК в интересах ликвидации выявленного в процессе оперативно-тактических исследований дефицита боевых возможностей;
- оценка финансово-экономических и производственно-технологических возможностей создания БАК и бортового оборудования беспилотного летательного аппарата, обоснование производственной кооперации, изучение экспортного потенциала проектируемого БАК и уточнение технического облика его экспортных вариантов, изучение инвестиционной привлекательности проекта, что и будет определять производственно-экономическую сторону концепции.

Обликовые исследования. Основной задачей данного этапа исследований является формирование рациональных тактико-технических характеристик БАК в целом и его подсистем в интересах наращивания боевых свойств, дефицит которых был выявлен на этапе концептуальных исследований. На данном этапе используются различные методические схемы решения задачи. Их суть сводится, как правило, к синтезу вариантов технического облика БАК при заданных оперативно-тактических требованиях, значениях летно-технических характеристик и комплектах оборудования и вооружения, оптимизированных по частным критериям, а также оценке эффективности и стоимости получившихся технических обликов БАК. Выбор конкретного варианта постановки задачи на исследование по обоснованию рациональных ТТХ, используемых показателей и критериев, накладываемых ограничений производится с учетом особенностей решаемых комплексом задач.

Завершают обоснование ТТХ БАК исследования по обоснованию рациональной стратегии поэтапного создания БАК, включающие определение очередности доведения подсистем БАК до уровня требований тактико-технического задания, сроков завершения этапов и оптимизацию распределения выделяемых средств и ресурсов по этапам ОКР.

Оценка реализуемости концепции. На данном этапе проводится исследование возможности практической реализации результатов, полученных на первых двух этапах. Его основу составляет проверка реализуемости концепции БАК с учетом реальных технических и технологических возможностей предприятий промышленности. По ее результатам производится уточнение (при необходимости) ТТХ, прежде всего ее научно-технической и производственно-экономической сторон. С учетом результатов предварительного проектирования выполняются исследования по обоснованию требований, задаваемых в проекте ТТЗ на ОКР.

Таким образом, целью и завершающим этапом стадии внешнего проектирования является получение следующей выходной информации:

- концепции БАК, содержащей генеральную идею создания и боевого применения образца вооружения, формируемой на основе оперативно-тактического прогноза и ожидаемых технических достижений на рассматриваемую перспективу [2; 4];
- рационального (т. е. наиболее приемлемого в рамках принятых условий и ограничений) технического облика БАК, сформулированного в проекте тактико-технического задания на ОКР.

Реализацию принятых (заданных) тактико-технических требований проводят на следующей стадии жизненного цикла изделия – этапе внутреннего проектирования (выполнения ОКР). В реальной практике чаще всего приходится сталкиваться с определенными ограничениями при переходе на этап внутреннего проектирования. Одним из таких ограничений является недостаточность средств, выделяемых на создание конкретного изделия БАК. Это ограничение носит весьма нечеткий характер и влечет за собой еще одну проблему - необходимость корректировки проекта ТТЗ на ОКР на стадии его утверждения. И если недостаточность средств приводит к корректированию конкретных сроков выполнения или невыполнения ОКР, то внесение изменений в проект ТТЗ на стадии его утверждения носит чаще всего бессистемный характер. При этом самые незначительные, на взгляд согласующих и утверждающих организаций, изменения без соответствующих тактико-технико-экономических оценок ставят под сомнение возможность и целесообразность выполнения проекта целиком, а также его соответствие принятой концепции.

Негативные последствия влияния корректировки проекта ТТЗ на ОКР на стадии утверждения возможно исключить только с помощью проведения обязательной военно-научной экспертизы предполагаемых изменений.

В целях компенсации влияния неопределенности прогноза выделения финансовых средств возможно использование нескольких специальных подходов. При этом в качестве факторов, позволяющих получить приемлемое решение задачи обоснования технического облика БАК, используются следующие дополнительные условия:

- заранее определить условия переноса сроков окончания ОКР на более отдаленную перспективу;
- предусмотреть условия поэтапной разработки изделия, предполагающие доведение его технического облика до уровня требований заказчика, в зависимости от располагаемых средств.

Выбор в качестве решающего того или иного подхода определяется конкретным положением, складывающимся на более высоком уровне иерархии исследований – на уровне системы вооружения.

Таким образом, использование обозначенных подходов позволяет ускорить процесс принятия разрабатываемого БАК на вооружение. Поэтапная разработка БАК предполагает, что на образцах начальных этапов реализуются только те технические решения, которые в наибольшей степени отработаны и требуют меньших финансовых вложений. В этом случае обеспечивается более раннее поступление «БАК 1-го этапа» потребителям, что позволяет начать его освоение. Методология внешнего проектирования при этом должна включать в себя обоснование рационального разделения работ на этапы, предполагающие последовательное доведение БАК до уровня требований Заказчика. В условиях, когда реальное финансирование в значительной мере отличается от прогнозируемого, такой подход к обоснованию технического облика БАК представляется наиболее приемлемым. В противном случае, в условиях нестабильности финансирования, разработка БАК может оказаться вообще невозможной, превратившись в череду уточнений требований к БАК в соответствии с выделенными ассигнованиями, при этом сроки выполнения работ будут сдвигаться сами по себе, независимо от предпринимаемых действий, если только эти действия не направлены на поиск недостающих инвестиций.



Необходимо еще раз подчеркнуть, что проектирование – многоступенчатый итерационный процесс с возрастающей детализацией и точностью проработок, связанный с получением достоверной и полной информации, который позволяет принимать решения на основе оптимальных компромиссов с минимальным техническим и экономическим риском. Естественно, что создание современного БАК требует не только применения современной методологии проектирования, но и привлечения к коллективной разработке проекта большого числа высококвалифицированных специалистов.

### **Библиографический список**

1. Управление жизненным циклом продукции военного назначения: ГОСТ Р. 56135-2011. – М. : Госстандарт, 2011. – 20 с.
2. Авиация ВВС России и научно-технический прогресс. Боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / под ред. Е. А. Федосова. – М. : Дрофа, 2005.
3. Барковский В. И., Скопец Г. М., Степанов В. Д. Методология формирования технического облика экспортно ориентированных авиационных комплексов. – М. : Физматлит, 2008.
4. Платунов В. С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов. – М. : Дельта, 2005.
5. Мышкин Л. М. Прогнозирование развития авиационной техники : теория и практика. – 2-е изд., испр., доп. – М. : Физматлит, 2008. – 328 с.
6. Елизаров П. М. Контракты жизненного цикла для народнохозяйственной продукции и вооружения, военной и специальной техники: сходство и различие // Машиностроение и смежные отрасли. – 2014. – С. 29–33.

## ПЫЛЬ С ПОЛИГОНА

**Гаспарян А. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Савостов А. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В настоящей статье говорится о пыли с полигона как источнике загрязнения городской и жилой зоны г. Знаменска. Рассмотрены источники образования пыли, проанализированы климатические параметры (скорость и направление ветра, температура и влажность воздуха) местности, способствующие образованию и распространению пыли.

**Ключевые слова:** пыль, полигон, ветер.

В настоящее время важной экологической проблемой является запыленность городской и жилой зоны. Пыль представляет собой взвешенные в воздухе твёрдые частицы размером приблизительно от долей до сотен микронов (мкм). Источники пыли в атмосфере весьма разнообразны: почва и соли морской воды, попадающие в воздух, вулканические выбросы, пожары, выбросы автотранспорта, предприятия металлургии, машиностроения, производство строительных материалов, станции перегрузки мусора и другие. Пыль, которую мы вдыхаем, может быть как местного происхождения, так и принесена издалека [1].

Следует отметить, что по происхождению пыль делится на:

- органическую: естественного, животного или растительного происхождения (древесная, хлопковая, льняная, костяная, шерстяная и др.), микроорганизмы, продукты распада и искусственную - пыль пластмасс, резины, смол, красителей и других синтетических веществ;
- неорганическую: минеральная (кварцевая, силикатная, асбестовая, цементная, наждачная, фарфоровая и др.) и металлическая (цинковая, железная, медная, свинцовая, марганцевая);
- смешанную: состоящую из минеральных и металлических частиц (например, смесь пыли железа и кремния), органическую и неорганическую (например, пыль злаков и почвы) [2].

При оценке качества атмосферного воздуха нужно учитывать физико-химические и морфологические свойства пыли. Необходимо отметить токсичность взвешенных веществ, зависящую от их способности к адсорбированию прочих примесей. Таким образом, изучение дисперсного состава пыли необходимо при оценке вредного воздействия на здоровье человека. Дисперсным составом пыли называется характеристика состава дисперсной фазы, определяемая по размерам или скоростям оседания частиц. Она показывает, какую долю по массе, объему, поверхности или числу составляют частицы в любом диапазоне их размеров или скоростей оседания [3].

Пыль классифицируется:

1. Общая пыль (TSP) – сумма взвешенных веществ: включает все находящиеся в воздухе частицы.
2. PM-10: используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм.
3. PM-2,5: используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 2,5 мкм.

4. РМ-1: используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 1,0 мкм.

5. Грубая фракция (между 2,5 и 10 мкм).

6. Ультрамелкие частицы (наночастицы): используется для частиц с аэродинамическим диаметром менее 0,1 мкм. К ним относится и чёрный углерод – углеродсодержащие твёрдые частицы, поглощающие свет [4].

Наибольшую опасность для здоровья человека представляют мелкие частицы диаметром до 5 мкм, которые благодаря своим физическим свойствам проникают во внутреннюю среду организма, не задерживаясь в верхних дыхательных путях, а попадают сразу в альвеолы и получают почти прямой контакт с кровью. Частицы диаметром до 10 мкм (по международной классификации – РМ10 (англ. – particulate matter)) имеют не столь сильную проникающую способность, тем не менее, они также считаются опасными для здоровья [5]. От химического состава пыли зависит ее биологическая активность, влияющая на организм человека: токсическое (отравляющее), раздражающее и др.

Характер распространения пылевых частиц в атмосфере зависит от их размера. Крупные частицы и часть средних (размером более 1 мкм) оседают в течение нескольких часов или немногих суток и поэтому, как правило, переносятся на относительно небольшие расстояния (хотя в некоторых случаях они могут преодолевать и сотни километров, если пыль оказалась на значительной высоте). Более мелкие частицы (высокодисперсная фракция) могут удерживаться в атмосфере до 10–20 сут. и распространяться за это время по всему полушарию [3].

Общеизвестно, что концентрация и фракционный состав пыли, содержащейся в воздушной среде населенных пунктов, определяются многими факторами – в частности, климатическим.

Проанализировав климатические условия на примере города Знаменска рассмотрим возможность распространения пыли с 4 Государственного центрального межвидового полигона Министерства обороны России (4 ГЦМП или полигон Капустин Яр). Знаменск – небольшой город на севере Астраханской области, расположенный на берегу ер. Подстепка. Площадь населенного пункта составляет 23 квадратных километра. В Знаменске преобладает умеренно континентальный, засушливый климат. Общая численность жителей составляет 26,9 тыс. человек (рис. 1) [6].

4 ГЦМП представляет собой единый научно-исследовательский комплекс, имеющий высокий научно-технический потенциал, развитую экспериментально-техническую базу, выгодные климатические условия, территорию и воздушное пространство, позволяющие проводить испытания и совместную отработку оборонительных и наступательных систем вооружения в интересах всех видов и родов войск Вооруженных Сил Российской Федерации [7].



Рис. 1

Площадь полигона около 650 км<sup>2</sup>. Территориально находится в южной части Палласовского района Волгоградской области и в северной части Ахтубинского района Астраханской области в зоне нижнехвалынской морской аллювиальной равнины, представляющей собой осушившиеся морское дно после отступления древнего (Хвалынского) моря. Поверхность морской равнины осложнена комплексом разнообразных форм рельефа: овраги, блюдцеобразные понижения и западины, ильмени, солёные озёра [8].

В результате военной деятельности происходят выбросы в окружающую среду загрязняющих веществ в виде газов, паров, сажи, тумана и пыли, которые образуются при эксплуатации вооружения и военной техники [9].

В частности, источниками загрязнения (образования пыли) являются: места постоянной дислокации (площадки), движение автомобильного транспорта по грунтовым дорогам (как единичного, так и колонн машин), пуски ракет (рис. 2), уничтожение неразорвавшихся снарядов, угольные котельные и др. Помимо этого на территории полигона жители ближайших населенных пунктов занимаются выпасом скота на так называемых кошарах, местах специально оборудованных для содержания овец, скота. Кроме того, в засушливые периоды часто бывают пыльные бури и степные пожары.

К значительному количеству выбросов приводят взрывы твердотопливных ракет. Происходит загрязнение атмосферы тонкодисперсной пылью стеклопластика от корпусов двигателей и транспортно-пусковых контейнеров. При подрыве ракет в грунте образовывается воронка. Часть грунта, наиболее тонко диспергируемого взрывом, выбрасывается в атмосферу в виде аэрозоля, который по токсичности близок к хлористому водороду [9].



Рис. 2

Образованию и распространению пылевых частиц в атмосфере способствуют определенные климатические условия. Обратим внимание на розу ветров в районе города Знаменск (рис. 3), с усредненными значениями (табл. 1) [10].

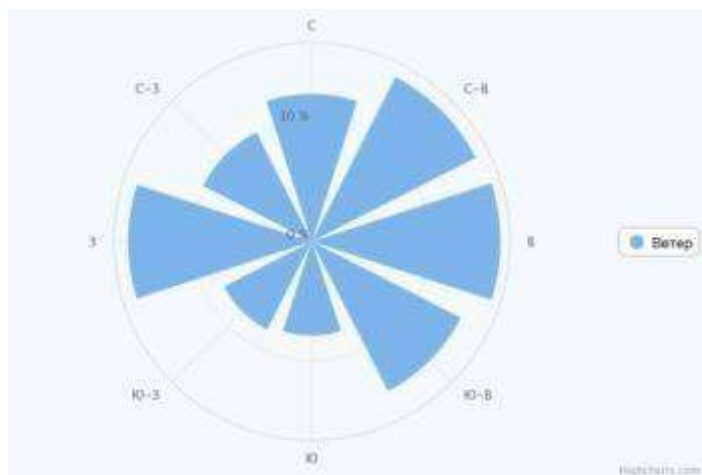


Рис. 3

## Усредненные значения направления ветра

С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З
12,4 %	15,5 %	15,9 %	14,1 %	7,9 %	8,3 %	15,5 %	10,3 %

Наибольший интерес для нас представляет направление ветра со стороны полигона. Таковыми являются ветра северного, северо-восточного и восточного направлений. Из таблицы следует, что доля ветров таких направлений составляет 43,8 %. Наряду с этим средняя скорость ветра в теплое полугодие составляет 3,6 м/с.

Средняя месячная температура и влажность воздуха представлены в таблице 2.

## Средняя месячная температура и влажность воздуха на территории полигона

Месяц	Температура, °С	Влажность, %	Месяц	Температура, °С	Влажность, %
Январь	-6,4	83	Июль	+24,9	50
Февраль	-4,6	80	Август	+24,6	43
Март	+2,2	73	Сентябрь	+16,9	54
Апрель	+10,4	60	Октябрь	+7,9	69
Май	+18,8	53	Ноябрь	+0,2	78
Июнь	+23,4	46	Декабрь	-2,6	87

Следует отметить, что обилие солнечного света и тепла является характерной особенностью данной территории в теплый период года. С апреля по август небольшое количество осадков в сочетании с высокими температурами приводит к большой повторяемости засух, суховеев и пыльных бурь, а также возникновению степных пожаров.

В заключение следует отметить, что вышеперечисленные источники и климатические условия способствуют образованию пыли и распространению ее в направлении города Знаменск. Это дает основание говорить о том, что необходимо проводить мониторинг уровня загрязнения воздушной среды жилой зоны, особенно в весенне-летний период, на соответствие рекомендуемым нормам. Анализ полученных данных позволит оценить качество воздуха, определить дисперсный и химический состав взвешенных частиц, что покажет степень влияния на здоровье населения и биосферы, а также будет способствовать принятию мер по уменьшению негативного воздействия.

## Библиографический список

1. Птушенко В. И. только пыль, пыль, пыль... // Наука и жизнь. – 2014. – № 7. – С. 56–61.
2. Понятие пыли. Классификация. – Режим доступа: <http://www.ecologyreality.ru/ecolits-655-1.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 02.04.2020).
3. Калаева С. З., Муратова К. М., Чистяков Я. В., Чеботарев П. В. Влияние мелкодисперсной пыли на биосферу и человека // Известия ТулГУ. Науки о земле. – 2016. – Вып. 3. – С. 40–56.
4. Неменко Б. А., Илиясова А. Д., Арынова Г. А. Оценка степени опасности мелкодисперсных пылевых частиц воздуха // Вестник КазНМУ. – 2014. – № 3 (1). – С. 133–135.

5. Холодов А. С., Кириченко К. Ю., Задорнов К. С., Голохваст К. С. Влияние твердых взвешенных частиц атмосферного воздуха населенных пунктов на здоровье человека // Вестник КамчатГТУ. – 2019. – № 49. – С. 81–87.
6. Знаменск. – Режим доступа: <http://www.gorodarus.ru/znamensk.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 02.04.2020).
7. Полигон Капустин Яр. – Режим доступа: [https://structure.mil.ru/structure/forces/strategic\\_rocket/structure/kapustinyar.htm](https://structure.mil.ru/structure/forces/strategic_rocket/structure/kapustinyar.htm), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 02.04.2020).
8. Климатические условия Палласовского района. – Режим доступа: [http://admpallas.ru/administraciya/arkhitektura/otdelarh/shema/text\\_plan](http://admpallas.ru/administraciya/arkhitektura/otdelarh/shema/text_plan), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 02.04.2020).
9. Гутенев В. В. Экология. Военная экология : учеб. для высших учебных заведений МО РФ.– Волгоград : ПринТерра, 2008. – 720 с.
10. Архив погоды Знаменск. – Режим доступа: <https://world-weather.ru/archive/russia/znamensk>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 02.04.2020).

## ПРОВЕРКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НОВУЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНУЮ ПЛАТФОРМУ

**Головань А. Г.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Литвиненко Е. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Рассматриваются подходы к тестированию программного обеспечения на основе формализаций в виде алгебры алгоритмов В. М. Глушкова. Показана применимость такого подхода для случая использования унаследованных программ. Определено множество обоснованных проверок при построении тестов проверок заданного предиката активизации программного комплекса на основе формирования тестовых примеров для логических функций.

**Ключевые слова:** информационная технология, вычислительные комплексы, моделирование, программное обеспечение, испытания.

Развитие вычислительных средств предполагает проведение испытаний унаследованных программ на новой аппаратной платформе. Если преемственность общесистемного программного обеспечения (ОПО), включая операционные системы, трансляторы, системы начальной загрузки, проверяется в полном объеме, то библиотеки и пакеты программ, входящие в промежуточный слой программного обеспечения, не всегда могут быть испытаны на новой вычислительной базе. Это обусловлено большим спектром пакетов и программных систем, требующихся для разных прикладных задач. При этом рассматриваемые пакеты часто взаимосвязаны, а взаимная зависимость может проявляться в виде достаточно длинных цепочек из выполняемых программ.

Предлагается формальное описание взаимодействующих пакетов программ в виде математической модели сложной системы. Будем считать, что использование последовательности пакетов программ аналогично функциональному объединению моделей элементов и подсистем в единый комплекс программно-реализованных алгоритмов. Имея такую модель, можно осуществлять проверку процессов для всего многообразия входных условий и текущих состояний реальной системы [1]. Для подобных пакетов программ процессы взаимодействия могут быть чрезвычайно сложными, и уверенности в том, что они в совокупности не приведут к ошибкам функционирования нового поколения вычислительной системы, нет. Это может происходить даже тогда, когда для каждого пакета в отдельности обеспечиваются преемственность и работоспособность при переходе на новую программно-аппаратную платформу.

Однако простой переход на обновленный пакет(библиотеку) может привести к невыполнению программного обеспечения (ПО). Причиной невыполнения программы могут служить как недостаточная отлаженность пакетов, так и проверка по версии или контрольным суммам используемых ПО пакетов (библиотек). Такие проверки используются, например, для предотвращения несанкционированного доступа к данным, обрабатываемым ПО.

Другой пример: библиотеки QNX4 и QNX6 имеют столь сильные различия, что потребовалось сопровождение в составе ОПО обеих версий, т.к. для того, чтобы перевести ПО на QNX6, в некоторых случаях необходимо будет изменить исходные тексты ПО (вплоть до переписи отдельных ее частей).

Будем считать, что комплекс программ состоит из совокупности программных компонент и удо-



влетворяет требованиям, характеризующим комплекс как сложную систему:

- программная система может быть расчленена (не обязательно единственным образом) на конечное число частей, называемых подсистемами; каждая подсистема в свою очередь может быть расчленена на конечное число более мелких подсистем и т. д. до получения в результате конечного числа шагов - таких частей, называемых элементами сложной системы, относительно которых имеется договоренность, что в условиях данной задачи они не подлежат дальнейшему расчленению на части;
- элементы сложной системы функционируют не изолированно друг от друга, а во взаимодействии, при котором свойства одного зависят от условий, определяемых поведением других элементов;
- свойства сложной системы в целом определяются не только свойствами элементов, но и характером взаимодействия между элементами.

Рассмотрение программных компонент в рамках приведенных ограничений позволяет опереться на математический аппарат системного анализа. Для того чтобы задать комплекс программ как систему, необходимо и достаточно задать описание всех входящих в нее элементов и описать взаимодействие между ними. Элементами описываемой системы являются программные компоненты, представленные в виде специальных библиотек или ранее используемых фрагментов функциональных программ. Элементы в общем случае могут представлять задание агрегата в виде его программной реализации в соответствующей вычислительной среде. Связи между компонентами должны удовлетворять требованиям, обусловленным информационными потоками в комплексе программ, описывающих соответствующие состояния информационной системы [2].

С учетом перечисленных ограничений на класс рассматриваемых программ корректным будет следующее описание.

Пусть  $A$  – некоторое непустое множество;  $\{j_1^n, j_2^n, j_3^n, \dots, j_s^n, \dots\}$  – система  $n$ -отношений на множестве  $A$ . С каждым  $n$ -отношением  $j^n$  на множестве  $A$  можно сопоставить  $n$ -местную логическую функцию (предикат)  $P^n: A^n \rightarrow \{И, Л\}$  так, что  $P^n(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in}) = И$ , тогда и только тогда, когда выполняется  $n$ -отношение  $j^n(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in})$ , где  $И, Л$  - логические значения истины и лжи соответственно,  $(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, a_{in}) \in A$ . Множество предикатов  $P^n: A^n$  определяет условия активизации соответствующих компонент.

Такой метод описания моделирующих программ предпроектного анализа информационных систем позволяет опереться на формальный аппарат алгоритмических алгебр В. М. Глушкова.

Отличие описываемой системы задания взаимодействующих компонент через функции предикатов на непустом множестве от традиционных методов описания функциональных программ состоит в том, что:

- не накладываются ограничения на полное задание логической функции предиката (частичная определенность);
- существует возможность задания множества логических функций, адекватно описывающих отображение  $P^n: A^n \rightarrow \{И, Л\}$  (многоверсионное задание предиката).

В этом случае можно говорить о модели комплекса программ, которые должны быть проверены при переходе на новую программно-аппаратную платформу. Моделью будем называть систему, состоящую из множества  $A$  и определенной на данном множестве совокупности предикатов  $\Pi = \{p_s^n | s = 1, 2, \dots\}$ .

Множество  $A$  будем называть основным множеством данной модели; предикаты, принадлежащие к  $\Pi$ , – ее основными предикатами; последовательность  $n_1, n_2, \dots, n_s, \dots$  - типом модели, а  $\Pi = \{p_s^n | s = 1, 2, \dots\}$  – сигнатурой.

Модель  $M_{A_1} = \langle A_1; \Pi_1 \rangle$  (где  $A_1$  - непустое подмножество  $A$ ;  $p_1^n \in \Pi_1$  – предикат на множестве  $A_1$ , индуцированный предикатом  $p_1^n \in \Pi$ ) будем называть подмоделью модели  $M_A = \langle A; \Pi \rangle$ . Множество однотипных подмоделей образует класс моделей по данному типу.

Для комплексов функциональных программ сложных информационных систем наличие изо-



морфных подмоделей соответствует режиму избыточности и возможности переиспользования соответствующих фрагментов. Построение модели на основе версий компонент сводится к формированию цепочек преобразований.

Построение функциональных отношений для взаимодействующих компонент моделирующих программ производится в процессе синтеза программы. Порождаемая программа может быть рассмотрена как расширяемое множество компонент, исходное множество которых определяется множеством начальных конструкций языка задания программ. Это могут быть как обычный язык программирования, так и сборки функциональных программ на основе специализированных библиотек. Цепочки операторов над исходным множеством элементов формируют расширяемое множество компонент с их частично определенными функциональными отображениями. Следовательно, множество проверок программ будет определяться таким множеством цепочек выполнения, чтобы обеспечить требуемый уровень покрытия функций отношений на предикатном уровне.

Задание множества проверок требует решения двух взаимосвязанных задач:

1. Определение множества проверок заданного предиката активизации программного комплекса.
2. Определение правила, при котором функциональный компонент считается успешно выполненным.

Вторая задача больше относится к области применения вычислительных средств и решается способами соответствующих подборов признаков успешного завершения и эталонных результатов.

В ходе проведения расчетов встает вопрос об оценке функции чувствительности целевых функций поведения информационных систем к отдельным факторам (множеству факторов). Требование системного подхода к выводу свойств и целей системы из свойств и целей ее элементов вызывает необходимость построения системных целевых функций, чувствительных к свойствам элементов системы [1].

Обозначим функцию цели –  $y$ . Будем считать, что абсолютная функция чувствительности цели к изменению параметра  $x_i$  системы равна соответствующей частной производной  $S_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$ ; частное отклонение  $\Delta y_i = S_i \Delta x_i$  и полное отклонение

$$\Delta y = \sum_{i=1}^N S_i \Delta x_i,$$

где  $N$  – число рассматриваемых элементов в системе (подсистеме, уровне).

Функции чувствительности и отклонения во временной области (в динамических системах), соответственно, запишутся в следующем виде:

$$S_i = \frac{\partial y(t)}{\partial x_i}, \Delta y_i(t) = S_i(t) \Delta x_i, \Delta y(t) = \sum_{i=1}^N S_i(t) \Delta x_i.$$

Первую задачу – определение множества проверок заданного предиката активизации программного комплекса – можно решать методами формирования тестовых примеров для логических функций, например, методами классификации моделей программ. В качестве критерия правильности работы комплекса программ может служить сравнение функционирования на предыдущей (А) и проверяемой (В) программно-аппаратных платформах.

В рамках однотипных классов моделей может быть рассмотрен вопрос об отношениях между моделями [2].

Однотипные модели  $M_A = \langle A; \Pi \rangle$  и  $M_B = \langle B; \Pi \rangle$  (где  $\Pi = \{p_s^n | s = 1, 2, \dots\}$ ,  $\Pi_1 = \{q_s^n | s = 1, 2, \dots\}$ ) будем называть изоморфными, если существует взаимно-однозначное отображение  $G$  множества  $A$  на множество  $B$  такое, что для любого  $s = 1, 2, \dots$  предикат  $p_s^n(a_1, a_2, a_3, \dots, a_{ns})$  справедлив тогда и только тогда, когда выполняется предикат

$q_s^n((a_1)G, (a_2)G, \dots, (a_{n_s})G)$  для произвольных  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n_s} \in A$ . Отображение  $G$  в этом случае соответствует изоморфизмам  $M_A = \langle A; \Pi \rangle$  и  $M_B = \langle B; \Pi_1 \rangle$ .

Для реальных программных комплексов множество  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n_s} \in A$  является огромным, и обеспечить перебор всех возможных условий в режиме испытаний фактически невозможно. Поэтому воспользуемся свойством иерархичности программных комплексов. С учетом того, что по схеме деления программная система может быть расчленена на конечное число подсистем, получим первый уровень тестовых примеров, где  $p_s^n(a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n_s})$  позволяет воспользоваться полным перебором условий.

Разбивая подсистемы на конечное число более мелких подсистем, получим большее количество управляемых при тестировании предикатов. В результате конечного числа шагов по детализации подсистем получим множество примеров, расширение которых будет порождать недопустимое (по критерию выделенных ресурсов) множество проверок.

Учет возможности проведения классификации подмоделей по данному типу (по допустимой последовательности применения различных отношений на  $A$ ) позволяет определять границы применимости разрабатываемых методов создания и компонентов моделирующих программ и ограничиваться рассмотрением комплексов моделей одного класса.

Приведем наиболее распространенный пример анализа функционального программного комплекса, когда на развитие каждого уровня системы выделяются ограниченные средства и требуется найти их наилучшее использование – оптимальное распределение в пространстве составляющих элементов. При этом функция цены должна зависеть не только от номера элемента, но и от уровня (значения) параметра, его определяющего. Такой характер функционала затрат в наибольшей степени отвечал бы принципу возрастания затрат по мере возрастания характеризующего элемент свойства, а сведение этого свойства до уровня максимального значения было бы практически невозможно (потребовались бы бесконечные ресурсы). При этом появляется возможность найти рациональное распределение свойств элементов некоторого уровня иерархии системы, когда возможно достичь требуемого уровня соответствия цели системы.

Вместе с тем приведенный материал очередной раз показывает невозможность полной проверки сложных функциональных программ при переходе на новую программно-аппаратную платформу. Бесконечная размерность предикатной функции позволяет ставить конструктивно вопрос только о проверках верхних уровней иерархии функциональных программ. Из этого следует, что при переходе на новую программно-аппаратную платформу требуется не только проводить контрольное тестирование на всех режимах взаимодействия привлекаемых библиотек и программных средств проектирования, но и иметь в виду то, что остаточные риски не будут нулевыми после проведенных проверок.

### Библиографический список

1. Парамонов Н. Б. Испытания при замене вычислительных средств сложных технических систем // Вопросы радиоэлектроники. – 2011. – Т. 4, № 3. – С. 161–172.
2. Парамонов Н. Б., Морозов Ю. В., Минин И. В., Токарев Д. А., Парамонов Ю. Н. Моделирование информационных систем на разнесенном стенде // Вопросы радиоэлектроники. – 2014. – Т. 4, № 3. – С. 160–170.

**СОСТОЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ БАЗЫ, ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ,  
ПУТИ РЕШЕНИЯ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
КОМПЛЕКСНОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ**

**Гончаров А. Н.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Асеев А. М.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Демченко А. П.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается текущее состояние экспериментально-испытательной базы в части касающейся комплексной испытательной моделирующей установки, использующей опытно-теоретический метод испытаний. Рассматриваются проблемные вопросы, возникшие при длительной эксплуатации, а также возможные пути их решения. Определены основные перспективы дальнейшего развития и модернизации как аппаратного, так и программного обеспечения.

**Ключевые слова:** экспериментально-испытательная база, моделирующая установка, опытно-теоретический метод испытаний, полунатурный эксперимент, имитационные модели, испытание образцов ВВСТ.

Полнота и достоверность результатов полигонных испытаний образцов вооружения военной и специальной техники (ВВСТ) ПВО достигается в том случае, если в процессе испытаний создается среда адекватная той, в которой опытными образцами ВВСТ ПВО предстоит функционировать. Это означает, что необходимо создать группировку подчиненных, взаимодействующих и вышестоящих комплексов средств автоматизации (КСА) и соответствующую воздушную обстановку. Однако, проведение натурных испытаний с использованием всей совокупности указанных средств, требует привлечения значительных финансовых затрат, а в ряде случаев вообще не осуществимо. Поэтому последние десятилетия важное место в системе полигонных испытаний занял опытно-теоретический метод (ОТМ) испытаний. Суть ОТМ заключается в том, что основной объем проверок испытываемых образцов ВВСТ на соответствие требованиям тактико-технического задания (ТТЗ) осуществляется с помощью средств моделирования, а полученные результаты подтверждаются небольшим объемом натурных экспериментов.

Комплексная испытательная моделирующая установка (КИМУ) предназначена для проведения испытаний комплексов средств автоматизации командных пунктов и автоматизированных систем управления ПВО и позволяет в большинстве случаев заменить реальные самолетовылеты и пуски управляемых ракет модельными, проводить испытания КСА КП и АСУ ПВО в составе группировки, в которой полностью или частично реальные ее элементы заменяются моделями [1].

На рисунке 1 представлена схема КИМУ использующая ОТМ испытания.

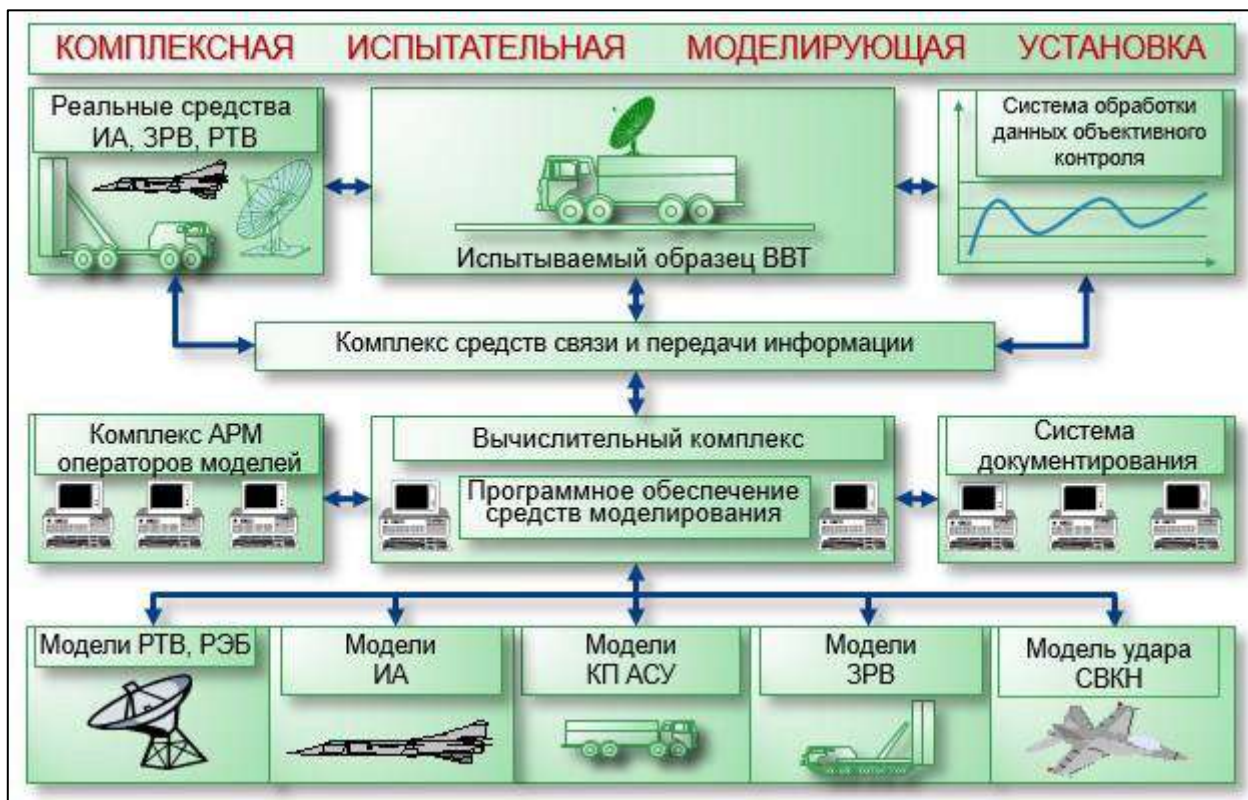


Рис. 1. Комплексная испытательная моделирующая установка

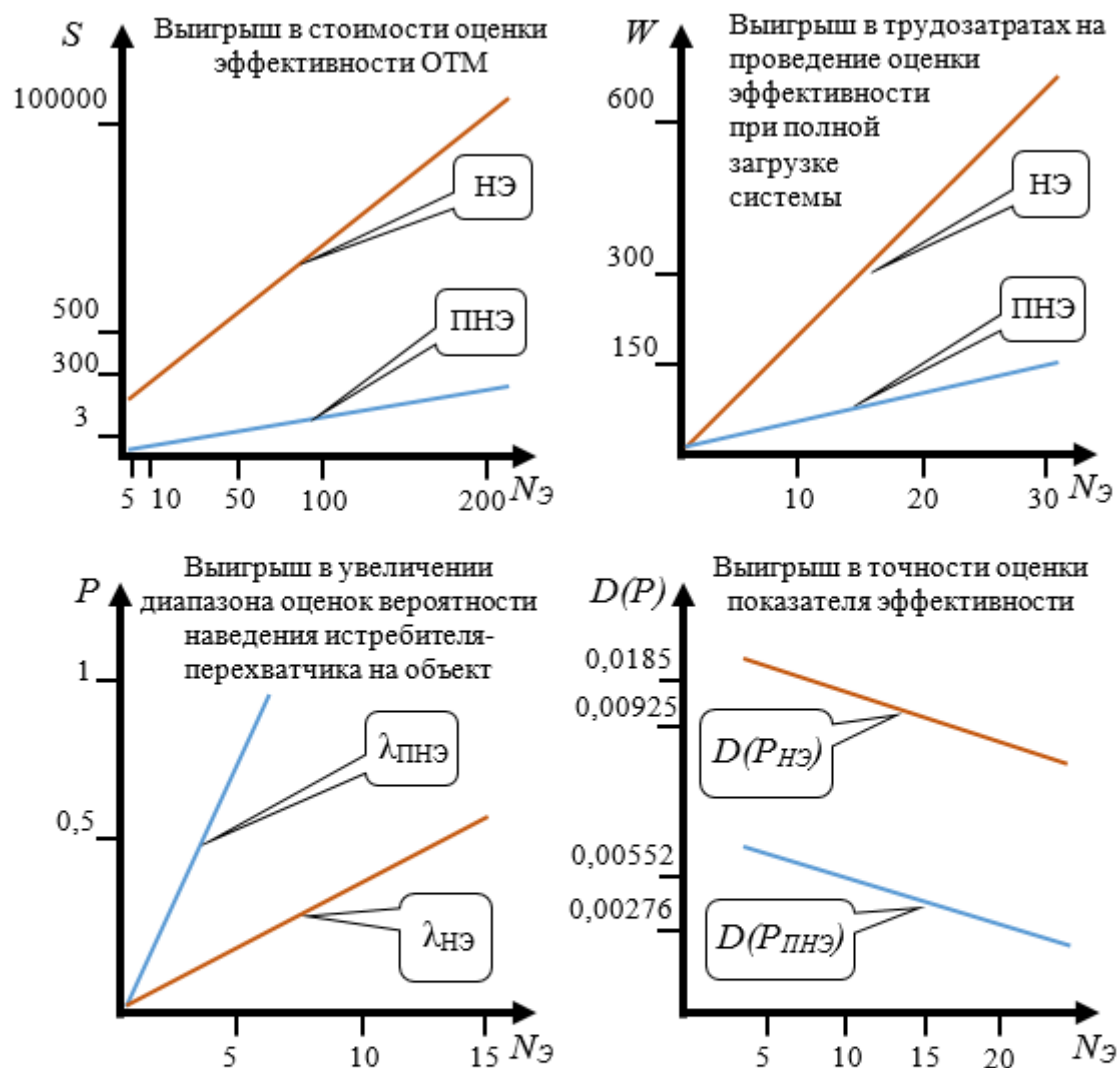
Сложившаяся практика проведения испытаний образцов ВВСТ ПВО на полигоне с применением КИМУ предполагает сочетание натуральных экспериментов (НЭ) (пусков, облетов) и полунатурных экспериментов (ПНЭ) с привлечением средств моделирования. Результаты эффективности применения ОТМ испытаний ВВСТ с помощью КИМУ представлены на рисунке 2.

Таким образом, наиболее приоритетным направлением оптимизации процесса испытаний остается увеличение объема ПНЭ с привлечением средств моделирования. При этом, наиболее эффективным инструментом реализации метода полунатурного моделирования являются аппаратно-программные испытательные моделирующие комплексы межвидового применения КИМУ.

При этом необходимо отметить, что принцип многократного дублирования, резервирования и распределения в локальной сети, заложенный при разработке КИМУ на базе ПЭВМ, позволяет проводить испытания без снижения надежности в случае выхода из строя отдельных ее элементов.

Комплекс средств связи и передачи данных (КСС и ПД) способен в полном объеме выполнять свою роли при испытании, доработке средств управления ПВО старого парка, однако его возможности по взаимодействию с вновь создаваемыми средствами ВВСТ ПВО, использующих возможности современных телекоммуникационных технологий, несколько ограничены.

Аппаратура КСС и ПД при проведении ПНЭ последовательно включена в работу и определяет возможность сопряжения комплексных моделей КИМУ с объектами испытаний. Средства и линии связи, используемые на КСС и ПД, разрабатывались и внедрялись в середине прошлого века, морально и физически устарели.



$\lambda_{НЭ}$ ,  $\lambda_{ПНЭ}$  – диапазон оценки наведения на объект при НЭ и ПНЭ;  
 $P$  – диапазон оценки наведения на объект;  
 $D(P)$  – дисперсия оценки определяемого показателя;  
 $D(P_{НЭ})$ ,  $D(P_{ПНЭ})$  – средняя дисперсная оценка определяемого показателя при проведении НЭ и ПНЭ;  
 $S$  – стоимость испытаний (тысяч рублей);  
 $N_{Э}$  – число экспериментов;  
 $W$  – трудозатраты на проведение, обработки и анализа эксперимента (чел/дней).

Рис. 2. Результаты эффективности применения ОТМ с помощью КИМУ

Для дальнейшего развития и совершенствования экспериментально-испытательной базы (ЭИБ) необходимо решить следующие основные проблемные вопросы:

- необходимо создать телекоммуникационную подсистему на базе существующей сети связи и аппаратуры разработанного изделия, для обеспечения обмена информацией между элементами испытываемой системы, в том числе аренда требуемого количества каналов связи ЕСЭ РФ, поставка дополнительного оборудования (средств связи) для организации доступа в закрытый сегмент связи передачи данных;

- поставить в состав ЭИБ КСА (или разработать модели этих средств) органов управления стратегического, оперативно-стратегического и оперативного звена, средств единой системой организации воздушного движения РФ;
- поставить руководящие документы, определяющие организацию боевой работы, боевого дежурства и тренажа в объединениях и соединениях ВКС, СВ, ВМФ, а также нормативных документов, определенных требованиями ТТЗ на опытно-конструкторские работы;
- создать различные конфигурации фрагментов группировок КСА и ЗРС, а также обеспечение оперативно-командной связью, обмена телекодовой информацией, доведение сигналов боевого управления.

Данные вопросы свидетельствуют в пользу необходимости проведения целого ряда работ по модернизации имитационно-моделирующего комплекса в системе полигонных испытаний, как в плане совершенствования его лабораторной базы, так и в отношении совершенствования его программного обеспечения, как общего, так и функционального.

Учитывая, что на полигоне прошли испытания большое количество образцов для оценки, которых, как правило, необходимо было создание различных фрагментов группировок, а также их участие в летно-тактических учениях боевой подготовки, демонстрационных показах с боевой стрельбой, нужно иметь гибкий аппарат для обеспечения возможности создания различных конфигураций.

Основную роль при этом играет система передачи информации и система связи, как ее основной элемент, главной задачей которой является обеспечение оперативно-командной связью, обмена телекодовой информацией, доведение сигналов боевого управления.

В настоящее время плановое развитие информационно-телекоммуникационной инфраструктуры ВС РФ предусматривает построение объединенной автоматизированной цифровой системы связи ВС РФ. В связи с этим аппаратура и каналы связи стационарных и подвижных (полевых) УС пунктов управления МО РФ и УС министерства связи РФ активно переводятся на цифровые технологии обработки и передачи информации, которые внедряются и в перспективные АСУ ПВО. Резко увеличивается информационный поток обмена данными, передача видеoinформации в реальном масштабе времени, внедрение средств шифрования передаваемой информации. Такое развитие телекоммуникационных каналов и современной элементной базы, применение их в средствах и сетях связи могут в ближайшем будущем привести к тому, что без модернизации системы связи возникнет проблема стыковки (сопряжения на сетевом уровне) существующей аппаратуры старого парка опытного участка с испытываемыми образцами ВВСТ. И, следовательно, ограничение возможностей в полноценном проведении испытательных и исследовательских работ по тематикам перспективных АСУ ПВО. Модернизация КССПД позволит обеспечить новые качественные свойства системы связи и передачи данных в КИМУ. Итак, для обеспечения возможности организации испытаний перспективных средств необходимо оснащение КССПД КИМУ современными телекоммуникационными средствами с возможностью интеллектуального управления связью, организационно объединенными в комплексную аппаратную связи. В качестве примера, на рисунке 3 представлена схема перспективного цифрового комплекса передачи данных КИМУ.

Выбор технических средств, для построения КИМУ следующего поколения во многом определяется требованиями программной среды, на которой эти средства будут развернуты. За годы применения КИМУ на базе ПЭВМ эти требования остались неизменными – такие как многозадачность, многопользовательский интерфейс, поддержка сети в реальном времени, соответствие требованиям Закона РФ о защите информации.





Рис. 3. Перспективный узел связи КИМУ

С учетом имеющейся библиотеки разработанных и принятых в эксплуатацию моделей в ОС QNX 4.25 рациональным является переход к ОС нового поколения QNX 7.0 под названием «Нейтрино» [2]. Эта ОСРВ предусматривает комплексную, многоуровневую модель защиты, основанную на передовых технологиях функциональной и информационной безопасности, микроядерную архитектуру, адаптивное квотирование ресурсов и менеджер высокой готовности. Ключевые особенности QNX 7.0 многоуровневая система безопасности (гибкость политик безопасности, защита среды исполнения, безопасная загрузка ПО), проектирование с учетом требований по безопасности, увеличение вычислительной мощности (поддержка 32-Bit и 64-Bit CPU, поддержка графических процессоров), современные инструменты разработки и отладки программного обеспечения (ПО) [2].

Помимо перехода КИМУ на более технологическую ОС, необходимо, в связи со сложившимися объективными условиями, разработать (доработать) комплекс программ функционального назначения в следующих основных направлениях:

- в отношении модели хода боевых действий средств вероятного противника предполагается провести комплекс мероприятий по обеспечению моделирования боевых действий противника морского и наземного базирования в условиях высокой динамичности изменения боевого порядка;
- решить задачи моделирования работы элементов группировки противника в условиях активных боевых действий обороняющейся стороны, приводящих к выводу из строя отдельных элементов группировки противника и, в связи с этим, изменение сценария поведения противника в ходе моделирования конфликтной ситуации взаимодействующих сторон;

- расширение библиотеки моделей, средств обеспечивающих разведывательные мероприятия обороняющейся стороны, сопряжено с необходимостью разработки программ моделей: наземные и морские средства радиолокации и радиотехнической разведки, станции загоризонтного обнаружения, беспилотных средств и систем, обеспечивающих ведение противоракетной разведки для решения задач ПРО;
- в отношении моделирования боевых действий активных средств обороны, помимо традиционных, необходимо провести работы, обеспечивающие моделирование боевых действий по целям не только воздушно-космического нападения, но и по объектам противника наземного и морского базирования, в том числе и при решении задачи ПРО.

Основные перспективы дальнейшего развития КИМУ:

- отработка вариантов боевого применения АСУ ПВО в составе различных группировок ПВО;
- проведение исследовательских, показательных и тренировочных учений с группировками разнородных сил и средств ПВО по отражению массированных ударов средств воздушно-космического нападения;
- создание на базе КИМУ комплексного моделирующего тренажера для тренировки боевых расчетов КСА КП ПВО, для этого проведены предварительные исследования;
- предоставление возможности проведения экспресс-анализа функционирования испытываемого образца ВВСТ и боевого расчета по отдельным параметрам;
- модернизация технических средств вычислительного комплекса КИМУ путём замены на более совершенные ПЭВМ, отвечающие современным требованиям по их характеристикам, реорганизации локальной вычислительной сети КИМУ с применением высокоскоростной среды передачи;
- оснащение КССПД КИМУ современными техническими средствами для испытаний перспективных образцов ВВСТ по всем типам каналов связи, с возможностью их наращивания;
- переход на новую операционную систему реального времени и современную среду разработки ПО. Переработка существующего ПО и его реализация в новой операционной среде;
- предоставление возможности сопровождения, модернизации и разработки необходимых программных компонентов (имитационных моделей, элементов общего программного обеспечения) силами эксплуатирующей организации и введения их в состав ПО КИМУ. Определение порядка разработки ПО и сертификации вновь разработанных имитационных моделей;
- на основе теории нечетких множеств и приемов и методов искусственного интеллекта определить пути совершенствования технологии подбора математического аппарата для решения задачи моделирования сложных динамических систем специального назначения.

Подводя итоги, хочется отметить, что образцы вооружения, которые сегодня поступают на испытания, сами по себе являются уникальными. Они первые опытные образцы, построенные на современных технологиях. Поэтому та экспериментальная база, которая обеспечивает эти испытания, должна быть либо на уровень выше, либо быть на уровне с тем техническим состоянием, в котором приходит образец на испытания. Отсюда следует вывод, что требуется экспериментальную базу постоянно наращивать и развивать.

#### **Библиографический список**

1. Цыбулин А. М. На экране – виртуальная реальность // Армейский сборник. – 1999. – № 5. – С. 64–68.
2. SWD Software Ltd. Новости мира QNX // SWD Software Ltd. – официальный дистрибьютор QNX на территории России и СНГ. – Режим доступа: <http://www.swd.ru/index.php3?pid=258&nid=968>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 31.03.2020).



## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ

**Гончаров Д. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Павлухин П. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Гончаров И. Л.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Пупа В. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной статье оценивается возможность автоматизации некоторых этапов управления авиацией при полётах в ближней зоне, а также оценивается целесообразность автоматизации определённых процессов управления.

**Ключевые слова:** Управление авиационными комплексами в ближней зоне, автоматизация процесса управления, комплекс средств руководства полетами.

**Введение.** В настоящее время автоматизация процессов управления приобретает небывалый подъём. Уровень развития современной вычислительной техники позволяет рассматривать возможность автоматизации таких процессов, которые, как считается, не могут быть автоматизированы в принципе. К таким процессам, до недавнего времени, относилось управление самолётами (воздушными судами) в ближней зоне. Ближняя зона – это воздушное пространство в радиусе 50–75 км от аэродрома, управление в котором обеспечивается комплексом средств радиотехнического обеспечения полетов (РТО), развернутом на аэродроме. В существующих АСУ авиацией введено понятие «зона действия аэродромных средств» радиусом 75 км от аэродрома, на который решается задача «привод».

**Комплекс средств радиотехнического обеспечения полетов.** Комплекс средств РТО обеспечивает взлет и посадку самолетов в простых и сложных метеорологических условиях днем и ночью.

Основными элементами комплекса являются: оборудование системы посадки (угломерные радиотехнические системы и комплекс аэродромного светотехнического оборудования – ОСП), радиолокационные системы посадки (РСП), угломерно-дальномерная радиотехническая система, радиотехническая система ближней навигации (РСБН), радиомаячная система посадки (РМС, ПРМГ), командно-диспетчерский пункт (стартовый командный пункт), средства радиосвязи.

Оборудование системы посадки (ОСП) включает в свой состав приводные аэродромные радиостанции (ПАР), автоматический радиопеленгатор (АРП), кодовый неоновый светомаяк (КНС) и световое оборудование (комплекс аэродромных огней и прожекторные станции).

Приводные аэродромные радиостанции являются радиомаяками непрерывного излучения и совместно с самолетными радиокompасами образуют угломерную систему, обеспечивающую непрерывное получение текущего значения курсового угла радиостанции (КУР).

Автоматические радиопеленгаторы обеспечивают получение пеленга на работающую радиостанцию самолета с точностью  $\pm 2^\circ$  при дальности действия до 150 км.

Радиолокационная система посадки (РСП) служит для контроля и управления движением самолетов в районе аэродрома, их опознавания и вывода на ВПП в простых и сложных метеоусловиях днем и ночью со снижением до высоты 30–50 м путем подачи команд экипажам самолетов при помощи УКВ радиостанций КДП (СКП) и входящих в состав РСП.

В состав системы входит диспетчерский радиолокатор (ДРЛ) с дальностью действия до 80–150 км и посадочный радиолокатор (ПРЛ) с дальностью действия не менее 30 км. Он предназначен для контроля за положением самолета в пространстве относительно курса посадки и глиссады планирования.

Радиотехническая система ближней навигации (РСБН) предназначена для непрерывного определения координат (азимута и дальности) на самолете и на земле, привода самолета в любую заданную точку с указанием момента прохода этой точки, полета по маршруту и выполнения предпосадочного маневра. Дальность действия системы на больших высотах достигает 500 км. Определение местонахождения самолета осуществляется по принципу радиолокации с активным ответом.

Радиомаячные системы посадки (РМС) самолетов предназначены для обеспечения захода на посадку самолетов, оборудованных бортовой аппаратурой РСБН, и обеспечивают управление самолетами до высоты принятия решения (ВПР) 30–60 м.

Основные элементы системы – курсовой и глиссадный радиомаяки (КРМ и ГРМ), которые создают в пространстве равносигнальные зоны по курсу и глиссаде. Посадка самолета осуществляется летчиком по показаниям двух стрелок командно-пилотажного прибора (КПП). Вертикальная стрелка реагирует на сигналы КРМ (они принимаются самолетным курсовым приемником) и указывает на положение самолета относительно курса посадки (оси ВПП), а горизонтальная стрелка указывает на положение самолета относительно глиссады планирования (сигналы принимаются самолетным глиссадным приемником).

В ближней зоне, кроме зоны посадки, могут располагаться пилотажные зоны, полигоны для отработки задач боевого применения авиационных средств поражения и маршруты полетов для отработки задач самолётовождения. Управление самолётами в ближней зоне осуществляется группой руководства полётами (ГРП) глазомерно с использованием информации, поступающей от аэродромных средств радиотехнического обеспечения (РТО) полётов. Автоматизация процесса управления полётами в ближней зоне должна предусматривать возможность выполнения расчётов для следующих задач: управление самолётами на маршрутах, вывод на полигон в район цели, обеспечение безопасности полётов, формирование потока самолётов для захода на посадку.

Если в существующих АСУ авиацией (ПН АСУ) первые три задачи в той или иной степени реализованы и могут быть оптимизированы под автоматизацию процесса управления полётами в ближней зоне, то формирование потока самолётов для захода на посадку задача, решаемая исключительно руководителем ближней зоны (РБЗ) из расчёта группы руководства полётами (ГРП).

В ТТЗ на созданную и проходящую в настоящее время испытания автоматизированную систему управления полётами, навигации, посадки и связи для военных аэродромов РФ (АСУП НПС «Рейс-2000») предполагается решение этой задачи.

Как нам известно, любая АСУ предполагает наличие системообразующего комплекса с определённым вычислительным ресурсом и базой данных, необходимых для успешного функционирования

системы по своему назначению. Элементы, входящие в состав системы, должны функционировать в едином алгоритме под общим управлением системообразующего комплекса.

В АСУП НПС «Рейс-2000» таким комплексом должен стать комплекс средств руководства полётами (КСРП). Однако в настоящее время работы в этом направлении ещё находятся в стадии проработки, исследований и согласований. Испытания КСРП, не смотря на его потенциальные возможности, пока проводятся на уровне решения задач комплекса ВИСП-75, основной «рабочей лошади» ГРП на военных аэродромах СССР и стран Варшавского Договора.

Учитывая то обстоятельство, что «Рейс-2000» практически первая попытка создания АСУ такого предназначения, попробуем провести анализ некоторых аспектов возможности автоматизации процесса управления полётами в ближней зоне в целом и формирования потока самолётов, заходящих на посадку в частности. Процесс управления начинается с приёма на управление.

В существующих АСУ авиацией (35К6, 95К6, 45Л6-1 и др.) процесс автоматизированного приёма-передачи управления подразумевает наличие каналов управления на передающем и принимающем пункте управления (ПУ). В общем виде этот процесс организован следующим образом. Информация о летательном аппарате из канала управления передающего ПУ переносится в свободный канал управления принимающего ПУ с одновременной выдачей целеуказаний и распоряжений на радиотехнические средства принимающего ПУ, если они не являются общими для обоих ПУ. В канале управления автоматизировано производятся необходимые расчёты с формированием набора команд управления и передачей их на борт по каналам КРУ (СПК). После получения подтверждения от принимающего ПУ о занятии канала и принятии ЛА на управление, на передающем ПУ канал «чистится», т. е. вся информация из него удаляется и он переводится в категорию «свободный боеготовый канал».

Таким образом мог быть организован процесс приёма-передачи управления между командным пунктом авиационного полка, оснащённым, к примеру, КСА 82С6 из состава АСУ 95К6 и КДП (СКП) аэродрома, оснащённым КСРП из состава АСУП НПС «Рейс-2000». Но в «Рейс-2000» пока не реализовано поканальное управление с передачей команд на борт, как в существующих АСУ авиацией. Поэтому передача управления взлетевшего самолёта с КДП на КП иап, до внедрения системы ОСНОД, пока производится в соответствии с существующим порядком. Приём управления на КДП, оснащённым КСРП от КП иап, оснащённым КСА может производиться аналогично приёму на неавтоматизированном ПУ от ПУ, оснащённого КСА. Если ПУ неавтоматизированный, то все необходимые расчёты производятся штурманом боевого управления глазомерно с выдачей команд экипажу по каналам голосовой связи. При проведении штурманских расчётов могут использоваться формулы устного счёта, простейшие штурманские приспособления и вычислительные средства. В вычислительные средства, для производства необходимых расчётов, вводятся исходные данные. Исходные данные могут поступать и от сопрягаемых средств, в реальном масштабе времени. Результаты вычислений, в этом случае, отображаются на экране штурмана ПУ для принятия им решения при управлении (наведении). Такой принцип, например, используется в неавтоматизированном ПН, выполненном на базе ВИП-117М3. Исходные данные в виде информации о пространственном положении воздушных объектов, курсе, скорости полёта, признаке государственного опознавания и информации САЗО поступают от сопрягаемых с ВИП-117М3 радиолокационных станций.

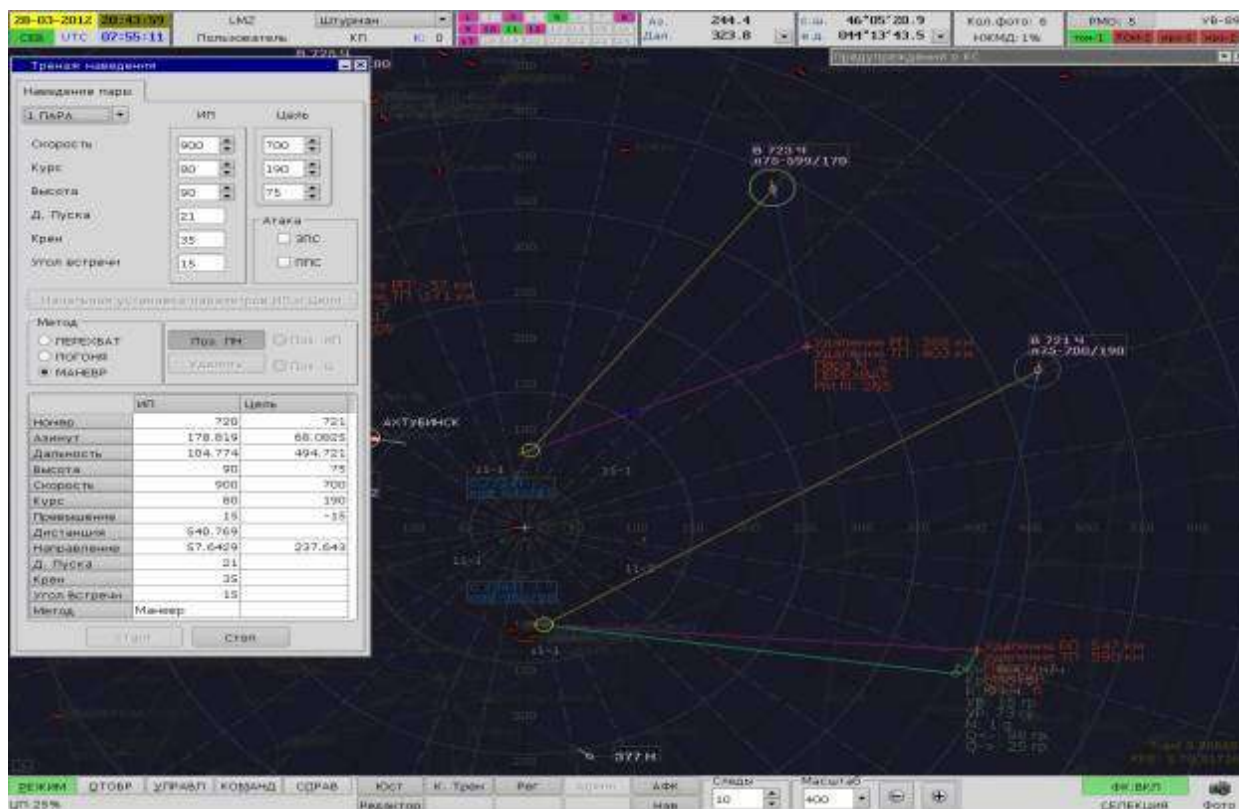


Рис. 1. Вид экрана РМ штурмана ПН на базе ВИП-117М3 при наведении

По аналогичной схеме может осуществляться взаимодействие между КП иап и КДП (СКП) при решении задачи «привод» на автоматизированном ПН, взаимодействующим с КСА КП иап.

После передачи управления самолётом руководителю ближней зоны из дальней зоны, где пространственное местоположение самолёта контролировалось подразделениями РТВ, пространственное положение самолёта, курс, скорость и высота контролируются аэродромными средствами РТО. Информация о номере борта (№), количестве оставшегося на борту топлива (Gт), барометрической высоте полёта (Нбар) и признак «Беда» поступает от бортовых средств активного ответа через РСР. Эти параметры и будут являться исходными данными, поступающими в вычислительный комплекс КСРП. Работа всех средств РТО в едином алгоритме должна обеспечить проведение необходимых расчётов для автоматизированного определения способа захода на посадку и формирование потока заходящих на посадку самолётов, обеспечивая экипажам выход на посадочный курс в необходимой последовательности, на безопасных дистанциях, с возможностью дальнейшего снижения на установленных режимах. РБЗ производит опознавание самолёта по активному ответу или с помощью АРП на канале пеленгации. Кроме того, под управлением РБЗ находятся самолёты, заходящие на посадку после выполнения задания в ближней зоне. Руководитель ближней зоны, исходя из обстановки, определяет способ захода на посадку и подачами команд экипажу на изменение параметров полёта, производит вывод самолёта в зону посадки с передачей управления РЗП. РЗП производит управление самолётом по курсу и глиссаде на посадке.

Для начала рассмотрим основные способы захода на посадку, определяемые документами, регламентирующими лётную работу: с предварительным выходом на ДПРМ (с прямой) и с рубежа начала снижения. Построение захода на посадку с предварительным выходом на ДПРМ, в зависимости от воздушной обстановки в районе аэродрома, предполагает применение следующих способов: разворотом на 180° (рис. 2), отворотом на расчетный угол (см. рис. 3), по малой коробочке (рис. 4), по большой коробочке (рис. 5).

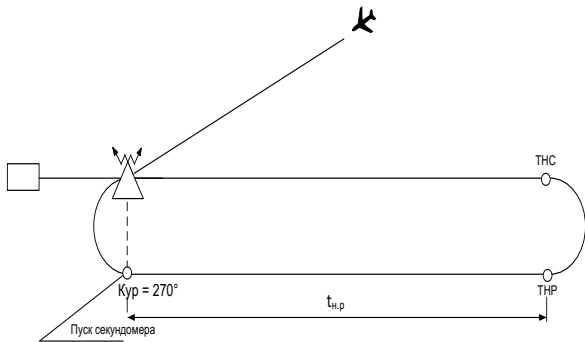


Рис. 2. Разворот на 180°

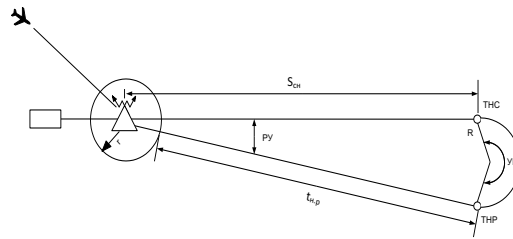


Рис. 3. Отворот на расчетный угол

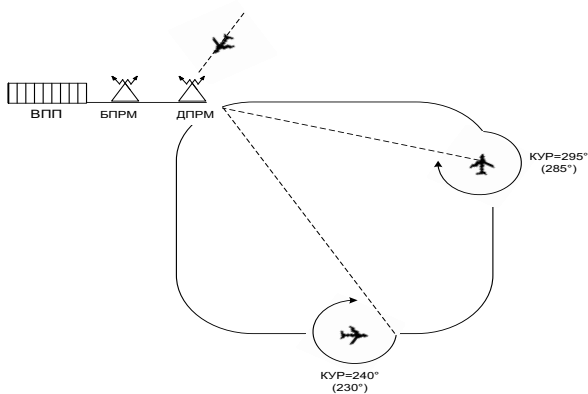


Рис. 4. По малой коробочке

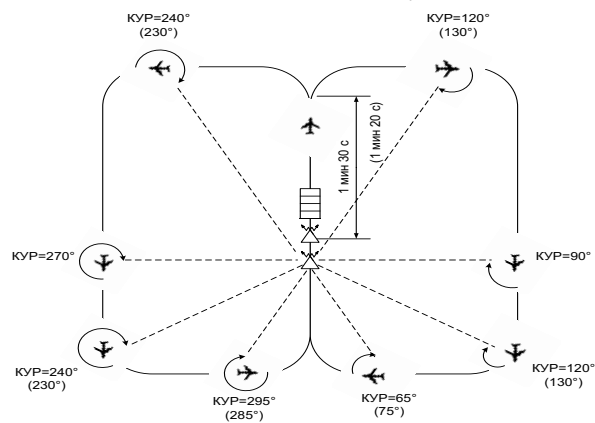


Рис. 5. По большой коробочке

Сущность способа захода на посадку с рубежа начала снижения заключается в том, что самолёт выводится в расчётную точку (РТ), лежащую в створе ВПП, с любой точки пространства по кратчайшему расстоянию на определённой высоте.

Рубеж начала снижения (РНС) – окружность с центром в РТ, совпадающая с окружностью разворота радиусом  $\ddot{R}_i$  (рис. 6).

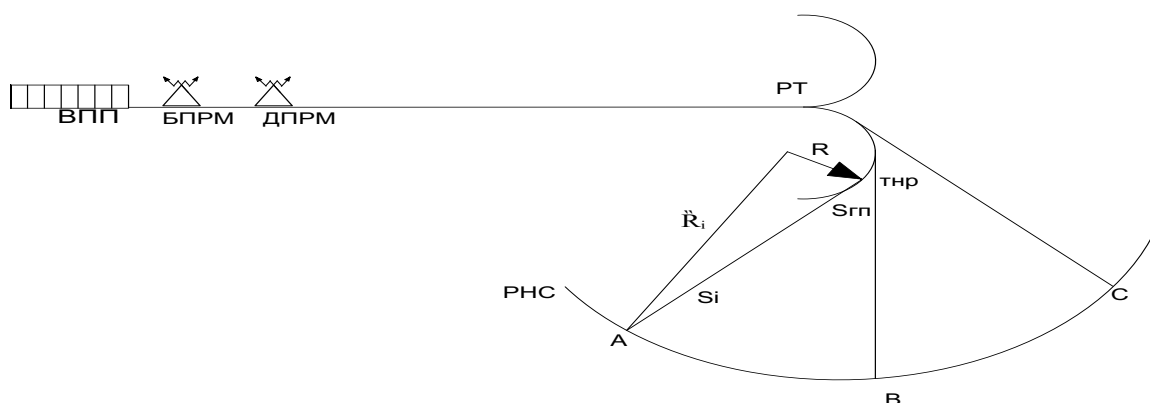


Рис. 6. Рубеж начала снижения

Из рисунка видно, что снижение из любой точки следует производить по касательной к полуокружности радиусом  $R$ , равным радиусу разворота на высоте выхода в РТ с  $\beta = 30^\circ$ .

Удаление точек А, В, С и т. д. от РТ должно обеспечивать снижение с высоты подхода (НРНС) до высоты расчётной точки (НРТ).  $\ddot{R}_i$  от любой точки начала снижения до центра окружности разворота будет величиной постоянной, определяемой по формуле (1):

$$\ddot{R}_i = \sqrt{R^2 + (S_i + S_{\Gamma\Pi})^2}. \quad (1)$$

НРТ обычно от 1 000 до 2 000 м. Эта высота обеспечивает пробивание облачности на последнем участке и выход под нижнюю границу облаков с курсом посадки на ДПРМ. Для расчёта удаления РНС весь диапазон разбивается на ступени через 2 000 м. Затем вычисляется время снижения ( $t\Delta H_i$ ) для каждой ступени по вертикальной скорости  $v_{y_i}$  и определяется горизонтальный путь самолёта  $S_i$ , проходимый за это время:

$$t\Delta H_i = \frac{\Delta H_i}{v_{y_i}}; \quad S_i = v_i \times t\Delta H_i, \quad (2)$$

где  $v_{y_i}$  – вертикальная скорость на  $i$ -той ступени снижения;

$v_i$  – средняя истинная скорость самолёта на  $i$ -той ступени снижения;

$S_i$  – горизонтальный путь самолёта на  $i$ -той ступени снижения.

Удаление РНС от точки начала разворота (ТНР) в РТ определяется суммированием горизонтальных участков по ступеням снижения:

$$S_{\text{ТР}} = \sum_{i=1}^n v_i \times t\Delta H_i + S_{\Gamma\Pi}. \quad (3)$$

При управлении посадкой с РНС последовательно решаются следующие задачи: определение курса снижения, определение момента выхода на РНС и перехода в снижение, контроль за снижением самолёта по направлению, контроль за положением самолёта относительно глиссады, определение момента начала разворота на посадочный курс. Результат расчёта траектории для захода на посадку с РНС заключается в изготовлении на листе плёнки палетки в масштабе индикатора, позволяющей руководителю ближней зоны определить момент перехода в снижение, курс снижения, а также момент начала разворота на посадочный курс. На каждую лётную смену командир определяет основной способ захода на посадку, однако в зависимости от полётного задания, остатка топлива, воздушной обстановки и других факторов, зачастую возникает необходимость в заводе экипажей на посадку различными способами. Так, например, при выполнении полётного задания, предусматривающего наведение (управление) в АСУ, при решении задачи привода на аэродром посадки в вычислительном комплексе ПН АСУ траектория строится таким образом, что самолёт выводится в зону действия аэродромных средств на высоте крейсерского полёта ( $H_{\text{кр}}$ ) с курсом в расчётную точку. На удалении от РТ, соответствующем  $S_i$  для единственной ступени снижения с  $H_{\text{кр}}$  до НРТ, на ПН формируется команда «Вертикаль-2» с указанием конечной высоты  $H_{\text{к}} = \text{НРТ} = 2\,000$  м.

Фактически в АСУ реализован способ захода на посадку с рубежа начала снижения. Выход в РТ с последующим выходом на глиссаду, заход на посадку до высоты  $40 \div 60$  м и удаления от ВПП  $500 \div 600$  м экипаж производит пилотированием в директорном (автоматизированном) режиме, либо в режиме САУ (автоматическом). По аналогичному алгоритму работают и бортовые комплексные радионавигационные системы (КРНС) в режимах «возврат» и «посадка». В этой ситуации руководитель ближней зоны принимает на управление экипаж самолёта, выполняющего полёт по программе снижения в автоматическом или автоматизированном режиме. В идеале руководителю ближней зоны достаточно только контролировать заход самолёта на посадку по реализованной в наземной АСУ или бортовой КРНС программе, выдавая экипажу справочную информацию. Но в реальной обстановке в ближней зоне одновременно может находиться большое число летательных аппаратов, что в значительной мере

усложняет воздушную обстановку. Решение определённой части задач по управлению в ближней зоне возлагается на офицеров боевого управления (ОБУ) из состава ГРП.

В условиях сложной воздушной обстановки в районе аэродрома руководителю ближней зоны, при формировании потока самолётов для захода на посадку, приходится осуществлять управление экипажами самолётов подачами команд на изменение параметров полёта голосом. В этом случае экипажи переходят на ручное пилотирование, выполняя команды РБЗ. Для успешного решения этой задачи руководителю ближней зоны необходимо одновременно обрабатывать большой объём информации и принимать единственно правильное решение, обеспечивающее формирование потока самолётов для захода на посадку в соответствии с правилами эшелонирования. Необходимо также учитывать и особенности захода самолётов на посадку в особых случаях, например при отказах авиационной техники, минимальном остатке топлива, отказах средств РТО полётов и др.

Рассмотрим возможность автоматизации процесса формирования потока самолётов, заходящих на посадку для идеальных условий. К таким условиям можно отнести проведение полётов одним авиационным подразделением на однотипных самолётах в соответствии с плановой таблицей, в простых метеоусловиях и без возникновения особых случаев и нестандартных ситуаций. Размеры зоны посадки и уровень подготовки РЗП и РБЗ можно привести к средним значениям: дальняя граница зоны посадки – 40 км, уровень РЗП – 3 борта, уровень РБЗ – 9 бортов. В этом случае автоматизация сводится к обработке некоторого объёма информации и проведения определённых расчётов с последующей выдачей результатов лицам ГРП и передачей управляющих сигналов на борт самолёта с целью наиболее оптимального построения предпосадочного манёвра для входа в поток заходящих на посадку самолётов. Учитывая то, что в АСУП НПС «Рейс-2000» отсутствует возможность формирования и передачи на борт управляющих сигналов, будем рассматривать как автоматизацию отображение на экранах РМ лиц ГРП результатов проводимых расчётов. Начнём с рассмотрения последовательности формирования выхода на посадочный курс заходящих на посадку самолётов и определим критерии выбора последовательности. Учитывая, что заход на посадку производится однотипными самолётами с одинаковыми посадочными характеристиками, критериями оценки в выборе последовательности вывода на посадочный курс (на глиссаду) могут служить удаление самолёта от аэродрома, остаток топлива на борту, курс полёта относительно посадочного и текущая высота полёта. Минимальная безопасная дистанция на посадочном курсе определена порядком эшелонирования воздушных судов в воздушном пространстве, установленном «Федеральными правилами использования воздушного пространства Российской Федерации», утверждёнными Постановлением Правительства РФ от 11.03.2010 г. № 138. Для наших условий определим дистанцию 10 км. В зоне посадки определим три расчётные точки на удалении, обеспечивающем установленный порядок эшелонирования и возможность работы РЗП среднего уровня подготовки. Высоты расчётных точек определим фиксированные: Нрт1 = 1000 м, Нрт2 = 1500 м, Нрт3 = 2000 м. На экранах АРМ лиц ГРП, на фоне карты местности с азимутальной сеткой и отметками дальности должна отображаться обстановка, содержащая информацию, обеспечивающую им выполнение своих функциональных обязанностей.

В формулярах воздушных объектов должна содержаться следующая информация: отметка самолёта с указанием направления полёта (курсовой чертой), №№ – номер борта, Инд – индекс (позывной) экипажа, VV – скорость полёта в км/мин, НН – высота в сотнях метров, GG – остаток топлива на борту (в %).

При управлении в ближней зоне ГРП оперирует не номером борта, а индексом (позывным) экипажа. Поэтому, для удобства управления экипажами в ближней зоне, целесообразно вместо номера отображать ИНД.

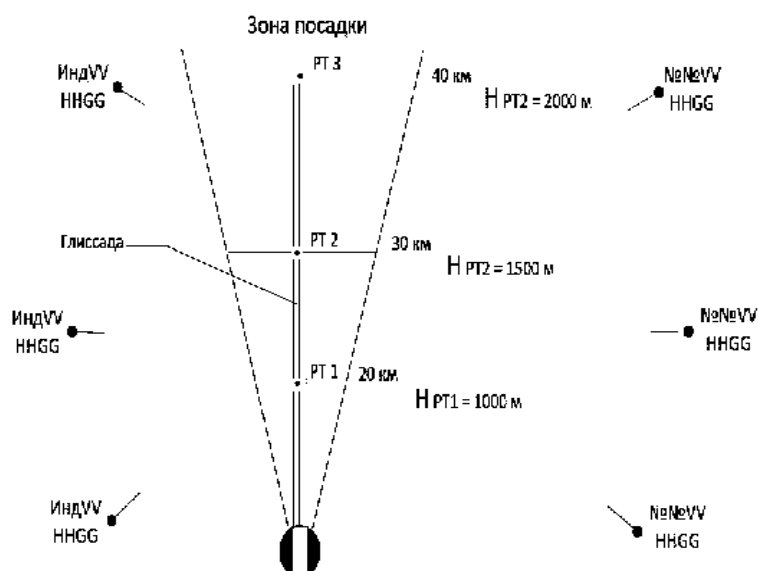


Рис. 7. Информация, отображаемая на рабочем месте руководителя ближней зоны, при формировании потока

Результаты расчётов должны отображаться в виде траектории предпосадочного маневра от формуляра местоположения самолёта до РТ на глиссаде с указанием расчётного времени посадки. Фактически, изображение на экране будет представлять собой интерактивную палетку реального масштаба времени и большей информативности. Исходя из имеющейся информации, РБЗ будет формировать поток самолётов для захода на посадку, обеспечивая экипажам выход на посадочный курс в необходимой последовательности, на безопасных дистанциях с возможностью дальнейшего снижения на установленных режимах.

Таким образом, как нам удалось выяснить, АСУП НПС «Рейс-2000» не является автоматизированной системой в полном смысле, так как не обладает рядом свойств, характеризующих АСУ. С другой стороны, реализация предложенных решений в части проведения штурманских расчётов при управлении летательными аппаратами в ближней зоне, позволит значительно оптимизировать время принятия решения лицам ГРП. В настоящее время, когда всё активнее внедряются беспилотные летательные аппараты, да и пилотируемые способны совершать посадку в автоматическом режиме, создание наземных АСУ полётами авиации на предпосадочных и посадочных режимах требует серьёзного анализа и разработки соответствующей концепции. Поэтому группы руководства полётами на военных аэродромах ещё поработают.

#### Библиографический список

1. Федеральные авиационные правила производства полётов государственной авиации (ФАППП-2004). Приказ МО РФ № 275 от 24.09.2004 г.
2. Федеральные авиационные правила полётов в воздушном пространстве Российской Федерации. Приказ МО РФ № 161 от 31.03.2002 г.
3. Библин Ф. М., Бурсов Г. М. Самолётовождение. – СВВАУЛШ, 1982.
4. Халявский А. И., Раужин Г. В. Радиотехнические средства обеспечения полётов. – СВВАУЛШ, 1984.



**ПЕРЕСТРОЙКА УПРАВЛЕНИЯ ОПК РОССИИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПЕРСПЕКТИВАМ  
ПОТРЕБНОСТЕЙ В ПРОДУКЦИИ ОТРАСЛИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ**

**Грабчак Е. П.,**

кандидат экономических наук, директор,  
Департамент Минэнерго России,  
г. Москва,

**Логинов Е. Л.,**

доктор экономических наук, профессор РАН,  
дважды лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, начальник службы,  
Ситуационно-аналитический центр Минэнерго России,  
г. Москва

**Аннотация.** В статье анализируются проблемы использования продукции ОПК России в военных и гражданских целях в зависимости от сценариев участия России в войнах и конфликтах, включая стратегическую конкуренцию в жизненно важных пространствах экономического характера. Предлагается увязать выход на реальные инновационные результаты предприятий с допуском к выполнению госзаказов (федеральный, региональный и муниципальный) и получению заказов от госкорпораций и компаний с госучастием.

**Ключевые слова:** ОПК, продукция, технологии, заказы, конфликты, стратегия.

Участие поставленной на экспорт советской и российской техники в боевых столкновениях в разных регионах мира показало, что российская военная техника, часто вроде бы морально устаревшая, но частично модернизированная, как правило, пока еще с успехом противостоит западным и азиатским образцам [1; 8]. В НАТО и тех странах Азии, которые могут стать нашими военными противниками в случае такого стечения обстоятельств, с вооружением, в общем-то, похожая ситуация: в виду ограниченности средств перевооружение идет очень медленно, в основном путем частичной модернизации старых образцов. Новой техники приходит мало и позволить ее могут себе очень не многие наши геополитические конкуренты. Кроме того, казалось бы, передовые образцы техники наших геополитических конкурентов, крайне дорогостоящие, весьма незначительно, по своим ТТХ, превышают российские аналоги и их очень мало.

Таким образом, быстрый проигрыш за счет отставания в ВВТ в малом или расширенном военном конфликте нам пока не грозит в ближайшие 10–15 лет.

На рисунке приведена структура стратегических сценариев использования продукции ОПК России.

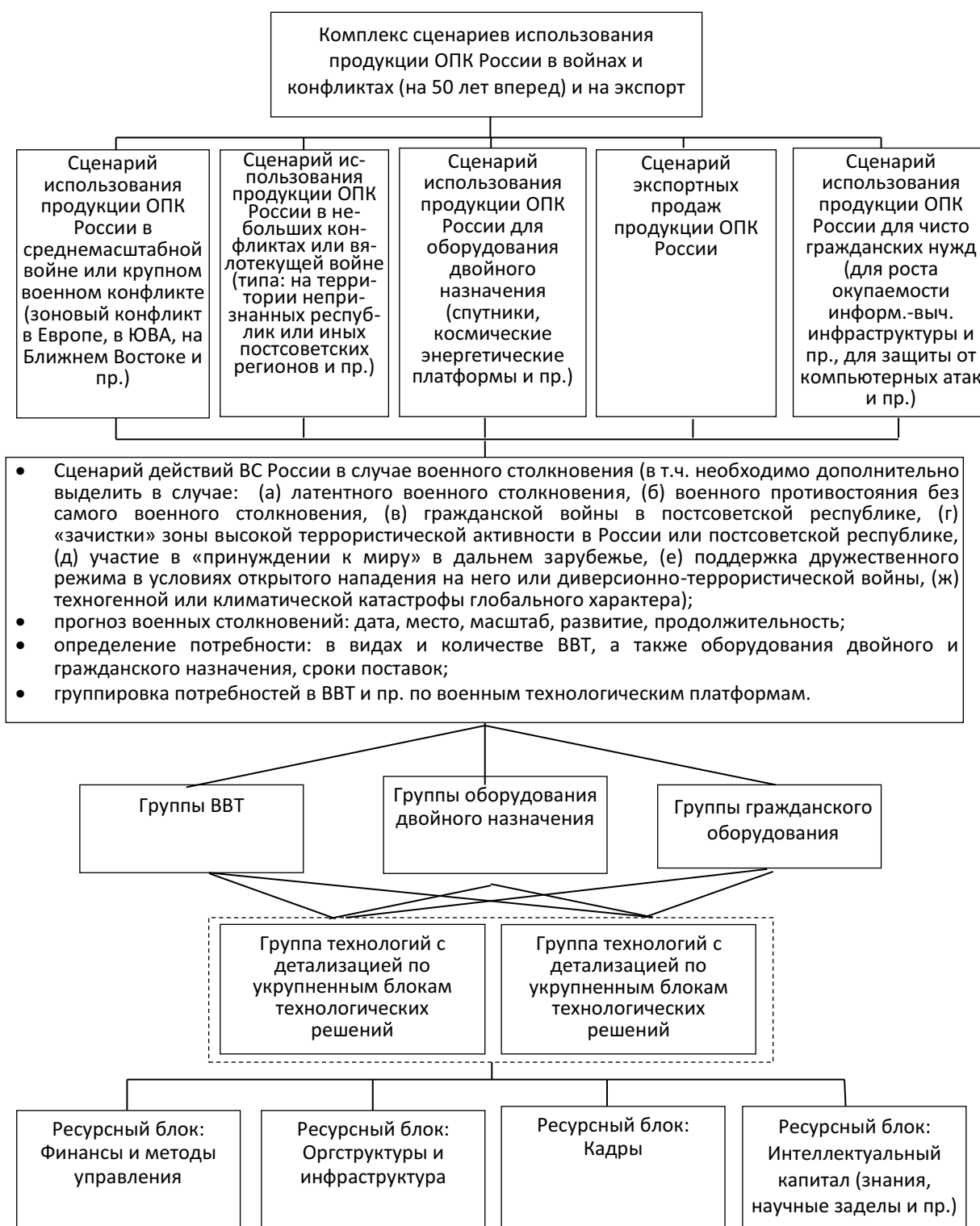


Рис. Структура стратегических сценариев использования продукции ОПК России

В этих условиях в научно-техническом развитии ОПК России необходимо ориентироваться на стратегические императивы опережения потенциальных противников, они же конкуренты в экспортных поставках ВВТ, в ряде качественно новых образцов вооружений и иной техники [4]. Ориентироваться необходимо на подготовку победы в среднемасштабной войне, которая может состояться через 15–20 лет (без применения ОМП, но с применением вооружения позволяющего достигать аналогичные результаты). То же самое необходимо реализовывать в отношении зарубежных конкурентов в гражданской сфере.

Действенным фактором внедрения инноваций на предприятиях ОПК являются и будут являться госзаказ и заказы компаний с госучастием [2; 3]. Именно выход на реальные инновационные результаты целесообразно увязать с допуском предприятий к выполнению госзаказов (федеральный, региональный и муниципальный) и получению заказов от госкорпораций и компаний с госучастием [5–7]. Кроме того, желателен учет этих показателей при установлении ФАС России цен и тарифов в государственно регулируемых сферах деятельности.

### **Библиографический список**

1. Агеев А. И. Стратегические тренды конструируемой экономической реальности // Экономические стратегии. – 2012. – Т. 14, № 10 (108). – С. 6–15.
2. Грабчак Е. П. Адаптация стратегий развития компаний для работы на будущих мировых рынках, которые будут созданы при развитии ключевых научно-технических трендов в условиях цифровой революции // Образование. Наука. Научные кадры. – 2018. – № 4. – С. 229–234.
3. Грабчак Е., Медведева Е., Голованов К. Импортозамещение как драйвер развития отрасли // Энергонадзор. – 2016. – № 8 (84). – С. 28–29.
4. Логинов Е. Л. Организационно-экономическое программирование развития ОПК России с опорой на интегрированную информационно-вычислительную поддержку жизненного цикла научно-технической продукции // Экономика: теория и практика. – 2015. – № 2 (38). – С. 3–10.
5. Логинов Е. Л. Проблемы формирования единого институционального механизма управления научно-техническим развитием ОПК России и ЕАЭС // Международная экономическая интеграция с участием Российской Федерации: опыт, проблемы, перспективы развития : мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. – М. : ИПР РАН, 2015. – С. 59–63.
6. Лукин В. К., Деркач К. Ю., Логинова В. Е. Организационное структурирование узловых центров научно-технического сотрудничества и налаживание сетевого взаимодействия участников формирования национальной технологической базы России // Финансы и кредит. – 2014. – № 20 (596). – С. 2–8.
7. Райков А. Н., Шкута А. А. Планирование мер поддержания интерактивной коммуникации информационных систем с учетом угроз возможного коллапса управления экономикой в особый период // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2019. – № 4. – С. 111–118.
8. Эриашвили Н. Д. Построение контура стратегического управления научно-техническим развитием в оборонно-промышленном комплексе России // Образование. Наука. Научные кадры. – 2015. – № 1. – С. 156–161.

## ЗАДАЧА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДГОТОВКИ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЁТА

### О СОСТОЯНИИ ИЗДЕЛИЯ РКТ

Грибко К. В.,  
филиал АО «РКЦ «Прогресс» – ОКБ «Спектр»,  
г. Рязань

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения алгоритмов автоматизированного контроля состояния изделий ракетно-космической техники с целью повышения эффективности и снижения трудоемкости инженера-испытателя при выполнении работы.

**Ключевые слова:** телеметрия, автоматизированный контроль

В настоящее время, изделия ракетно-космической техники (РКТ) широко применяются во всех отраслях народного хозяйства, а также оборотной отрасли. Отсюда возникает необходимость постоянного совершенствования технологий производства и испытаний подобных объектов. Высокая стоимость изготовления и эксплуатации отдельно взятого изделия обуславливает необходимость отработки и определения правильного функционирования всех бортовых систем объекта на ранних этапах жизненного цикла.

Проведение электроиспытаний изделий РКТ основано на анализе телеметрической информации, поступающей от системы телеметрических измерений, установленной на борту объекта. Современное развитие техники позволяет применить технологию автоматизации для данного процесса. Автоматизация процесса оценки позволит существенно снизить влияние «человеческого фактора» на результаты анализа, упростить и ускорить работу инженера-испытателя. Отсюда, развитием процесса электроиспытаний изделий РКТ является проведение автоматизированного анализа с целью формирования комплексного технического отчета о состоянии объекта. Наличие подобного отчета позволит исключить необходимость анализа поведения отдельно взятых телеметрируемых параметров, а, следовательно, снизить трудоемкость работы инженера-испытателя.

Автоматизированная оценка состояния бортовых систем изделия РКТ предполагает формирование заключения о состоянии объекта на основе комплексного анализа поведения группы телеметрируемых параметров с выдачей итогового заключения в формате «НОРМА / НЕНОРМА».

Все алгоритмы анализа поведения телеметрируемых параметров можно разделить на три укрупненные группы:

- а) алгоритмы, исходными данными для которых являются значения параметров, выраженные в физических величинах;
  - б) алгоритмы, исходными данными для которых являются состояния параметров в виде «Замкнуто / Разомкнуто»;
  - в) алгоритмы, исходными данными для которых являются результаты работы других алгоритмов.
- Первую группу параметров будем называть функциональные параметры, другую – контактные параметры.

Все необходимые для анализа состояния изделия РКТ алгоритмы описываются в заранее сформированном оператором файле-формуляре. Запись алгоритма в формуляре представляет собой строку, имеющую следующие поля:

- а) название алгоритма;
- б) имя обрабатываемого параметра;
- в) условия выполнения алгоритма;
- г) интервал контроля;
- д) уникальный идентификационный номер (ID).

Для отдельных алгоритмов некоторые из указанных полей могут не задаваться. Кроме того, алгоритмы могут использовать результаты работы другого алгоритма в качестве границ интервала контроля, а также в качестве проверочного условия.

Пример формирования структуры формуляра для контроля величины изменения амплитуды функционального параметра представлен на рисунке 1.

The diagram illustrates the structure of a form, consisting of four vertically stacked rectangular boxes. The top box is labeled 'Заголовок формуляра' (Form header) and contains three lines of text: 'Изделие: \_\_\_\_\_', 'Место проведения: \_\_\_\_\_', and 'Оператор: \_\_\_\_\_'. The second box is labeled 'Секция № 1' (Section No. 1). The third box is labeled 'Секция № N' (Section No. N). The bottom box is labeled 'Таблица результатов' (Results table).

Рис. 1. Пример формирования структуры формуляра

В соответствии с рисунком 1, формуляр состоит из заголовка, в котором указываются изделие, место проведения и оператор. Далее в структуре формуляра следует блок секций. В каждой секции указывается набор алгоритмов необходимый для обеспечения определенного анализа, отдельно взятых параметров. В конце указывается таблица, в которую необходимо подставить результаты.

Результаты работы алгоритмов автоматизированного анализа помещаются в таблицу с использованием механизма ссылок. Ссылка представляет собой запись, в которой указан уникальный номер алгоритма, для его однозначной идентификации, и требуемый результат работы данного алгоритма.

При проведении электроиспытаний изделий РКТ осуществляется анализ зарегистрированной от объекта ТМИ с учетом сформированного формуляра. По результатам выполнения всех алгоритмов, указанных в формуляре, формируется файл технического отчета. Пример технического отчета представлен на рисунке 2.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Поведение параметра ФП1

Имя параметра	Имя контактного параметра	Время срабатывания контактного параметра	Время изменения уровня	Величина изменения уровня	Границы изменения уровня	Результат проверки
ФП1	КП1	{5382.26;5389.66}	5382.42	1.11071	[0.8;1.4]	Норма
	КП2	{5404.59;5412.86}	5404.76	1.11526	[0.8;1.4]	Норма
	КП3	{5433.87;5442.38}	5434.46	1.48702	[0.8;1.4]	Не Норма

Итоговое заключение поведение параметра ФП1 на всем интервале контроля «Норма»

Оператор: Иванов И. И.

Подпись \_\_\_\_\_

Дата: 12.04.1962

Рис. 2. Итоговая таблица результатов

В соответствии с рисунком 2, формирование комплексного технического отчета позволит исключить необходимость «ручных операций» по анализу ТМИ изделия РКТ.

**Заключение.** В работе предложен подход к проведению автоматизированного контроля состояния изделия РКТ. Отдельные алгоритмы контроля успешно применяется при наземных электроиспытаниях изделий РКТ. Отсюда проведение комплексного автоматизированного контроля состояния изделия РКТ позволит повысить эффективность и снизить трудоемкость работы инженера-испытателя.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗРК ВОЙСКОВОЙ ПВО В РАЗЛИЧНЫХ ПОМЕХОВЫХ СИТУАЦИЯХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ПОЛИГОНАХ МО РФ

**Давыдов С. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Чулков Д. Н.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения аппаратно-программного комплекса с аппаратурой самонаведения, предназначенного для проведения наземных натурных работ с целью проверки взаимодействия средств стрельбового канала зенитного ракетного комплекса путем их облетов самолетом.

**Ключевые слова:** аппаратно-программный комплекс, стрельбовый канал зенитного ракетного комплекса, спектральные и потенциальные характеристики помехи

Анализ вооруженных конфликтов последних лет показывает стремительное развитие средств радиоэлектронного подавления и борьбы со средствами ПВО.

Проведя оценку многолетнего опыта проведения полигонных испытаний ЗРК ПВО СВ и совершенствования средств РЭБ приходим к выводу о необходимости проведения оценки возможностей перспективных образцов ВВТ в условиях применения различных типов помех.

При подготовке к проведению государственных испытаний ЗРС С-300В4 выяснилось, что существующие методы проведения испытаний на помехозащищенность не в полной мере обеспечивает оценку параметров, испытываемых перспективных образцов ВВТ. В ходе проведения государственных испытаний предложены новые методы проверок помехозащищенности, так впервые был произведен пуск ЗУР по мишени, прикрываемой помехопостановщиком, находящимся в секторе стрельбы.

Средствам обеспечения испытаний всегда придавалось большое значение. В настоящее время это особенно актуально в связи с постановкой сложной техники на экспорт, а также в связи с требованиями сокращения сроков проведения испытаний. Проверка воздействия на наземные средства подразумевает использование облетных и без облетных схем. Поэтому возникает необходимость в разработке специализированных средств для наземных испытаний, позволяющих в сжатые сроки проводить автономные исследования аппаратуры самонаведения, её наземную отработку по реальным сигналам, отраженным от целей, стыковку радиолокационных средств стрельбового канала зенитного ракетного комплекса (ЗРК), оперативный анализ правильности функционирования средств стрельбового канала ЗРК в условиях воздействия помех, оценку готовности их к проведению стрельбовых испытаний, регистрацию и обработку результатов испытаний и т. п., т. е. решать полный круг вопросов по подготовке средств ЗРК к стрельбовым экспериментам и оценке их результатов.

Разработан подвижный аппаратно-программный комплекс (АПК), позволяющий оперативно решать эти вопросы в полигонных условиях. При проектировании АПК большое внимание уделялось обеспечению автоматизации процесса испытаний, контролю качества подсвета полуактивной головки самонаведения и анализу спектрального состава сигналов и помех, принимаемых аппаратурой самонаведения (АСН), без облетной схемы проверок функционирования средств стрельбового канала и средствам ориентирования кабины автономных испытаний (КАИ) [1].

Наземные испытания относятся к экспериментальным методам, основным назначением которых является проверка радиоэлектронных средств ЗРК в условиях, когда сигналы и помехи, действующие на них, создаются не имитаторами, а излучаются или отражаются реальными целями, а аппаратура, в том числе и бортовая, располагается на земле. На этапе таких испытаний на испытательной площадке появляется возможность исследования взаимодействия и помехозащищенности радиолокационных средств стрельбового канала ЗРК при работе по реальным целям с использованием их боевых алгоритмов. Такими средствами в ЗРК дальнего действия являются многоканальная станция наведения ракет (МСНР), пусковая установка (ПУ) со станцией подсвета цели (СПЦ) и АСН, расположенной на ракете в ПУ либо в специально оборудованной кабине автономных испытаний. В последнем случае организация испытаний менее сложна, так как исключает трудности, связанные с герметичностью контейнера, необходимостью технологической доработки программ бортового вычислителя. На этом этапе можно проводить исследования и доработку технических решений и программного обеспечения, заложенных при проектировании радиолокационных средств ЗРК до появления первых образцов ракет.

На последующих этапах разработки и эксплуатации ЗРК серийные образцы средств могут быть использованы для анализа характеристик и эффективности действия на ЗРК различных типов организованных помех (существующих и перспективных) с помощью специального летного эксперимента, имитирующего условия работы АСН в полете. Кроме того, такие испытания могут проводиться для проверки правильности взаимодействия наземных средств путем их облетов самолетом перед ответственными стрельбовыми испытаниями, например, контрольно-серийными. При этом можно проверять качество сопровождения целей МСНР, правильность передачи целеуказания на ПУ для наведения СПЦ, правильность ориентирования СПЦ и МСНР, правильность юстировки антенны СПЦ, оценивать качество подсвета цели и т.п., то есть решать задачи стыковки средств стрельбового канала ЗРК по эфиру.

Функциональная схема АПК и его информационных связей для проведения наземных испытаний представлена на рисунке 1.

Представленные на рисунке блоки выполняют следующие функции:

АСН – обеспечивает работу в штатном режиме с имитацией колебаний корпуса ракеты с автоматическим наведением антенны на цель, сопровождаемую МСНР;

ПЭВМ – обеспечивает обмен информацией аппаратуры внутристанционных измерений МСНР с АСН, расчёты, связанные с наведением антенны, обработку результатов эксперимента;

ВСИ – формирует по информации МСНР формуляр, соответствующий информации, передаваемой с ПУ в командах радиокоррекции и используемой на борту для управления ракетой и расчета целеуказания для АСН, регистрирует и обрабатывает результаты внутристанционных измерений;

ИП – обеспечивает электропитанием различные потребители электрического тока;

Пульт управления – обеспечивает управление экспериментом и его контроль;

КИА – обеспечивает автономные проверки АСН;

Устройство сопряжения – обеспечивает обмен информацией ПЭВМ с аппаратурой ВСИ и АСН.

АПК размещается в отдельной кабине автономных испытаний и обеспечивает юстировку АСН относительно продольной оси КАИ, ориентирование положения антенны в географической системе координат, обзор в направлении облетов, установку вспомогательных антенн для автономных работ с АСН и работы с сигналом СПЦ.

Наличие в линии связи МСНР – КАИ персональной ЭВМ позволяет использовать технологическое программное обеспечение, содержащие как штатные алгоритмы, так и алгоритмы, обслуживающие эксперимент.



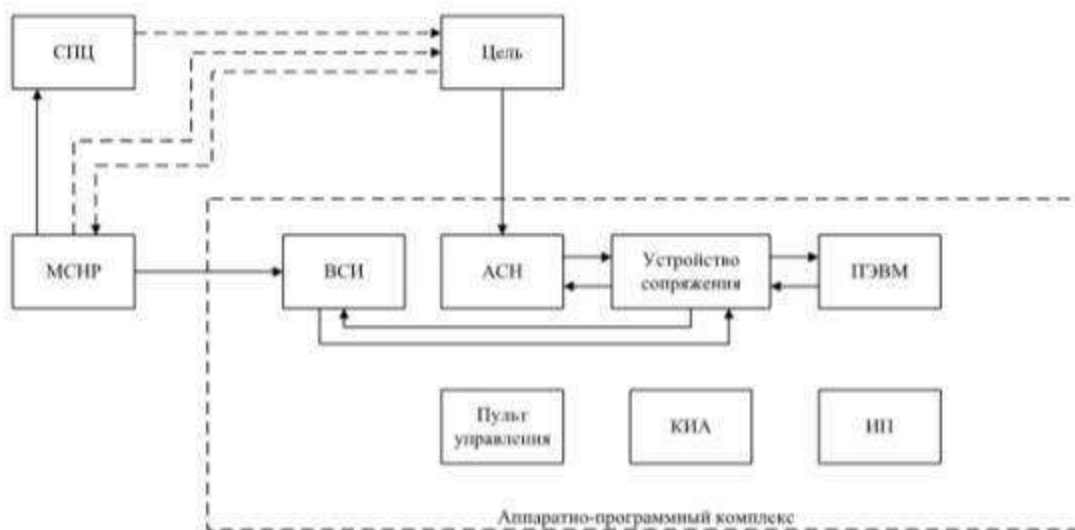


Рис. 1. Блок-схема АПК и его информационных связей: ВСИ – внутростанционные измерения; ПЭВМ – персональная ЭВМ; КИА – контрольно-измерительная аппаратура; ИП – источник электропитания

Схема проведения эксперимента для оценки правильности функционирования наземных средств ЗРК, МСНР и ПУ с СПЦ по самолету приведены на рисунке 2.

В процессе облета оцениваются дальность захвата самолета на автосопровождение АСН, уровень мощности на этот момент и производится сравнение расчетной мощности отраженного сигнала и фактической мощности принятого АСН сигнала, оцениваемой по напряжению схемы автоматической регулировки усиления (АРУ) АСН. При их совпадении с точностью до ошибок тарировки напряжения схемы АРУ результаты облета считаются положительными [2].

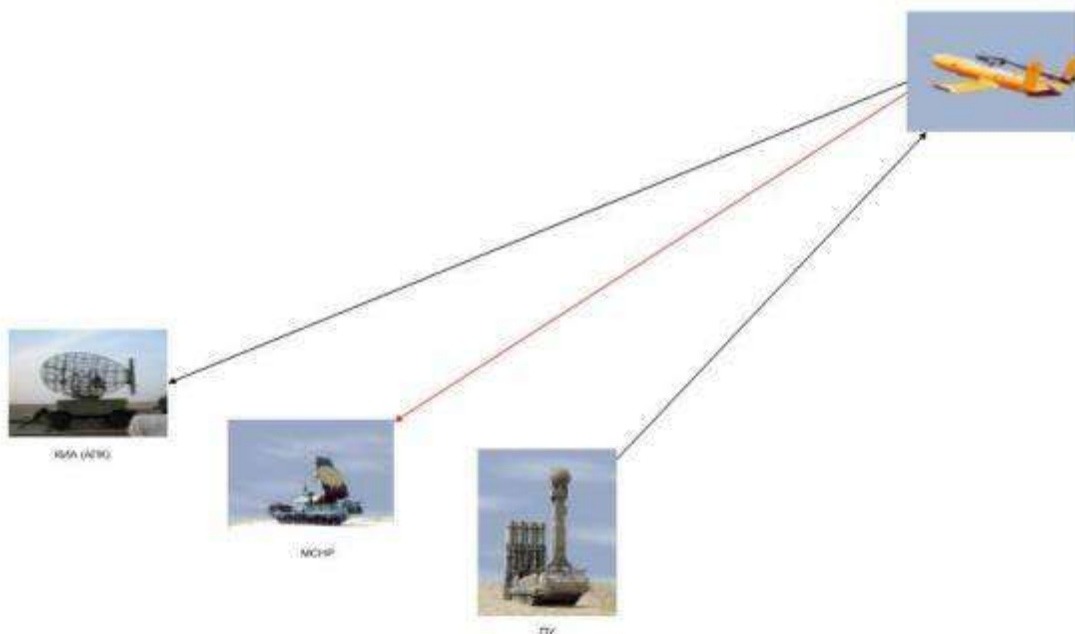


Рис. 2. Схема проведения экспериментов

Аппаратура самонаведения, обладающая высокой чувствительностью и узким фильтром точной селекции в составе частотного автоселектора радиолокационных головок доплеровского типа, является уникальным специализированным измерительным прибором для определения спектральных характеристик сигналов и помех. В частности, с помощью АСН, расположенной в КАИ, можно произвести

спектральный анализ сигнала подсвета непосредственно перед стрельбовыми испытаниями. Оперативная оценка качества СВЧ сигнала подсвета цели СПЦ в диапазоне возможных значений доплеровского смещения сигнала на пуске производится при подстройке приемной системы АСН по сигналу СПЦ с помощью вспомогательной антенны (основная антенна обеспечивает автономные проверки АСН от СВЧ генератора). При этом оценивается выполнение требований к величине спектральной плотности амплитудных и фазовых шумов СВЧ сигнала передатчика СПЦ, заданной в техническом задании, во всем диапазоне возможных частот путем последовательной автоматической дискретной перестройки частоты узкополосного доплеровского фильтра АСН в том же диапазоне с шагом, равным диапазону поиска относительно частоты целеуказания, и оценка мощности шумов при каждом значении частоты. Аналогично производится анализ наличия в спектре гармонических составляющих. Суммарная величина мощности амплитудных и фазовых шумов определяется по формуле:

$$S_{ш} = P_{ш.гк} - P_{пр} - N_{фтс},$$

где  $S_{ш}$  – относительная спектральная плотность шумов СВЧ сигнала, дБ/Гц;

$P_{ш.гк}$  – уровень шумов на выходе приемника головного канала АСН от шумов СВЧ сигнала СПЦ в диапазоне доплеровских частот полосового доплеровского фильтра, дБ/Вт (величина  $P_{ш.гк}$  должна превышать уровень предельной чувствительности приемной системы);

$P_{пр}$  – уровень мощности СВЧ сигнала от СПЦ на входе антенны АСН (проникающий сигнал), дБ/Вт;

$N_{фтс}$  – коэффициент приведения эквивалентной полосы пропускания АСН к полосе 1 Гц, дБ/Вт.

Положительные результаты оценки правильности функционирования стрельбового канала ЗРК перед стрельбами по рассмотренной выше технологии гарантируют исключение влияния на результаты пусков ошибок, которые связаны с объективными или субъективными факторами, не выявленными в процессе функционального контроля отдельных средств.

В качестве примера эксперимента на рисунке 3 приводится схема облета ЗРК с использованием КАИ для оценки помехозащищенности РЭС ЗРК в условиях применения узкополосных доплеровских помех (УДП).

В процессе испытаний производится:

- оценка спектральных и потенциальных характеристик помехи АСН и МСНР;
- проверка и отработка взаимодействия наземных и бортовых средств при стрельбе в условиях УДП;
- оценка влияния на характеристики помехи мешающего сигнала и оценка эффективности подавления помехи с использованием в качестве активного подавителя резервной ПУ (ПУ-2);
- оценка дальности захвата прикрываемого самолета МСНР и АСН.

В испытаниях задействованы две ПУ (ПУ-1, ПУ-2), МСНР, АСН в КАИ, вертолет Ми-8 с аппаратурой УДП, действующей в диапазоне частот стрельбового канала, самолет, аппаратура ВСИ.

Организованные подобным образом наземные испытания являются многофункциональными и служат средством проведения отладочных, государственных и периодических испытаний не только АСН, но и наземной аппаратуры ЗРК, и целесообразно не только на этапе проектирования АСН, но и в процессе всего жизненного цикла ЗРК.

Действия самолета и вертолета скоординированы таким образом, что работа с АПК проводится на участках их траекторий, обозначенных на рисунке сплошными линиями.

Спектральный состав помехи в диапазоне частот СПЦ определяется путем измерения уровня мощности сигнала на выходе фильтра точной селекции АСН, центральная частота которого изменяется по командам целеуказания по частоте в диапазоне частот спектра помехи [3].

Результаты эксперимента использованы для расчета зон нормального функционирования в условиях действия УДП.

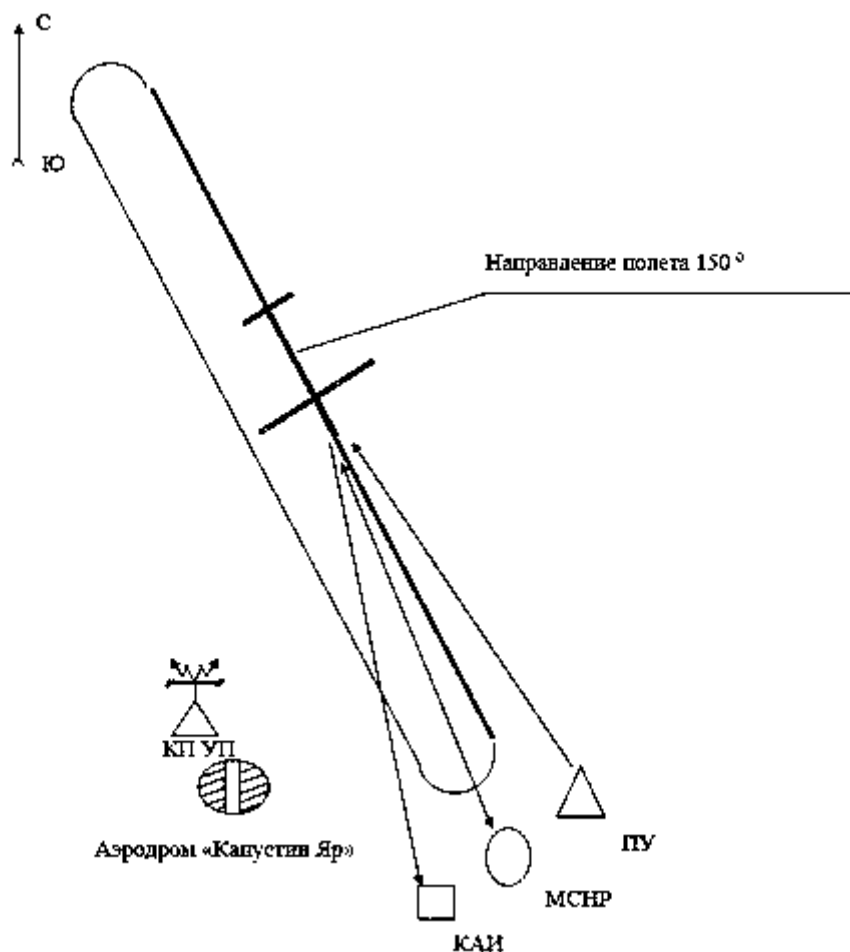


Рис. 3. Расположение техники при испытаниях

Таким образом, аппаратно-программный комплекс для проведения наземных испытаний средств стрельбового канала позволяет проводить:

- обработку бортовой аппаратуры по реальным сигналам, отраженным от цели, и помехам;
- оперативную автоматизированную оценку готовности средств стрельбового канала к проведению пусков и их помехозащищенности в условиях их действия;
- оценки качества подсвета цели для полуактивной АСН и спектральных характеристик помех;
- регистрацию и обработку результатов экспериментов и записей внутристанционных измерений.

#### Библиографический список

1. Марков В. А. Аппаратно-программный комплекс для наземных испытаний средств стрельбового канала зенитно-ракетного комплекса большой дальности // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2013. – № 2.
2. Страхов Е. В. Аналитическая модель угломерной следящей системы РГС в условиях действия информативных помех // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2009. – № 1.
3. Страхов Е. В. Комплексное использование моделей при проектировании систем самонаведения в условиях действия информационных помех // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2009. – № 1.

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НАУЧНО ПРОРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ  
РЕГУЛЯТОРОМ РАСХОДА МАРШЕВОГО ТОПЛИВА ДЛЯ БОРТОВОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЯ  
ТАКТИЧЕСКИХ РАКЕТ С ПРЯМОТОЧНЫМ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ  
НА ТВЁРДОМ ТОПЛИВЕ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ МАРШЕВЫЙ ПОЛЁТ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ**

**Обносов Б. В.,**

доктор технических наук, профессор,  
Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»,  
г. Королёв, Московская область,

**Правидло М. Н.,**

доктор технических наук, профессор,  
Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Вымпел» им. И. И. Торопова,  
г. Москва,

**Данеко А. И.,**

доцент,  
Московский авиационный институт,  
г. Москва,

**Мынкин В. А.,**

Государственное машиностроительное конструкторское бюро «Вымпел» им. И. И. Торопова,  
г. Москва,

**Коломенцев П. А.,**

Центральный институт авиационного моторостроения им. П. И. Баранова,  
г. Москва

**Аннотация.** В настоящей научно практической работе с использованием специализированной среды динамического моделирования «SimInTech» [1], позволяющей прямую компиляцию научно отработанных моделей для задействования в цифровых аппаратурных блоках авиационной и военной техники, разработан и опробован на испытательном стенде адаптивный алгоритм управления расходом маршевого топлива (МТ) для авиационных управляемых ракет (АУР) с прямоточными воздушно-реактивными двигателями (ПВРД) на твёрдом топливе (ТТ). Алгоритм обеспечивает предельное, теоретически обоснованное, повышение удельных характеристик ПВРД-ТТ при выполнении АУР энергетически-выгодных траекторий (ЭВТ) [2] с учётом инвариантности тактических условий её применения по назначению, а также присущих ограничений и неточностей в системе регулирования расхода.

**Ключевые слова:** регулирование расхода, оптимальная траектория, бортовой вычислитель, повышение удельных характеристик, программная реализация, управление критическим сечением, ограничения по давлению, стабильность работы ПВРД.

В ходе научных исследований, посвящённых техническому усовершенствованию управления ПВРД-ТТ в составе АУР, неоднократно установлено [3, 4], что в зависимости от типа ЭВТ возникает необходимость регулирования расхода МТ для обеспечения высоких удельных показателей, определяющих

итоговую целесообразность применения таких типов двигательных установок (ДУ) в данной категории авиационного вооружения. Однако, поскольку общей особенностью газогенераторов (ГГ) МТ, входящих в состав ПВРД-ТТ, является наличие высоких давлений и температур генерируемых продуктов сгорания (ПС), то это неизбежно ограничивает время контролируемой эффективной работы регулятора, когда она с достаточной точностью оценивается и управляется ресурсами бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ). Температура же эксплуатации АУР, как известно из [5], существенно влияет на динамику изменения рабочего давления в ГГ, которую необходимо обеспечить регулятором его критического сечения (КС) для выработки близкой к энергетическому оптимуму диаграммы расхода МТ по времени. Вышеперечисленные факторы, а также переходные процессы в ГГ и движение АУР вокруг собственного центра масс (ц.м.), влияющие соответственно на текущие секундные расходы МТ и воздуха, в совокупности не позволят выдержать на протяжении всего маршевого полёта по ЭВТ оптимальный режим работы ПВРД-ТТ, который бы обеспечил идеально высокие средние значения удельного импульса.

С учётом перечисленных аспектов расхождения научно-технических результатов с практической реализацией использования ПВРД-ТТ в тактических АУР, в настоящей работе был сформулирован универсальный подход к алгоритмизации оптимального управления режимом работы ДУ в синергии с методикой построения ЭВТ. Для возможности дальнейшей стендовой отработки алгоритма и непосредственного использования его в БЦВМ целевых АУР, математическая модель ПВРД-ТТ в составе АУР была создана в среде динамического моделирования «SimInTech» отечественной разработки, обладающей востребованными возможностями применения. Модульность математического представления элементов объекта, предусмотренная в данной среде, позволяет выполнить вычленение любой подпрограммы для изолированного анализа и/или компиляции в машинный код. Это свойство было использовано для переноса на испытательный стенд отработанного на математической модели алгоритма управления КС, замкнутого на комплекс датчиков, значения которых характеризуют параметры работы ПВРД-ТТ, и проведения полунатурного моделирования его работы с заменой показателей датчиков АУР сигналами, имитирующими лётную эксплуатацию.

**1. Функциональная схема цифровой модели ПВРД-ТТ в составе АУР.** Для отработки алгоритма управления любой сложной системой, в частности АУР с ПВРД-ТТ, необходимо обеспечить имитацию работы её основных подсистем в полёте. Одной из таких является система регулирования расхода МТ, динамика элементов которой зависит от текущего времени автономной работы и давления в ГГ. При этом потребные режимы работы ПВРД-ТТ могут существенно зависеть от реализуемой ЭВТ. Поэтому для оптимизации настроек алгоритма «*формирования расхода МТ*» и алгоритма «*управления КС регулятора*» необходимо рассматривать их отклик в режиме имитации полёта АУР с наведением на цель по ЭВТ, имеющей корреляцию с располагаемым ресурсом энерговооружённости ДУ, который, в свою очередь, зависит от условий полёта. Для решения этой задачи был разработан набор стандартизованных блоков, отражающих функциональные зависимости основных элементов баллистической модели АУР от априорных данных по объекту исследования, текущей кинематики перехвата и условий функционирования ПВРД-ТТ. Логическая последовательность их задействования в процессе моделирования (функциональная схема модели) показана на рисунке 1.

Каждый блок содержит набор предписанных входов и выходов, отражающих функционал, необходимый и достаточный для корректной интерпретации отражаемой им части системы при сквозном моделировании. Это позволяет проводить комплексную оценку влияния на тактико-технические характеристики (ТТХ) АУР не только параметров технического облика и полётных ограничений (свойственных ПВРД), но и алгоритмов управления её основными системами, а также степени их подробности.

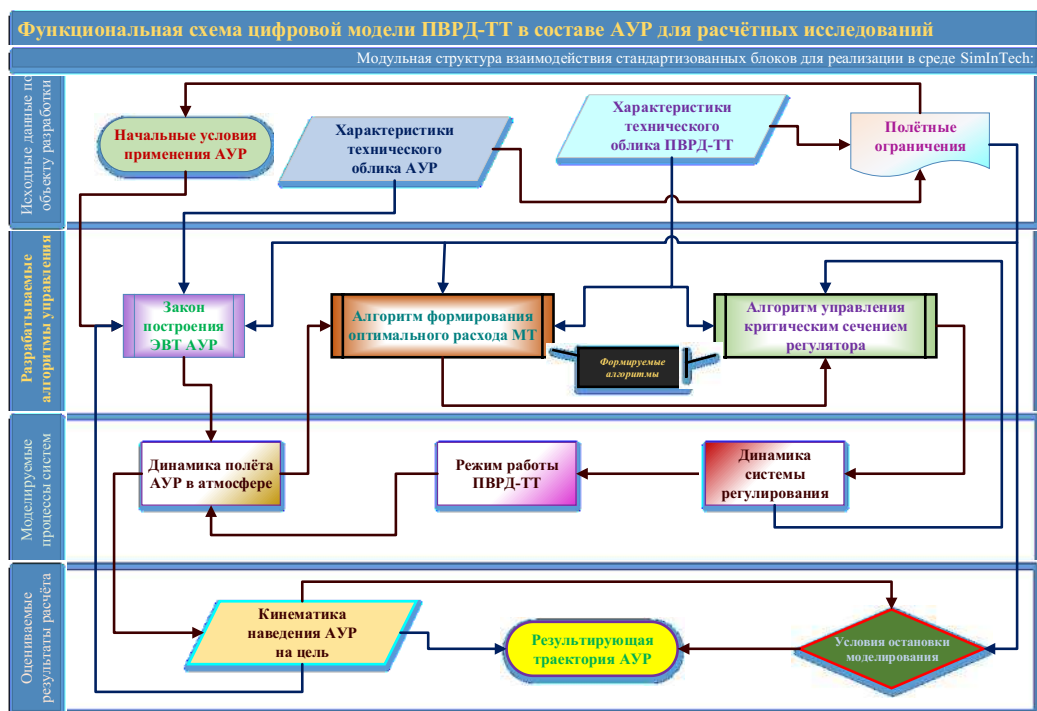


Рис. 1. Функциональная схема цифровой модели ПВРД-ТТ в составе АУР

**2. Программная реализация исследовательской модели.** Принимая во внимание то, что отдельные блоки исследовательской модели («динамика полёта АУР», «режим работы ПВРД-ТТ» и др.) по сути зачастую являются самостоятельными моделями, характеризующими развитие процессов во времени при определённых условиях функционирования, а также могут поставляться сторонними разработчиками в виде «чёрных ящиков», было необходимо программную реализацию исследовательской модели представить в стандартизованном блочно-модульном виде. Для этой цели и была задействована среда динамического моделирования «SimInTech», позволяющая как унификацию стандартного выполнения блоков, так и их изолированное тестирование. Дополнительным преимуществом выбранной среды явилась возможность после отработки осуществлять компиляцию алгоритмов в машинный код для стендовых испытаний и полунатурного моделирования с конкретными агрегатами.

Для случаев, когда область компетенции разработчика отдельных блоков не позволяет раскрывать некоторые математические интерпретации, такой блок может иметь закрытую от изменения и прочтения структуру, но пригодную для комплексного моделирования в составе исследуемой системы. Многоуровневость создаваемой цифровой модели, зависящая от степени подробности блоков, позволяет отдельно визуализировать для подробного рассмотрения и внесения доработок как глобальный общий вид модели (рис. 2), так и её функциональные подпрограммы (рис. 3 и 4).



Рис. 2. Общий вид

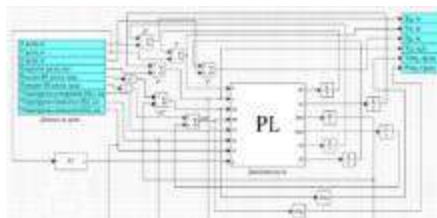


Рис. 3. Подпрограмма пересчёта систем координат

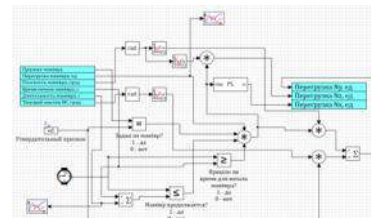


Рис. 4. Подпрограмма расчёта перегузков

Каждый из приведенных примеров может являться функциональным блоком модели и, после замены входов и выходов на специальные – объектно-ориентированные, они могут компилироваться посредством прилагаемых к SimInTech ресурсов в код языка C++, бинарный файл с машинным кодом или динамическую библиотеку для непосредственного использования в стендовом оборудовании или чипах агрегатов.

**3. Универсальный алгоритм формирования расхода МТ.** Разработанный бортовой алгоритм формирования уровня расхода МТ в совокупности с исходными данными о ПВРД-ТТ обеспечиваю- ют для каждой отдельно взятых условий применения АУР такую программу его изменения, которая при известных высотно-скоростных характеристиках (ВСХ) гарантирует стабильность работы ДУ и достига- емых ТТХ при использовании ЭВТ, что и свидетельствует в итоге о приемлемости уровня средних удельных показателей. В частности, повышение средних скоростей полёта, являющееся неоспоримым тактическим преимуществом при применении по воздушным целям, связано с оптимальным профилем тяги ДУ, когда стартовый импульс выводит АУР на повышенную скорость, а маршевый – обеспечивает снижение градиента её падения или даже сохранение/рост на протяжении существенной части траек- тории. Исходя из этого принципа, оптимальный алгоритм определения уровня расхода МТ был реали- зован подпрограммой, представленной на рисунке 5.



Рис. 5. Алгоритм вычисления заданного расхода

Алгоритм использует информацию от датчиков и расчётные оценки БЦВМ для реализации такого режима работы ПВРД-ТТ, который стремится привести АУР к оптимальной скорости для имеющейся вы- соты полёта, руководствуясь статистически установленным фактом наличия тенденции увеличения реак- тивной тяги при увеличении секундного расхода МТ. Достижение оптимума скорости, выраженного в чис- лах Маха (по ВСХ), приводит автономную работу ПВРД-ТТ в область пологого экстремума удельного им- пульса, в которой также возможны достаточно существенные отклонения по установившимся расходам воздуха через воздухозаборное устройство (ВЗУ) и продуктов сгорания (ПС) из ГГ при сохранении устойчивой работы маршевого тракта. Таким образом, наличие колебательных процессов АУР вокруг своего ц.м. и нестационарных процессов в ГГ при данном подходе к выбору уровня расхода МТ переста- ёт существенно влиять на её баллистические возможности, что также означает увеличение допустимой погрешности его реализации посредством демпфированного управления КС регулятора.

**4. Алгоритм управления КС регулятора.** Наиболее наукоёмким элементом контроля режима работы ПВРД-ТТ является алгоритм управления КС регулятора, т.к. он должен учитывать характери- стики маршевого заряда (зависимость площади горения от выгоревшего свода, чувствительность ско- рости газификации ТТ к его температуре и давлению в ГГ, предельные уровни интенсивности роста



и спада давления), датчиков и диапазон регулирования КС. Для расчёта в БЦВМ требуемой площади КС необходимы аппроксимации, описывающие апостериорные закономерности, полученные термодинамическими расчётами и экспериментами с модельными зарядами. Кроме того, во избежание затухания или авторазрушения ГГ, перед срабатыванием воспламенителя МТ алгоритм должен сформировать команду на предустановку оптимального КС по критерию наибо́льшего автономного выхода на желаемый уровень расхода, что также требует для формирования определяющей его аналитической функции наличия достаточно обширной статистики огневых испытаний и термодинамических расчётов. Пример такой функции представлен на рисунке 6, где наглядно представлены возможные ограничения, вносимые регулятором.

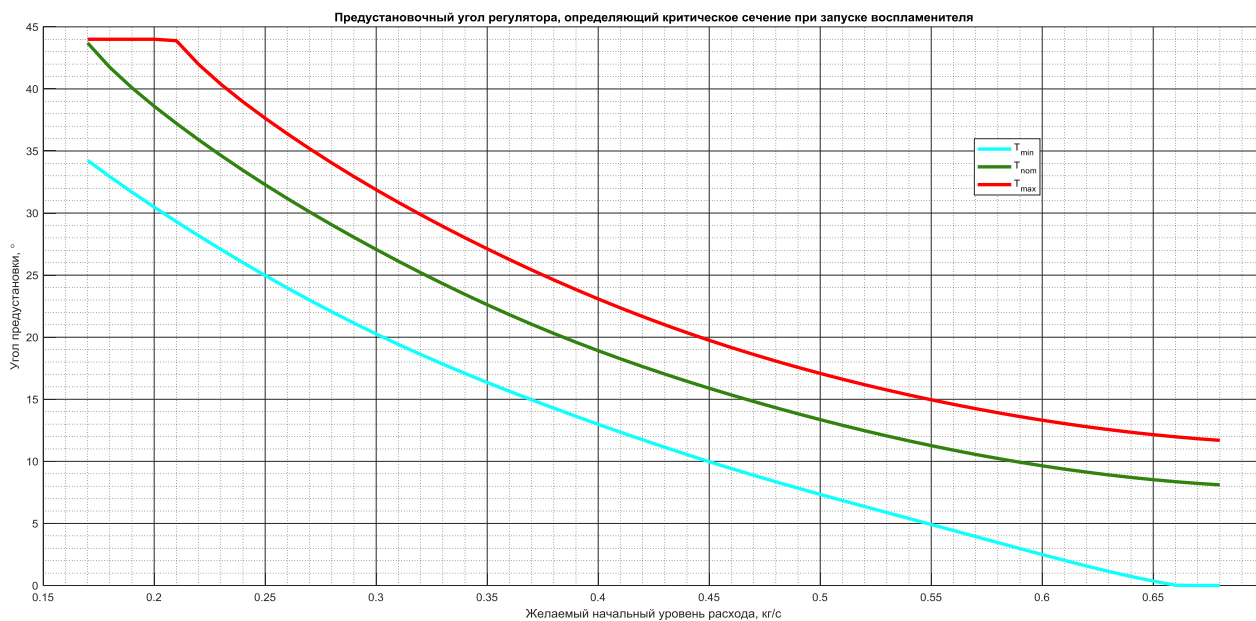


Рис. 6. Зависимость угла предустановки регулятора от расхода и температуры ТТ

На данном графике видно ограничение предустановки начальных расходов МТ, накладываемое располагаемым диапазоном регулирования, для минимальной и максимальной температуры заряда. Однако для максимальной температуры (красная линия), где ограничивается минимальное значение начального расхода, это не означает невозможность достижения его в процессе выработки, т. к. по мере выгорания свода заряда высвобожденный от ТТ объём всегда снижает количественные показатели истечения ПС (при постоянстве характерных площадей: горения и КС). В силу того, что зависимости площади горения от выгоревшего свода и фактического КС от углового положения регулятора могут быть априорно только оценены (дисперсия их аппроксимированных значений монотонно растёт по времени работы ГГ), алгоритм регулирования КС после выхода ГГ на рабочее давление использует как основную для формирования сигнала на сервопривод – информацию с датчиков давления.

На рисунке 7 представлена подпрограмма (*алгоритм управления КС*), реализованная в виде блока среды «SimInTech» и отлаженная посредством моделирования процессов реализации различных программ заданного расхода МТ, для компиляции в динамическую DLL-библиотеку, интегрируемую в испытательный стенд. Подпрограмма объединяет в себе две функции: формирование сигнала на предустановку регулятора (с контролем выполнения и выдачей разрешения на срабатывание воспламенителя) и стабилизация давления в ГГ (с аperiodическим приведением его к значению, соответствующему текущему заданному расходу МТ). Отладка алгоритма выполняется при соответствии частот (опроса датчиков и формирования команд) реальным условиям его функционирования в БЦВМ АУР и стендовом программном обеспечении.



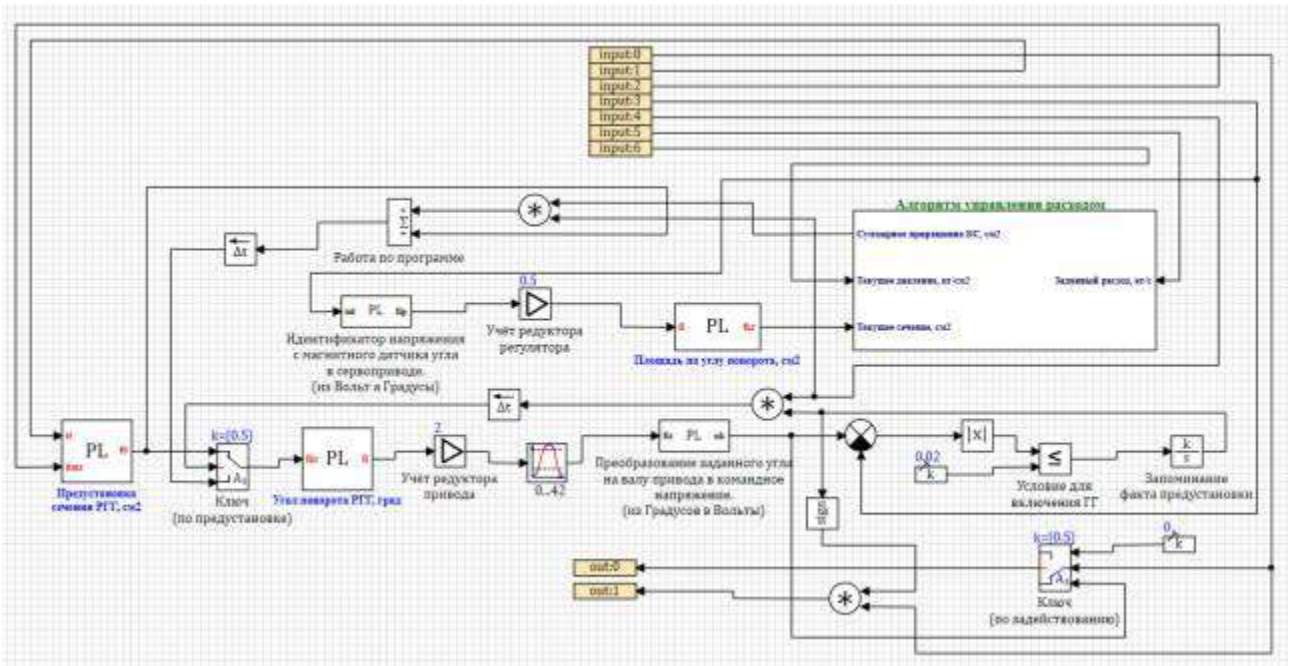


Рис. 7. Подпрограмма управления КС по заданному расходу МТ

На рисунке 8 приведен типичный функционал блока «алгоритм управления расходом», реализующий вычисление приращений КС, обеспечивающих устранение рассогласований заданного и реализуемого расходов МТ.

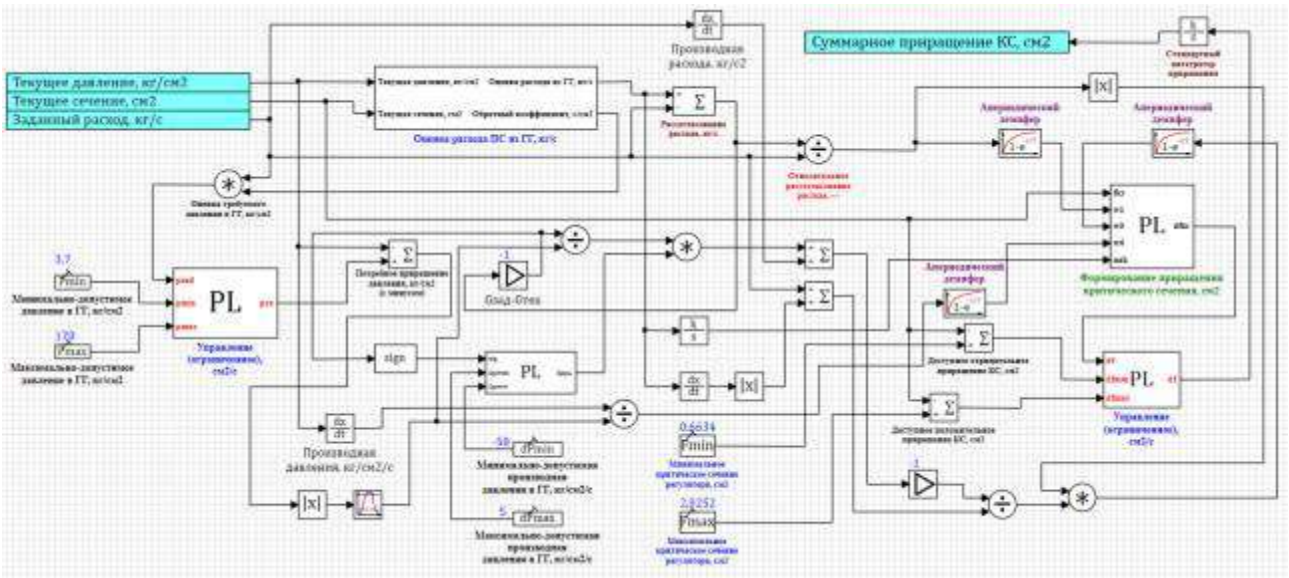


Рис. 8. Алгоритм управления КС регулятора для выработки заданного расхода МТ

Принцип его работы основан на отслеживании изменений рабочего давления, заданного расхода и критического сечения для формирования в реальном времени (с необходимой и достаточной частотой дискретизации) требуемого значения площади КС, обеспечивающего (в порядке приоритетности): 1) стабилизацию рабочего давления в ГГ; 2) приведение рабочего давления к расчётному значению, соответствующему заданному расходу. Поскольку в каждой системе управления неизбежны аналоговые шумы и есть вероятность появления «сбоев» в управляющем сигнале, алгоритм снабжён априорной информацией об объекте регулирования и аperiodическими звеньями в ветвях обработки

поступающих сигналов, что на выходе исключает появление колебательных процессов и, как следствие, обеспечивает устойчивость системы регулирования и существенно снижает вероятность автономного выхода ГГ на нерасчётные уровни давления (возможные при значительных отклонениях поверхности горения или откола шлакующего нагара в области контура КС) за счёт программно подобранных (для объекта) чувствительностей к интенсивности его нарастания и снижения. Подбор коэффициентов в алгоритме осуществлялся с помощью внешнего оптимизатора по критерию минимума СКО расхода МТ по времени. Таким образом, в соответствии с разработанной функциональной схемой цифровой модели ПВД-ТТ, алгоритм управления КС также претерпевал изменения в части своих весовых коэффициентов и после настройки (адаптации) под объект показал приемлемые результаты как моделирования, так и последующих стендовых испытаний, подтверждающие возможность получения высоких средних удельных импульсов на ЭВТ даже при наличии физических, динамических и временных ограничений системы регулирования расхода МТ из твердотопливного ГГ.

**5. Результаты моделирования и стендовых испытаний.** Моделирование автономной работы ГГ с отлаженным «алгоритмом регулирования КС» (рис. 9–11) показало устойчивость системы ко ступенчатым сигналам заданного расхода МТ (зелёная линия) и достаточную способность к удерживанию его постоянного уровня, монотонного роста и снижения. Красная линия – газификация ТТ.



Рис. 9. Ступень «вниз»



Рис. 10. Ступень «вверх»

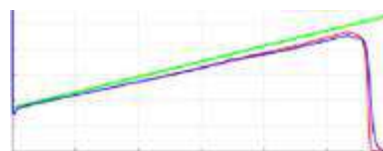


Рис. 11. Монотонный рост

Полученные результаты выполненной программной реализации научно-обоснованного управления работой ГГ показали принципиальную возможность выдерживания расхода МТ через КС (синяя линия), близкого к оптимальному для ЭВТ, и, с учётом подтверждённых экспериментально откликов стендовой системы регулирования, отвечающих формируемой на входе циклограмме, позволяют с высокой степенью достоверности использовать выбранную среду для моделирования, стендовой отработки, и дальнейшей реализации программ управления ПВД-ТТ в БЦВМ перспективных АУР.

#### **Выводы:**

1. В интересах повышения эффективности научно-исследовательской работы применительно к управлению высокоэнергетичными двигательными установками авиационных управляемых ракет тактического назначения разработана программная реализация многоуровневого сквозного моделирования автономной работы агрегатов в системе динамического моделирования, обеспечивающая отработку и создание алгоритмов управления системами в предельно близких к их эксплуатации условиях.

2. Посредством математического моделирования (по п. 1) применения объектов по назначению установлено, что при необходимом алгоритмическом обеспечении и достаточном времени существования системы регулирования представляется возможным обеспечить ожидаемые удельные показатели рассмотренного типа двигательных установок для получения прироста основных тактико-технических характеристик, обуславливающего целесообразность их использования в данном классе вооружения.

3. Разработанная цифровая модель (по п. 1) со стандартизованными блоками данных и подсистем показывает возможность принципиального усовершенствования методики решения задач математического моделирования, учитывающего межведомственные отношения по выполнению технических требований на агрегаты, путём тестирования поставляемых с ними моделей, прошедших авторскую верификацию по результатам предварительных испытаний, и дальнейшего задействования их в целевом изделии (объекте разработки) без дополнительных доработок по интеграции.

### Библиографический список

1. Среда динамического моделирования технических систем, предназначенная для расчётной проверки работы системы управления сложными техническими объектами / Разработчик: ООО «ЗВ Сервис». – Режим доступа: <http://simintech.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. Мынкин В. А. Алгоритм формирования энергетически-выгодных траекторий для реализации баллистических возможностей высокоскоростных беспилотных летательных аппаратов при их всенаправленном применении // Навигация, наведение и управление летательными аппаратами : сб. науч. тр. IV Всерос. науч.-технич. конф. на базе ФГУП «ГосНИИАС». – М. – Раменское, 2019.
3. Ежов Г. П., Правидло М. Н., Мынкин В. А., Королёв А. Ю. Алгоритм расчёта внутренней баллистики газогенератора для управления расходом маршевого топлива // Перспективы развития вооружения и военной техники, особенности и проблемы полигонных испытаний : сб. тр. науч.-технич. конф., посвящённой 70-летию 4 ГЦМП МО РФ. – Знаменск, Капустин Яр, 2016.
4. Технология производства ракетно-прямоточных двигателей на твёрдом топливе : учеб. пос. / под ред. В. А. Сорокина и Д. А. Ягодникова. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019.
5. Милёхин Ю. М., Рашковский С. А., Федорычев А. В. Газогенераторы на твёрдом ракетном топливе с системой стабилизации расхода газа // Доклады Академии наук. – М., 2015.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ГЛОНАСС ОБЪЕКТОВ ИСПЫТАНИЙ НА ПОЛИГОНАХ МО РФ

Дубенков В. Е.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрены требования к навигационной системе ГЛОНАСС и предложения по повышению точности местоопределения навигационной системой ГЛОНАСС объектов испытаний полигонов МО РФ

**Ключевые слова:** ГЛОНАСС, эфемеридно-временное обеспечение, псевдоспутник.

Необходимость расширения и совершенствования использования навигационной системы (НС) ГЛОНАСС, а в мирное время и системы GPS, а также НС Galileo, развертывание которой начато в последние годы, обусловлено следующим:

- требованиями дальнейшего повышения точностных характеристик ракетного оружия на основе совершенствования систем наземной навигации на мобильных ракетных комплексах, а также за счет совершенствования систем бортовой (полетной) навигации;

- требованиями дальнейшего совершенствования эксплуатационных характеристик ракетных комплексов на основе сокращения периодичности контрольных проверок аппаратуры системы управления (в частности, командно-измерительных приборов, входящих в состав бортовой навигационной системы), а также за счет максимальной автоматизации процессов контроля;

- требованиями дальнейшего повышения оперативности, устойчивости и скрытности управления подвижными ракетными комплексами;

- задачами совершенствования навигационного обеспечения летных испытаний, особенно при стрельбе по необорудованным трассам в условиях морального старения и физического износа парка радиотехнических средств траекторных измерений наземного базирования.

Исследование направлений совершенствования НС ГЛОНАСС в интересах навигационного и топогеодезического обеспечения испытаний и применения вооружения показали следующее, что главным показателем качества навигационного обеспечения является точность определения координат потребителя при условии доступности и непрерывности навигационных определений. При полностью развернутой орбитальной группировкой основным внутренним фактором, определяющим погрешность определения навигационных параметров потребителя, является точность навигационной и частотно-временной информации, передаваемой в составе навигационного кадра. Точность такой информации определяется состоянием эфемеридно-временного обеспечения (ЭВО) ГЛОНАСС. Эфемеридно-временное обеспечение ГЛОНАСС представляет собой комплекс организационных, технических и технологических мероприятий, которые обеспечивают определение эфемеридной и частотно-временной информации и передачу ее потребителям в составе навигационного кадра. Повышение точности эфемеридно-временной информации достигается по нескольким направлениям. Среди этих направлений основными являются:

- модернизация наземного комплекса управления (НКУ);
- совершенствование бортовой аппаратуры навигационных космических аппаратов (НКА);
- совершенствование технологий расчета эфемеридно-временной информации;
- совершенствования аппаратуры потребителя с целью повышения точности и непрерывности решения навигационно-временных задач, а также возможностей автономного контроля качества функционирования НКА рабочего созвездия.

Совершенствование бортовой аппаратуры НКА осуществляется по следующим направлениям:

- уменьшение нестабильности бортового синхронизирующего устройства (БСУ), что позволяет повысить точность бортовых частотно-временных поправок (ЧВП);
- уменьшение погрешностей системы ориентации и стабилизации НКА, что существенным образом снижает уровень немоделируемых ускорений, улучшая точность определения и прогнозирования эфемерид;
- использование третьей несущей частоты навигационного сигнала, что позволяет использовать более совершенные методы обработки фазовых измерений;
- обеспечение возможности межспутниковых измерений в целях повышения точности эфемеридного обеспечения;
- реализация на борту расчета эфемерид по начальным условиям, полученным о наземного комплекса управления, что позволит сократить время обслуживания НКА наземными средствами и повысить пропускную способность наземного комплекса управления.

Качество частотно-временного обеспечения (точность и время обновления частотно-временных поправок на борту НКА) является важнейшим фактором, определяющим точность навигационной системы. Анализ многочисленных исследований позволил сделать вывод о том, что направление, связанное с совершенствованием характеристик бортовых стандартов, следует признать наиболее значимым для развития частотно-временного обеспечения ГЛОНАСС. [2]

Совершенствование аппаратуры потребителя НС ГЛОНАСС должно включать:

- снижение массогабаритных характеристик;
- переход на отечественную элементную базу;
- унификацию основных технических решений;
- обеспечение возможности комплексного использования навигационных измерений по ГЛОНАСС и информации радионавигационные системы наземного базирования;
- обеспечение возможности автономного контроля качества функционирования НКА рабочего созвездия на основе алгоритмов типа RAIM, и использования навигационных измерений независимых от НС источников (инерциальные и астронавигационные системы, радионавигационные системы наземного базирования и др.).

Применение глобальных навигационных систем (ГНС/GPS) стало мощным инструментом для определения местоположения и навигации за последние годы. Однако все еще существует недостаток НС, такой как геометрический фактор определяющий степень точности местоположения потребителя НС. Применение псевдоспутников поможет улучшить точность НС в затрудненных областях [1].

Псевдоспутником называют генератор сигналов, который создает сигнал НС. Сигнал псевдоспутника в значительной степени подобен сигналу от спутника НС. Дифференциальная система псевдоспутников работает также как и дифференциальная система НС. Это означает, что система использует дополнительный получатель, чтобы исправить ошибки различного рода. Дополнительным получателем называют опорную станцию с заранее вычисленными координатами. Ошибки в измерениях

таких систем обычно происходят из-за проблемы смещения часов. Поскольку в псевдоспутниках используют дешевые часы, в которых в качестве колебательной системы для измерения времени применяются кварцевые генераторы термо-компенсированные вместо дорогих атомных часов, всегда будут некоторые различия между измеренным расстоянием и реальным расстоянием объекта. Смещение часов может быть легко устранено за счет применения дифференциальных методов. Так как координаты опорной станции известны, то можно внести поправки в определение место положения потребителя сигнала НС.

Самым большим различием между системами псевдоспутников и НС является геометрический фактор. Применяя НС, расстояние между пользователем и опорной станцией будет меньше чем расстояние между получателем и спутниками. Поэтому ошибки и задержки из-за пути сигнала через атмосферу земли будут одинаковыми для опорной станции и получателем. Система псевдоспутников работает на ограниченной местности. Поэтому расстояние между псевдоспутником, опорной станцией и получателем будет неизменным. В этом случае нет никаких существенных ошибок при задержке сигнала из-за атмосферы земли. НС используют опорную станцию, чтобы вычислить исправления, необходимые для уточнения позиции пользователя. Системы псевдоспутников использует опорную станцию, чтобы вычислить ошибки смещения часов [1].

Существуют два типа систем псевдоспутников, которые могут устранить систематическую ошибку часов: асинхронные и синхронные системы. Как показано на рисунке 1, асинхронная система состоит из псевдоспутников, опорной станции и пользователя НС.

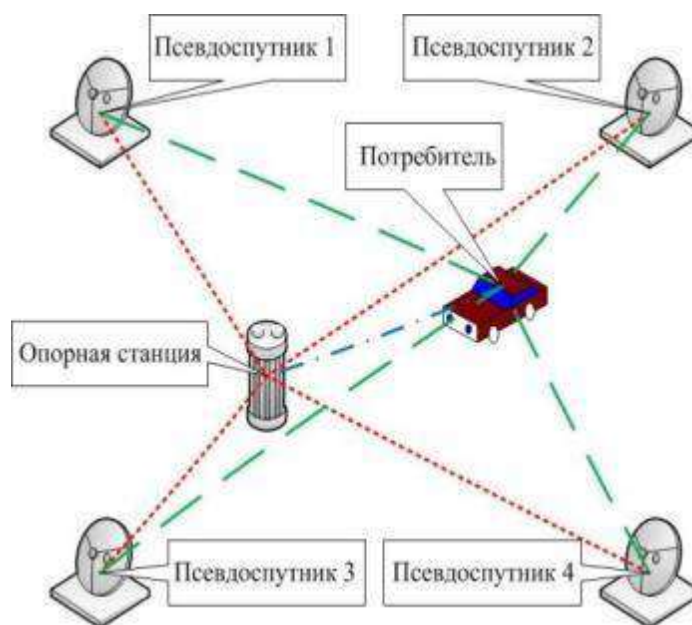


Рис. 1. Асинхронная система псевдоспутников

Между опорной станцией и пользователем существует канал передачи информации. Псевдоспутники в асинхронной системе используют свои собственные часы. Поэтому система псевдоспутников не синхронизируется, тем самым она является асинхронной системой. При этом использование различных часов приводит к систематической погрешности часов. Так как известно расстояние между опорной станцией и псевдоспутником, можно вычислить поправки в измерениях часов. Опорная станция вычисляет систематические ошибки часов и отправляет их пользователю через беспроводной канал передачи данных, как показано на рисунке 1. После получения информации от опорной станции пользователь компенсирует систематические ошибки часов и вычисляет свое местоположение.



Синхронная система, показанная на рисунке 2, состоит из псевдоспутников, лидера псевдоспутников, опорной станции и пользователя НС. У лидера псевдоспутников есть собственные часы, которые могут корректироваться в отличие от других псевдоспутников.

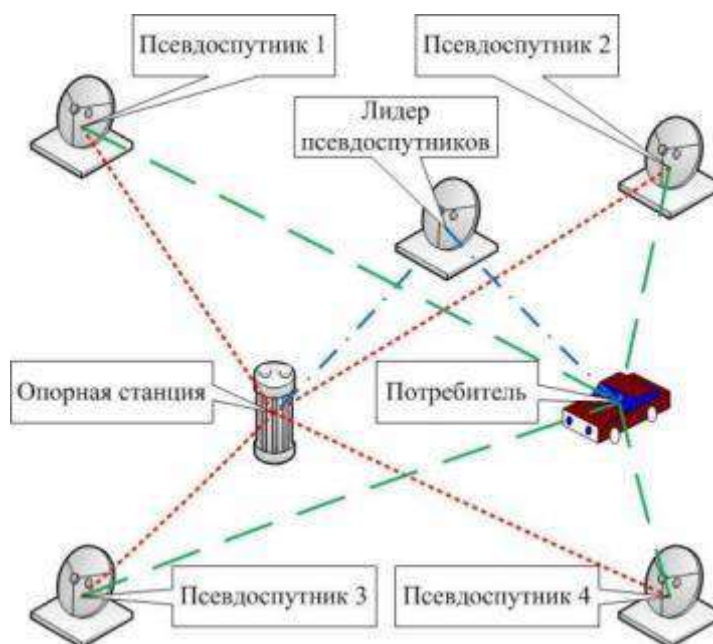


Рис. 2. Синхронная система псевдоспутников

Опорная станция, зная расстояние между пользователем НС и лидером псевдоспутником, вычисляет поправки в измерениях часов. Затем опорная станция отправляет команду синхронизации часов псевдоспутникам через канал передачи данных, и система становится синхронизируемой. После того, как синхронизация сделана, пользователь НС может вычислить свое местоположение, используя только сигналы псевдоспутников. Это называется автономной навигацией. В этой системе нет беспроводного канала передачи данных между опорной станцией и пользователем НС.

Есть два типа комбинации системы псевдоспутников и НС. Оба используют сигнальный передатчик в качестве ссылки, но различие – то, что система типа 1 использует псевдоспутники в качестве ссылки, а система типа 2 использует спутники НС в качестве ссылки, как показано на рисунке 3. У обоих типов есть геометрическое снижение точности. Данные системы состоят из получателя, системы псевдоспутников (асинхронного и синхронного типа) и космической навигационной системы (КНС). Есть, конечно, преимущества и недостатки в обоих типах систем. Преимущество системы типа 1 состоит в том, что орбитальные ошибки и атмосферные ошибки могут быть проигнорированы из-за непосредственной близости системы. Система типа 1 также преодолевает ограничения спутниковой КНС. Тогда как использование системы типа 2 дешевле по стоимости и затратам.

При использовании КНС с системой псевдоспутников возникает ряд проблем, которые должны быть решены: геометрический фактор, многолучевой эффект и радиус действия псевдоспутников и т. д. Для минимизации геометрического снижения точности необходимо правильно выбрать геометрию построения системы псевдоспутников [2].

Разработанное ООО «ВедаПроект» совместно с «Алмаз-Антей» наземное дополнение к системе NAVSTAR/ГЛОНАСС представляет собой сеть наземных псевдоспутников, излучающих сигнал, схожий по параметрам с локальным навигационным сигналом NAVSTAR/ГЛОНАСС. Данный сигнал может быть принят обычным приемником NAVSTAR/ГЛОНАСС, подверженным минимальным модификациям программной части.



Рис. 3. Комбинация системы псевдоспутников и НС

Наземное функциональное дополнение позволяет:

- увеличить точность позиционирования до 5–10 см за счет отсутствия у наземных станций эфемеридных и ионосферных погрешностей, а также за счет геометрически оптимального размещения псевдоспутников;
- увеличить мощность сигнала, за счет чего многократно повысить устойчивость к РЭБ;
- обеспечить навигацию внутри помещений;
- обеспечить возможность работы с «длинными кодами».

Элементом разрабатываемой ООО «ВедаПроект» локальной навигационной системы является псевдоспутник, как показано на рисунке 4. Псевдоспутник излучает сигнал, схожий с сигналом ГЛОНАСС или GPS. При этом имеет программную настройку момента излучения сигнала. Настройка моментов излучения сигналов нескольких псевдоспутников, создающих локальное навигационное поле, осуществляется из единого центра, где находится контрольно-корректирующая станция с приемником навигационного сигнала. Контрольно-корректирующая станция одновременно осуществляет функции контроля за работой всех псевдоспутников системы, а также реализует обратную связь: расстояние от контрольно-корректирующей станции до псевдоспутников заранее известно. Если измеряемая псевдодальность от какого-либо псевдоспутника будет отличаться от реальной дальности, то контрольно-корректирующая станция выдает псевдоспутнику соответствующую команду подстройки момента излучения сигнала [3].



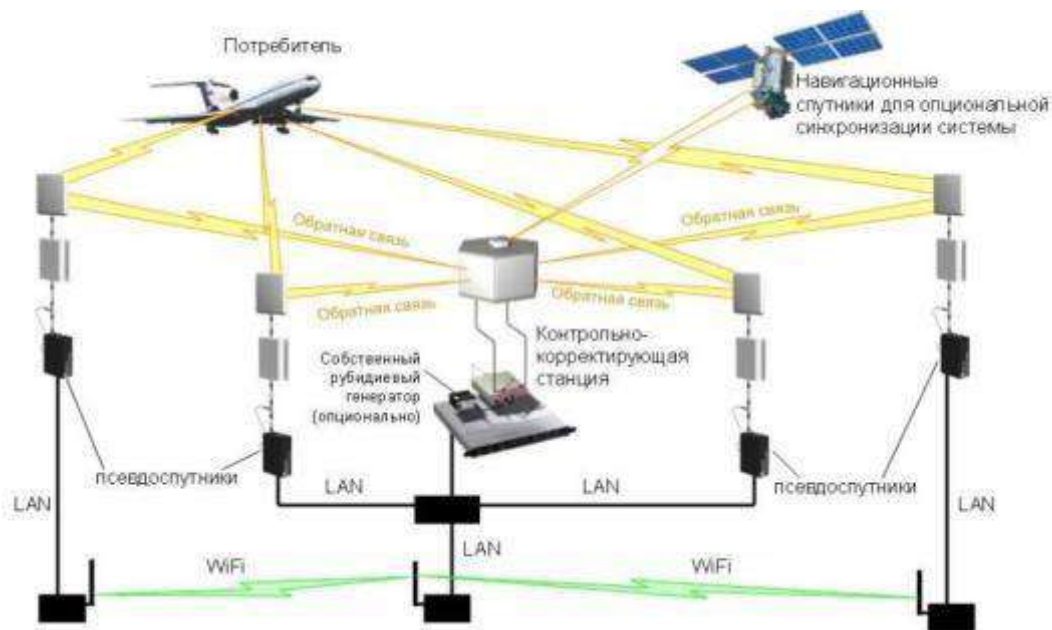


Рис. 4. Структура локальной радионавигационной системы

Опционально приемник навигационного сигнала контрольно-корректирующей станции принимает сигналы как псевдоспутников, так и реальных навигационных спутников, осуществляя по ним синхронизацию всей системы. Опционально приемник контрольно-корректирующей станции может быть оснащен собственным рубидиевым генератором частоты, и работать отдельно от реальных спутников, как показано на рисунке 5.



Рис. 5. Структура элементов локальной системы навигации

Кроме того, планируется специальное наполнение навигационных сигналов цифровой информацией. Таким образом, псевдоспутник может передавать приемнику информацию о своем положении на много быстрее, чем это реализовано в существующей системе ГЛОНАСС, а, кроме того, может передавать другую важную информацию.

Разрабатываемый псевдоспутник имеет выход на излучающую антенну для диапазона 1,2 ГГц (L2 GPS), а также выход ПЧ (15 МГц) и 10 МГц опорной частоты для опционального подключения конвертора частоты для частот 2,38 и 6,2 ГГц. Таким образом, навигационный сигнал псевдоспутников может быть перенесен на любую несущую частоту. При использовании конверторов частоты требуется использовать соответствующий конвертер частоты на приемнике навигационных сигналов, как показано на рисунке 6.



Рис. 6. Структура элементов локальной системы навигации при работе на другой частоте

Для приема навигационного сигнала требуется обычный приемник NAVSTAR/ГЛОНАСС, имеющий минимальные программные модификации (в частности с него должна быть снята защита от приема сигналов спутников, находящихся на земле), как показано на рисунке 7.

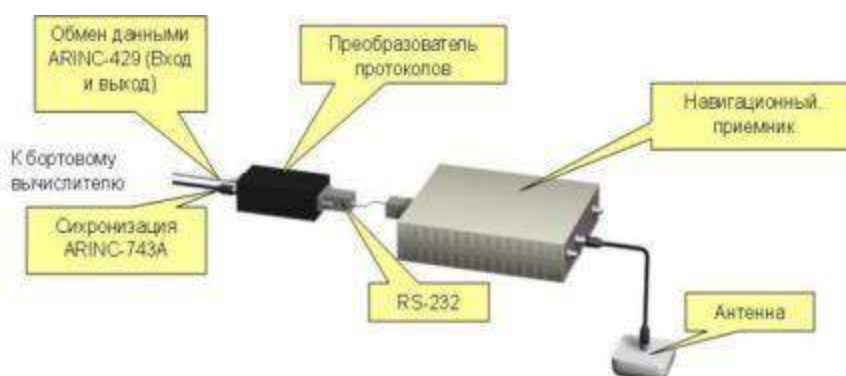


Рис. 7. Интеграция с приемно-измерительной аппаратурой ЛА

Таким образом, преимуществами наземного дополнения к системе NAVSTAR/ГЛОНАСС являются:

1. Гибкие возможности передачи сигналов на различных частотах:

- передача сигналов в диапазоне L1, L2 ГЛОНАСС. Излучение на литерях 8–12, не используемых в данное время спутниками ГЛОНАСС;
- передача сигнала на частоте L2 NAVSTAR. Передача навигационных сигналов на военной частоте NAVSTAR(L2) с использованием кодовой модуляции с кодами L1 или собственных кодов;
- передача сигналов на любой другой частоте с использованием внешнего конвертора частот.

При подключении к системе внешнего конвертора частот (для чего у системы имеется выход опорного генератора частоты 10 МГц) имеется возможность излучения на любой другой частоте.

2. Гибкие возможности СВЧ-тракта:

- антенны для ближней и дальней зоны;
- антенные коммутаторы;
- конверторы частот на 2,4 ГГц, 5 ГГц, 6 ГГц;
- усилители мощности от 1 до 10 Вт.

3. Преимущества схемы:

- обратная связь между псевдоспутником и контрольно-корректирующей станцией обеспечивает подстройку псевдоспутников и обеспечивает их мониторинг;
- предельно дешевые псевдоспутники. Низкая стоимость обеспечивает возможность установки большого числа псевдоспутников по всей протяженности траекторий;
- независимость от синхронизации с НС. Наличие собственного высокоточного рубидиевого генератора обеспечивает возможность автономной работы системы;
- возможно создание перспективных НС военного и специального назначения [3].

Схемы создания и развертывания интегрированного навигационного поля в позиционных районах полигонов МО РФ представлены на рисунках 8 и 9.

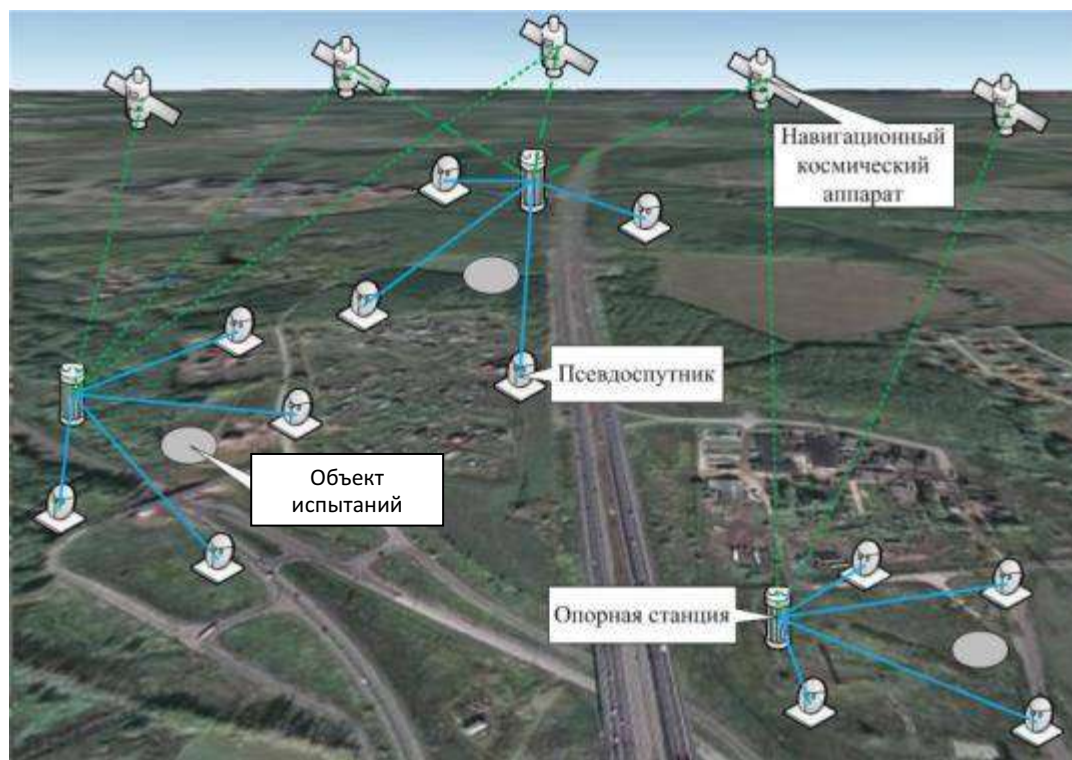


Рис. 8. Схема интегрированного навигационного поля



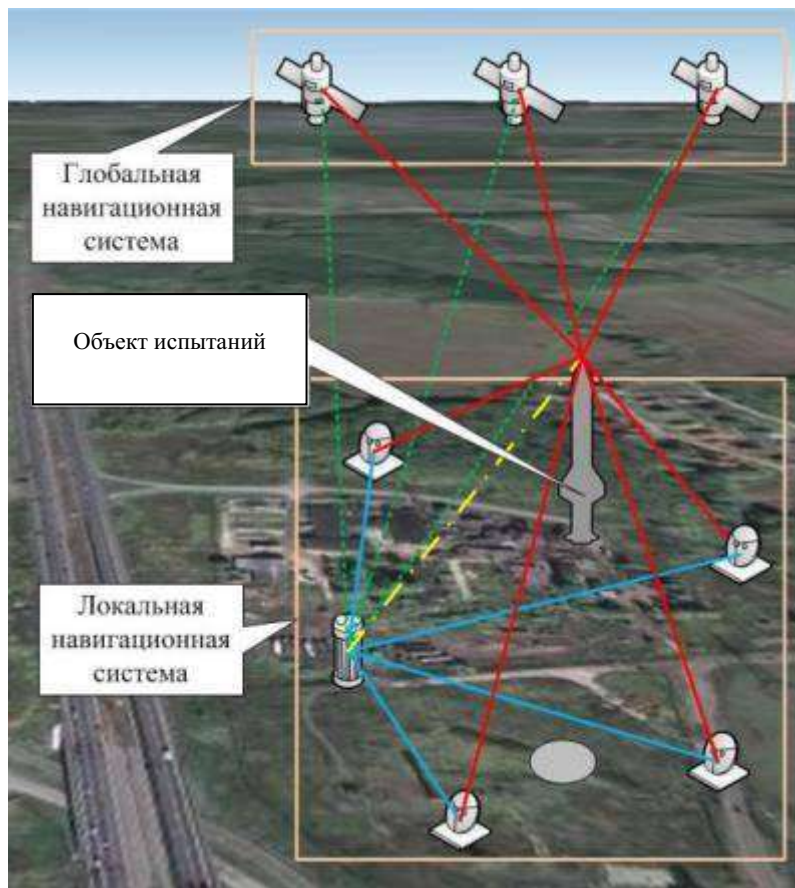


Рис. 9. Схема интегрированного навигационного поля при запуске

Конкретная схема размещения псевдоспутников, их количественный состав, места дислокации должны определяться дополнительно с учетом реальных исходных данных позиционного района [3].

Таким образом, на основе вышесказанного можно сделать вывод, что:

- обратная связь между псевдоспутником и контрольно-корректирующей станцией обеспечивает подстройку псевдоспутников и обеспечивает их мониторинг;
- предельно дешевые псевдоспутники. Низкая стоимость обеспечивает возможность установки большого числа псевдоспутников по всей протяженности траекторий (трасс полета);
- независимость от синхронизации с НС. Наличие собственного высокоточного рубидиевого генератора обеспечивает возможность автономной работы системы;
- возможно создание перспективных НС военного и специального назначения.

Применение псевдоспутников считаю необходимым, так как является перспективным направлением для повышения точности определения местоположения объектов испытаний на полигонах МО РФ.

### Библиографический список

1. Бакитько Р. В., Болденков Е. Н. и др. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. – М. : Радиотехника, 2010.
2. Устинов А. Ю. Исследование навигационного приемника, работающего по сигналам наземных псевдоспутников : магистерская диссертация. – М. : Радиотехнический факультет Национального исследовательского университета «МЭИ», 2013.
3. Официальный сайт компании ООО «ВедаПроект». – Режим доступа: [www.vedapro.ru](http://www.vedapro.ru), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

## СПЕЦИФИКА ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ НЕКОНТАКТНЫХ ВЗРЫВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Кайдаш А. Ю.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Рассмотрена специфика проблемы повышения помехоустойчивости неконтактного взрывательного устройства (НВУ) на основе оптимизации его характеристик по основным вероятностным критериям (надежной работы, ошибки обнаружения, эффективного действия). Предложена обобщенная структурная схема НВУ, обеспечивающая его работу на фоне искусственных помех по мало-контрастным объектам.

**Ключевые слова:** вероятность, критерий, неконтактное взрывательное устройство, функция селекции, эффективность.

В настоящее время, в силу существенного усложнения помеховой обстановки и условий применения боеприпасов, возникают задачи, связанные с разработкой неконтактных взрывательных устройств (НВУ) нового поколения. Существующие системы с периодической модуляцией, импульсным или непрерывным излучением обладают существенным недостатком, выражающимся в пространственной периодичности функции селекции (ФС) от дальности, которая приводит к тому, что постановка активных или пассивных помех с расстояний, превышающих рабочую дальность, снижает отношение сигнал/шум на входе тракта принятия решения и может вызывать ложные срабатывания.

Наиболее опасными являются пассивные помехи от распределенных поверхностей и активные – от ретрансляционных станций, которые переизлучают принятый сигнал, имитируя цель. Поэтому для работы НВУ на фоне искусственных помех по мало-контрастным объектам актуальной проблемой является формирование ФС, равной нулю за пределами рабочей дальности, а также повышение помехоустойчивости при работе по распределенным в пространстве пассивным помехам и подстилающим поверхностям.

Для оптимизации характеристик НВУ существует три основных пути - повышение надежности, помехозащищенности и эффективности, которые в общем случае реализуются различными средствами. Поэтому для исследования характеристик НВУ на начальных стадиях проектирования целесообразно рассматривать три частных критерия, удовлетворяющих общему [1]:

$$\begin{aligned}
 \bar{P}_{\bar{y}/v_i} \cong & P_{\bar{\Gamma}/v_i} + \int_{A_\alpha} W(\alpha/v_i) \sum_{q=1}^r P_{\bar{e}i0}(\alpha, v_{iq}) \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{ir}) G(t, \alpha, v_i) dt d\alpha + \\
 & + \int_{A_\alpha} W(\alpha/v_i) P_{i0}(\alpha, v_{ir}) \left[ \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{ir}) G(t, \alpha, v_i) dt - P_{\bar{e}} G_{\bar{e}}(\alpha, v_i) \right] d\alpha + \\
 & + 1 - \int_{A_\alpha} W(\alpha/v_i) \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{ir}) G(t, \alpha, v_i) dt d\alpha,
 \end{aligned} \tag{1}$$

где  $\bar{P}_{\bar{y}/v_i}$  – вероятность неэффективного действия;

$P_{\bar{r}/v_i}$  – вероятность ненадежной работы НВУ;

$P_{\bar{e}0}(\alpha, v_{iq})$  – вероятность ложных тревог;

$P_{\bar{i}0}(\alpha, v_{ir})$  – вероятность пропусков;

$P_{\bar{e}}$  – вероятность срабатывания контактного датчика при контактном взаимодействии с объектом;

$W(t/\alpha, v_{ir})$  – плотность распределения моментов срабатывания НВУ при отсутствии пропуска объекта;

$\{v_i\}$  – параметры, которые объективно не имеют закона распределения;

$\{\alpha\}$  – параметры, для которых априорно известна совместная плотность распределения вероятностей  $W(\alpha/v_i)$ ;

$\int_{A_\alpha} (...)d\alpha$  – многомерный интеграл по области существования параметра  $\alpha$ ;

$G(t, \alpha, v_i)$  – координатный закон эффективного действия;

$G_{\bar{e}}(\alpha, v_i)$  – эффективность при контактном взаимодействии.

Критерием для отработки конструкции, выбора элементов и методов защиты НВУ от возможных механических, климатических и других воздействий может служить частный критерий, удовлетворяющий общему и минимизирующий вероятность ненадежной работы НВУ:

$$P_{\bar{r}/v_i} \rightarrow \min .$$

Критерием для анализа тракта принятия решения НВУ и оптимизации помехоустойчивости при  $\bar{P}_{\bar{y}/v_i} \geq 0,7$  может служить частный критерий, минимизирующий вероятность ошибки обнаружения:

$$\bar{P}_{\bar{i}0/v_i} = \int_{A_\alpha} W(\alpha, v_i) \sum_{q=1}^r P_{\bar{e}0}(\alpha, v_{iq}) d\alpha + \int_{A_\alpha} W(\alpha, v_i) P_{\bar{i}0}(\alpha, v_{ir}) d\alpha \rightarrow \min . \quad (2)$$

Критерием для оптимизации эффективности НВУ, т. е. согласования области срабатывания с областью эффективного действия, может служить частный критерий, максимизирующий условную вероятность эффективного действия:

$$\bar{P}_{\bar{y}/v_{ir}} = \int_{A_\alpha} W(\alpha/v_i) \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{ir}) G(t/\alpha, v_i) dt d\alpha \rightarrow \max . \quad (3)$$

Как показано в [2], получение одинаково высокой эффективности во всем множестве стратегий объекта возможно при наличии информации об условиях применения и условиях встречи, поэтому для синтеза НВУ можно воспользоваться критерием (1).

Распределение вероятностей моментов срабатывания  $W(t/\alpha, v_{ir})$ , а следовательно, и условная вероятность эффективного действия будут зависеть от структуры системы, правила принятия решения и, параметров обнаружения. Надежность НВУ также будет зависеть от структуры системы.

Однако, при выбранных структуре и алгоритме работы НВУ, возможно повысить эффективность (например, согласованием области срабатывания с областью эффективного действия) и надежность (принятием конструктивных мер). Поэтому для обоснования алгоритма работы за критерий

на основании формулы (1) выберем вероятность ошибки обнаружения  $\bar{P}_{\text{io}} / v_{iq}$  в данный момент времени  $t \in \{T\}$ :

$$\begin{aligned} \bar{P}_{\text{io}} / v_{iq} = & \int_{A_\alpha} W(\alpha/v_i) \{ P_{\text{eo}}(\alpha, v_{iq}) \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{iq}) G(t, \alpha, v_i) dt + \\ & + P_{\text{io}}(\alpha, v_{iq}) \left[ \int_{A_t} W(t/\alpha, v_{iq}) G(t, \alpha, v_i) - P_\varepsilon G_\varepsilon(\alpha/v_i) \right] \} da, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $P_{\text{eo}}(\alpha, v_{iq})$ ,  $P_{\text{io}}(\alpha, v_{iq})$ ,  $W(t/\alpha, v_{iq})$  – соответственно вероятность ложных тревог, вероятность пропусков, плотность распределения вероятностей моментов срабатывания НВУ при условии  $(\alpha, v_{iq})$  и помеховой ситуации на  $q$  – м отрезке времени работы НВУ.

Введем следующие обозначения:

$$W_1(\alpha, y/v_{iq}) = W(\alpha/v_i) P_1(y/\alpha, v_{iq}),$$

$$W_0(\alpha, y/v_{iq}) = W(\alpha_0 v_i) P_0(y/\alpha, v_{iq})$$

где  $P_0(y/\alpha, v_{iq})$ ,  $P_1(y/\alpha, v_{iq})$  – многомерные плотности распределения вероятностей состояния сигнала  $y$  на входе при условии  $(\alpha, v_{iq})$  и соответственно отсутствию и присутствию объекта в зоне действия.

Из критерия (4) получены выражения для отношения правдоподобия (5) и порога срабатывания (6):

$$L[\alpha, y/v_{iq}] = \frac{W_1(\alpha, y/v_{iq})}{W_0(\alpha, y/v_{iq})} \geq \gamma(\alpha, v_{iq}), \quad (5)$$

где

$$\gamma(\alpha, v_{iq}) = \frac{\int_{A_t} W(t/\alpha v_{iq}) G(t, \alpha, v_i) dt}{\int_{A_t} W(t/\alpha, v_{iq}) G(t, \alpha, v_i) dt - P_\varepsilon G_\varepsilon(\alpha, v_i)}. \quad (6)$$

Как видно из выражений (5, 6), НВУ должно вычислять отношение правдоподобия (5) и сравнивать его с порогом (6), т. е. решать задачу обнаружения сигнала на фоне помех.

Если помеховая ситуация при взаимодействии с объектом отлична от помеховой ситуации в предшествующие моменты времени, то НВУ должно решать задачу распознавания сигналов. Если в выражении (4) учесть вероятность появления объекта в момент времени  $t$  на отрезке времени  $t_q$ , то порог принятия решения будет зависеть от времени.

Поскольку отношение правдоподобия  $L[\alpha, y/v_{iq}]$  и порог  $\gamma(\alpha, v_{iq})$  зависят от параметров  $\alpha$ ,  $v_i$  и помеховой ситуации на отрезке времени  $t_q$ , то НВУ должно представлять собой адаптивную систему, в которой чаще всего должны производиться оценки параметров  $\alpha$  и  $v_i$ .

Если невозможно получить информацию о части параметров  $\alpha$  и  $v_i$ , необходимо выделять информативные признаки объектов, инвариантные к этим параметрам.

Обобщенная структурная схема НВУ, оптимального по критерию максимальной вероятности эффективного действия и обеспечивающей высокую эффективность ( $\bar{P}_{\text{y}/v_i} \geq 0,6 \dots 0,8$ ) во всем множестве

стратегий объекта, состоит из  $n$  – канального приемного устройства ПУ, блока принятия решений БПР, блока измерения БИ и блока согласования БС (рис.).

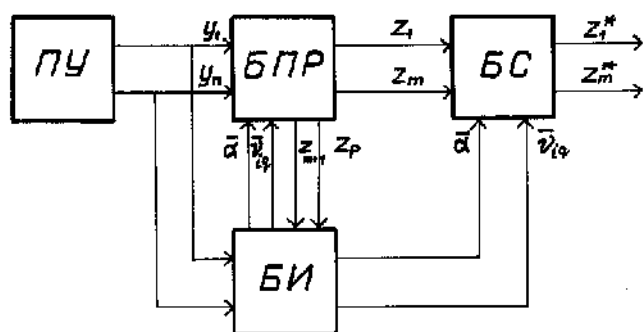


Рис. Обобщенная структурная схема НВУ

В общем случае НВУ может строиться как комплексированная система и включать в себя информативные каналы одной или различной физической природы; следует рассматривать и бортовые информационные каналы.

Блок принятия решений должен работать по алгоритму (5) и в зависимости от помеховых ситуаций решать задачи обнаружения или распознавания сигналов. Информация о помеховой ситуации с блока принятия решений может поступать в блок измерения для его оптимизации.

В блоке измерения оцениваются параметры  $\alpha$  и  $v_i$  условий встречи и условий применения, влияющие на помехозащищенность и эффективность. Из последнего информация выдается в блок согласования для оптимизации момента срабатывания НВУ и в блок принятия решений для его адаптации к условиям встречи и условиям применения.

Критериями для оптимизации блоков принятия решений и блока согласования могут служить частные критерии вида (2) и (3):

$$P_{\text{ис}} / \bar{v}_{iq} = \int \int_{A_\alpha A_v} W(v / \bar{v}_{iq}) W(\alpha / \bar{v}_{iq}, \bar{\alpha}) [P_{\text{вд}}(\alpha, v_{iq}) + P_{\text{ид}}(\alpha, v_{iq})] d\alpha dv$$

$$P_{\text{с/}\bar{v}_{iq}} = \int \int_{A_\alpha A_v} W(v / \bar{v}_{iq}) W(\alpha / \bar{v}_{iq}, \bar{\alpha}) \int_{A_t} W(t / \alpha, v_{iq}) G(t, \alpha, v_{iq}) dt d\alpha dv,$$

где  $\bar{\alpha}$  и  $\bar{v}_{iq}$  – оценки параметров;

$W(v / \bar{v}_{iq})$  и  $W(\alpha / \bar{v}_{iq}, \bar{\alpha})$  – плотности распределения истинных значений параметров  $v$  и  $\alpha$  при условии  $\bar{v}_{iq}$  и  $\bar{\alpha}$ , определяются точностью измерения параметров  $\bar{v}_{iq}$  и  $\bar{\alpha}$  в блоке измерений.

Конструктивная реализация НВУ может не соответствовать структурной схеме, приведенной на рисунке. Блок принятия решений и измерения могут иметь общие тракты.

Таким образом, предложенная обобщенная структурная схема НВУ, в определенной степени отвечает требованиям всех рассмотренных частных критериев, является оптимальной по критерию вероятности эффективного действия и обеспечивает высокую эффективность во всем множестве стратегий объекта. Предложенная обобщенная структурная схема НВУ может быть использована на этапе эго начального проектирования.

### Библиографический список

1. Мусьяков М. П., Хохлов В. К. Регрессионные системы обнаружения и распознавания случайных сигналов в ближней локации. – М. : ЦНИИ НТИ, 1988. – 271 с.
2. Хохлов В. К., Бумагин А. В. Инвариантные статистические характеристики в автономных информационных системах ближней локации // Оборонная техника (М). – 2003. – № 1–2. – С. 81–98.



**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОГРАММЫ MATHCAD  
ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ СМЕШАННЫХ  
И ЗАШУМЛЁННЫХ СИГНАЛОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ**

**Ковзалов А. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Ищенко Ю. Г.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье проводится сравнительный анализ использования возможностей среды Mathcad и низкочастотных цифровых фильтров по выделению полезной информации (тренда) из временного сигнала

**Ключевые слова:** цифровой фильтр, тренд, сглаживание данных, измерение.

При испытаниях новых образцов техники первейшее значение имеет оценка характеристик по результатам измерений параметров. Зарегистрированные параметры, как правило, представляют собой некий временной сигнал, включающий в себя медленно меняющийся тренд, гармонические составляющие и шум.

Наибольшее значение при анализе характеристик опытных образцов представляет тренд параметров, отражающий основные физические параметры. Кроме того, выделение тренда из сигнала является одной из задач спектрального анализа.

Для проведения исследований эффективности существующих методов вычленения полезной информации из смешанных и зашумлённых сигналов измерительной аппаратуры был синтезирован тестовый сигнал путём смешивания апериодического тренда, нестационарных гармонических сигналов и шума. На рисунке 1 представлена апериодическая составляющая тестового сигнала. Тестовый сигнал представляет собой полиномиальный тренд, определённый на отрезке от 0 до 31 с.

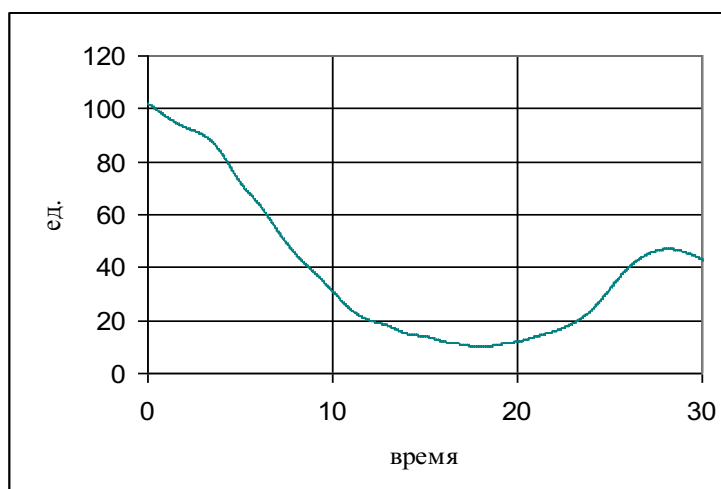


Рис. 1. Апериодическая составляющая тестового сигнала (тренд параметра)

Тренд сложен с гармонической компонентой  $4\sin(\omega t)$ , имитирующей прецессионную частоту вращения объекта испытаний. До 20-й с угловая скорость  $\omega$  сохраняется постоянной и равна 100 град./с. С 20-й с угловая скорость прецессии начинает возрастать по линейному закону до 1000 град/с к 29-й с. Амплитуда сохраняется постоянной до 20-й с и начинает уменьшаться по линейному закону до величины 2 ед. к 30-й с. На рисунке 2 показаны изменение амплитуды а) и изменение частоты б) по времени для прецессионной гармонической компоненты тестового сигнала.

Параметры нутационных колебаний выбраны следующим образом: нутационные колебания возникают на 24-й с. Их частота достигает максимума 229 град./с на 28-й с и далее убывает по линейному закону на 32-й с до нуля. Амплитуда нутационных колебаний с 24 по 32 с изменяется нелинейно по параболическому закону.

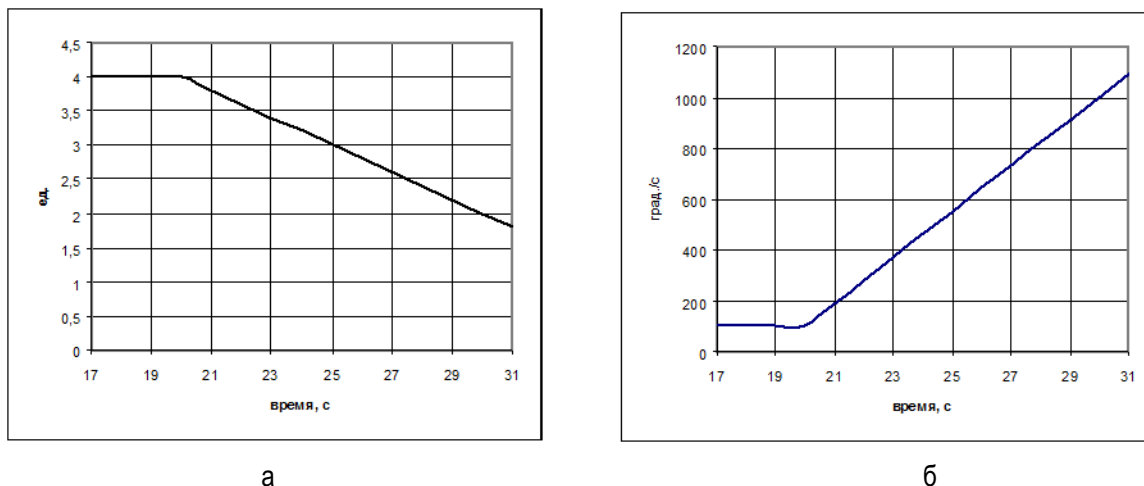


Рис. 2. Изменение составляющих прецессии: а – изменение амплитуды прецессионных колебаний по времени; б – изменение частоты прецессионных колебаний по времени

Графики изменения угловой скорости и амплитуды нутационных колебаний приведены на рисунке 3.

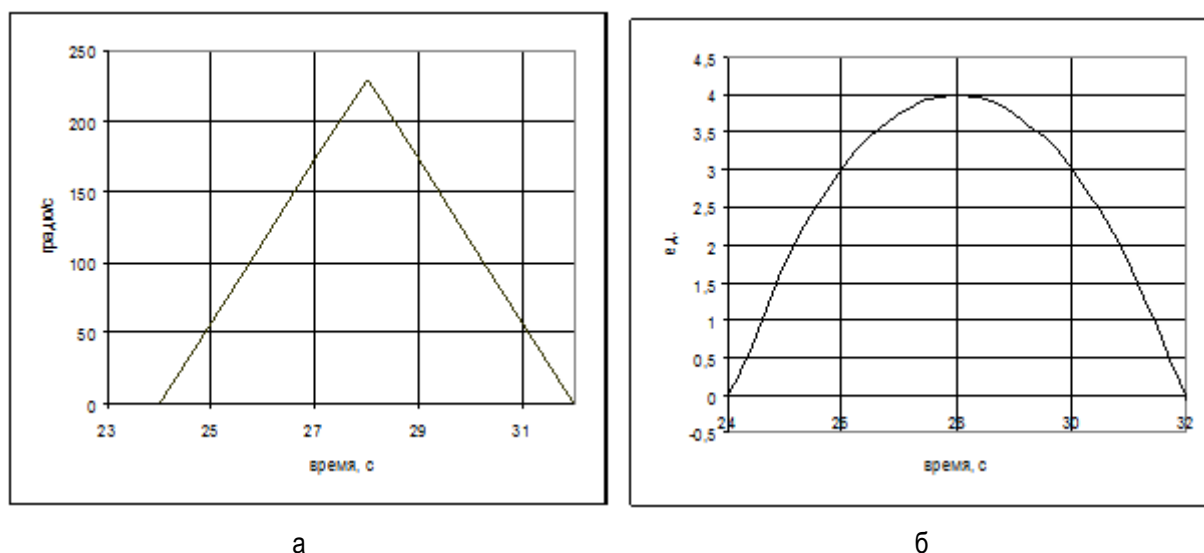


Рис. 3. Изменения угловой скорости и амплитуды нутационных колебаний: а – изменение нутационной частоты; б – изменение амплитуды нутационных колебаний по времени

Кроме того, в тестовый сигнал добавлен шум в виде случайных чисел, распределённых по равномерному закону от 0 до 4. Общий вид тестового сигнала представлен на рисунке 4.

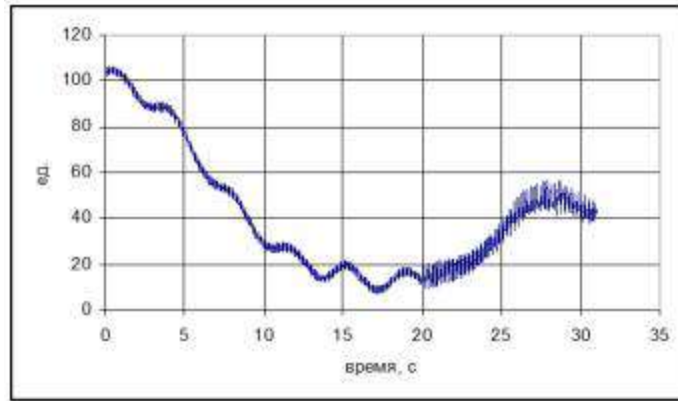
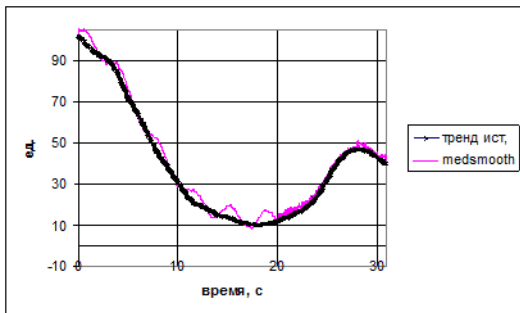


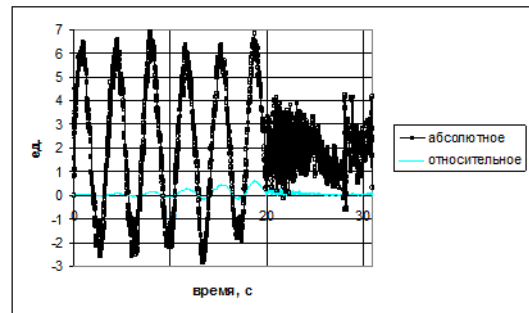
Рис. 4. Общий вид тестового сигнала

Как указано ранее, выделение тренда параметра – одна из основных задач анализа.

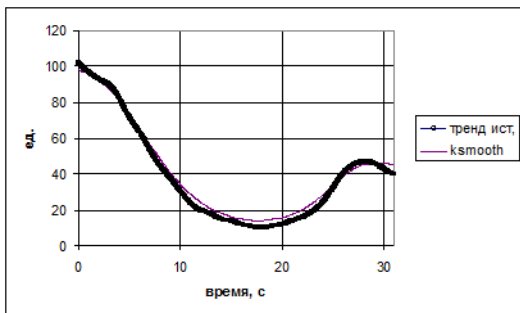
Обычно задача решается с помощью применения различного вида осреднений и низкочастотных фильтров. Например, в прикладном пакете Mathcad имеются стандартные процедуры сглаживания данных, такие как medsmooth, ksmooth и supsmooth [1]. На рисунке 5 представлены результаты сглаживания тестового сигнала стандартными процедурами Mathcad.



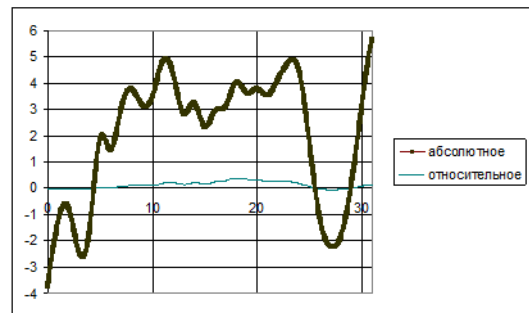
а



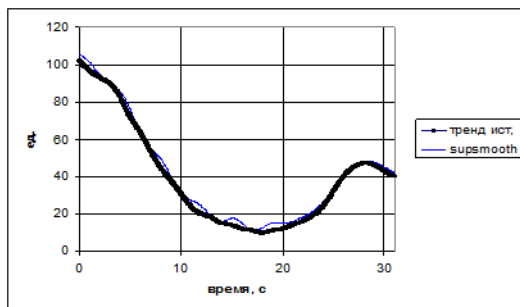
г



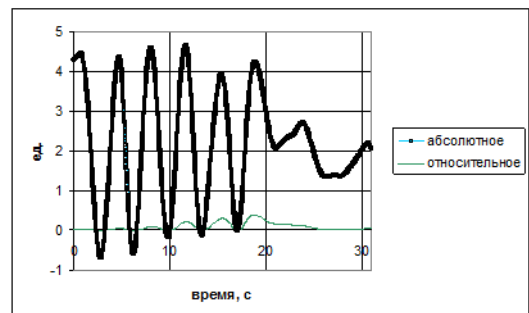
б



д



в



е

Рис. 5. Абсолютные и относительные отклонения сглаженной величины от истинного тренда:

а–в – результат сглаживания тестового сигнала стандартными процедурами Mathcad;

г–е – абсолютные и относительные отклонения результатов

Функция medsmooth (vy,n) сглаживает данные, представленные вектором vx, используя метод скользящей медианы, где n – ширина окна сглаживания; ksmooth (vx,vy,b) сглаживает данные, представленные векторами vx – значения по оси x и vy – значения по оси y; supsmooth (vx,vy) использует процедуру линейного сглаживания методом наименьших квадратов по правилу выбора k ближайших соседей с адаптивным выбором k.

В таблице приведены абсолютные и относительные отклонения сглаженной величины от истинного тренда.

Таблица

**Абсолютные и относительные отклонения сглаженной величины от истинного тренда**

Процедура Mathcad	Абсолютное отклонение сглаженной величины от истинного тренда, ед.	Относительное отклонение сглаженной величины от истинного тренда, %
medsmooth	6,99	36
ksmooth	5,67	40
supsmooth	4,65	39

Очевидно, что величины относительных погрешностей свидетельствуют о том, что выделения тренда стандартными процедурами может привести к значительным погрешностям и ошибкам. Это связано с тем, что создатели аналитических и вычислительных программ не приводят ограничений, с учётом которых они должны применяться.

Следовательно необходимо синтезировать собственный фильтр. Алгоритмы синтеза цифровых фильтров широко известны и приведены, например, в [2].

Ядром низкочастотного фильтра служит так называемая усечённая Sinc-функция  $\text{Sin}(x)/x$ , сглаженная для устранения разрывов производных в местах усечения. Суть алгоритма синтеза низкочастотного цифрового фильтра состоит в следующем. Берётся Sinc-функция и ограничивается длиной фильтра, выраженной в количестве отсчётов. От длины фильтра непосредственно зависит крутизна спада АЧХ фильтра. Но целесообразно выбирать длину фильтра не более чем треть длины сигнала.

Ядро фильтра (функция отклика на единичное воздействие) вычисляется по формуле:

$$h(t) = K \frac{\text{Sin} \left[ 2\pi f_c \left( t - \frac{M}{2} \right) \right]}{t - \frac{M}{2}} [fo(t)],$$

где K – весовая функция;  
 $f_c$  – частота среза фильтра;  
M – длина фильтра;  
 $fo$  – оконная функция.

В качестве оконной функции можно применить функцию Блэкмана  $fh(t) = 0.42 - 0.5 \text{Cos} \left( \frac{2\pi t}{M} \right)$ ,

или функцию Хэмминга  $fb(t) = 0.54 - 0.46 \text{Cos} \left( \frac{2\pi t}{M} \right)$ . Они дают практически одинаковый результат за исключением того, что фильтр Хэмминга имеет лучшую, по сравнению с фильтром Блэкмана, крутизну спада АЧХ. На рисунке 6 приведён алгоритм синтеза низкочастотного фильтра.

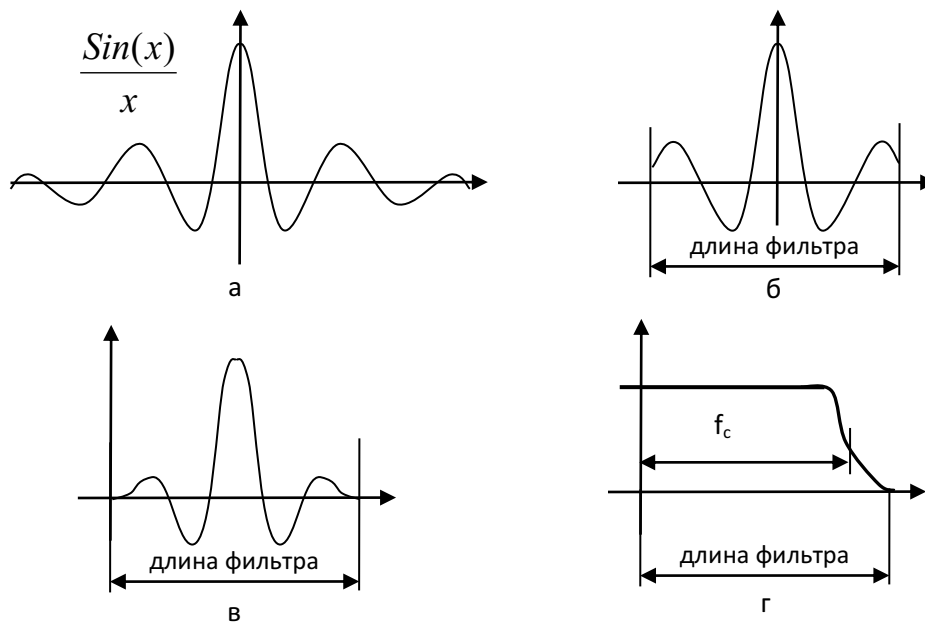


Рис. 6. Алгоритм синтеза низкочастотного цифрового низкочастотного фильтра: а – Sinc-функция; б – ограничение (усечение) Sinc-функции; в – сглаживание Sinc-функции; г – получаемая АЧХ низкочастотного фильтра;  $f_c$  – частота среза

Результаты фильтрации тестового сигнала фильтрами Блэкмана и Хэмминга с частотой среза 0,1 Гц приведены на рисунке 7.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что низкочастотные цифровые фильтры обладают некоторой «инерционностью», которая проявляется в местах изменения первой и второй производных сигнала. Убрать «выбеги» (рис. 7) фильтров до начала и после конца анализируемого сигнала можно довольно простыми средствами: справа – срезом всех данных после последнего отсчёта сигнала; слева – добавлением в отрицательную область квазиданных на величину длины фильтра для «выбега».

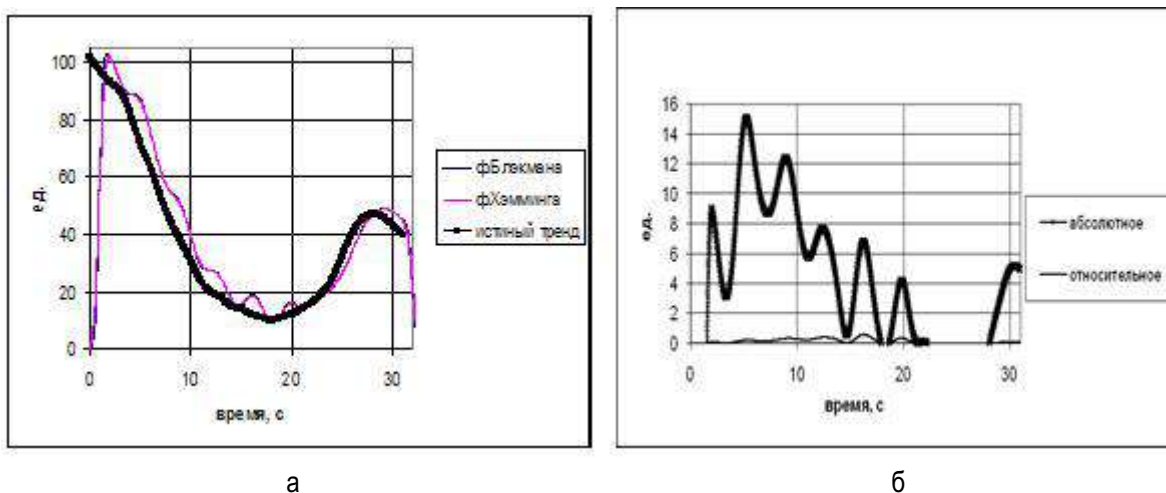


Рис. 7. Результаты фильтрации тестового сигнала фильтрами Блэкмана и Хэмминга: а – тестовый сигнал, отфильтрованный фильтрами Блэкмана и Хэмминга (кривые на рисунке совпали), и истинный тренд тестового сигнала; б – абсолютные и относительные отклонения результатов сглаживания от тренда тестового сигнала

Эти данные могут быть равны величине первого отсчёта сигнала, как показано на рисунке 8, или симметричным отражением сигнала относительно точки первого отсчёта на длину фильтра. Рисунок 8 позволяет сделать вывод о том, что низкочастотные цифровые фильтры наряду со стандартными процедурами Mathcad также недостаточно точно решают задачу выделения тренда.

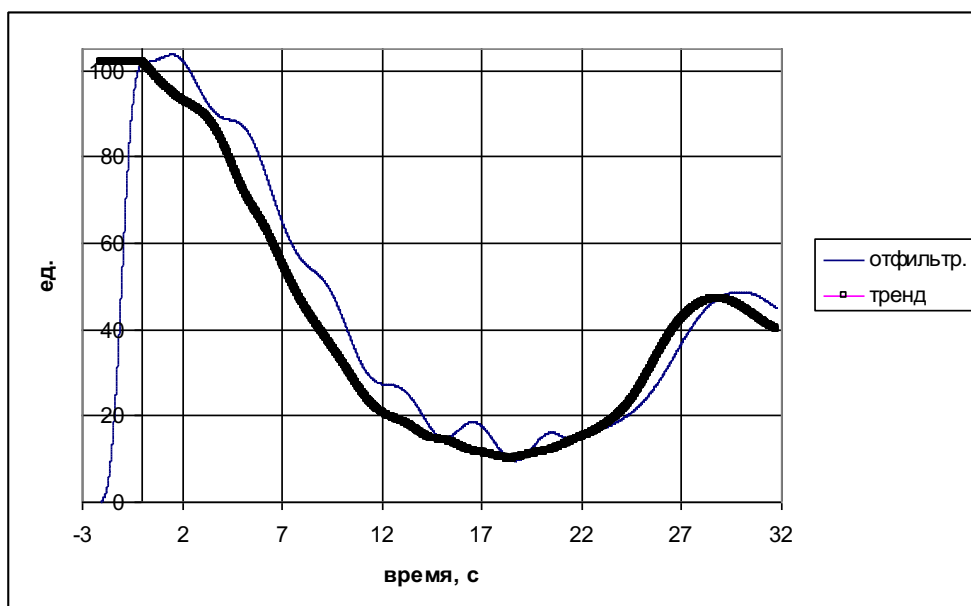


Рис. 8. Фильтрация сигнала с добавленными квазиданными

Лучший результат даёт аппроксимация данных полиномами 2-й степени. В среде Mathcad для подбора полиномов лучшего приближения служит функция loess (vx, vy, span), где vx – вектор значений по оси OX; vy – вектор значений по оси OY, span – числовое значение, определяющее параметры аппроксимации. На рисунке 9 приведены тренд параметра и аппроксимация входного сигнала функцией loess, а также абсолютное и относительное отклонения аппроксимации от тренда сигнала. По сравнению с фильтрами функция loess показала наилучший результат: абсолютное отклонение составило 4,1 ед., максимальное относительное отклонение 31 %.

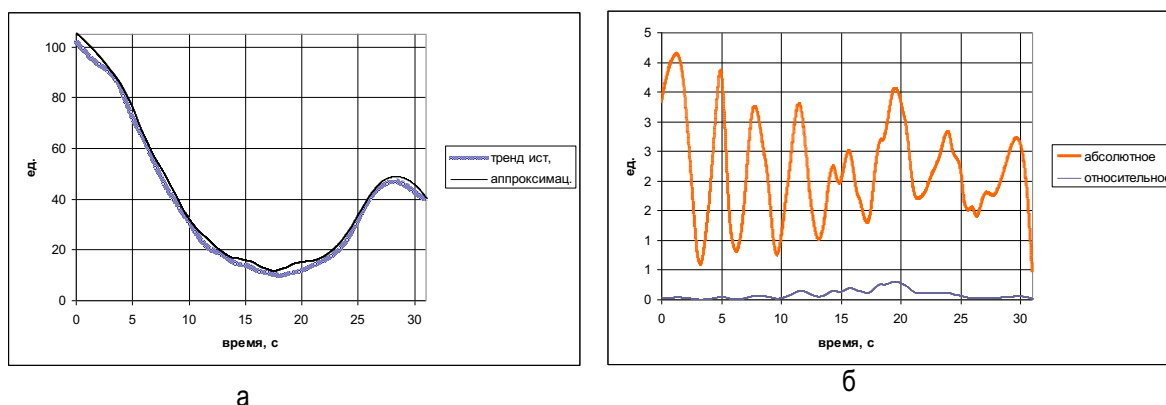


Рис. 9. Тренд параметра и аппроксимация входного сигнала функцией loess:  
 а – тренд параметра и аппроксимация входного сигнала функцией loess;  
 б – абсолютное и относительное отклонения аппроксимации от тренда сигнала

Таким образом, использование возможностей среды Mathcad в основном позволяет проводить с достаточной точностью выделение тренда (полезного сигнала) из смешанных и зашумлённых сигналов бортовой измерительной аппаратуры.

#### **Библиографический список**

1. Дьяконов В. П. Энциклопедия Mathcad 2000i и Mathcad 11. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 832 с.
2. Стивен В. Смит. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М. : Додэка XXI, 2012. – 20 с.

**РАСЧЁТ ТРАЕКТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СТРЕЛЬБОВОЙ ОБСТАНОВКИ ПО МАТЕРИАЛАМ ВНУТРИСТАНЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ЗЕНИТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ МАЛОЙ ДАЛЬНОСТИ**

**Коршунов Д. Е.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрен алгоритм расчета траекторных параметров зенитных управляемых ракет малой дальности и воздушной цели по материалам внутристанционных измерений при проведении испытаний, а также принцип послепускового моделирования стрельбовой обстановки с помощью программного обеспечения Matlab.

**Ключевые слова:** зенитный ракетный комплекс, зенитная управляемая ракета, математическое моделирование, внутристанционные измерения, MatLab.

Наиболее быстровыполнимым методом оценки результатов летных испытаний зенитных управляемых ракет (ЗУР) малой дальности является экспресс-анализ. Преимущество данного метода заключается в том, что он позволяет провести оперативную оценку соответствия летно-технических характеристик ЗУР требованиям технических условий по критериям программ и методик проведения летных испытаний непосредственно на стартовой позиции. В качестве основного источника информации для его проведения используются материалы записи системы внутристанционных измерений (ВСИ) боевой машины (БМ) [5]. Перечень параметров, необходимых для проведения анализа результатов пуска, определяется программами и методиками проведения летных испытаний.

Наиболее наглядным способом отражения результатов экспресс-анализа является послепусковое моделирование стрельбовой обстановки в пуске. В соответствии с программами и методиками проведения летных испытаний, траекторные параметры ЗУР и цели должны быть отражены на графиках их проекций на горизонтальную (ХОZ) и вертикальную (ХОУ) плоскости, где ось ОХ направлена по азимуту стрельбы, ось ОУ направлена по внешней нормали к поверхности земного эллипсоида, ось ОZ дополняет систему до правой [1].

Рассмотрим порядок проведения расчета траекторных параметров и моделирования стрельбовой обстановки в пуске по материалам ВСИ на примере ЗУР 9М331 из состава зенитного ракетного комплекса «Тор-М2У».

Расшифровка записей ВСИ при проведении летных испытаний изделий 9М331 производится посредством программного обеспечения (ПО) WinVsiM или WinVsiMU, разработанного АО «ИЭМЗ «Купол», после чего данные по ЗУР и цели сохраняются в отдельные файлы с расширением \*.xls или \*.xlsx.

Дальнейшая обработка обычно производится с помощью ПО Microsoft Excel из пакета программ Microsoft Office, разработанного корпорацией Microsoft. Однако данный метод обработки записей ВСИ и моделирования стрельбовой обстановки достаточно неудобен, поскольку требует проведения множества операций в ручном режиме и, соответственно, занимает продолжительное время.



С целью автоматизации процесса обработки данных и снижения временных затрат при проведении послепускового моделирования стрельбовой обстановки в пуске целесообразно использовать средства математического моделирования (СММ), например, ПО MatLab, разработанное компанией MathWorks. Данное ПО позволяет создать универсальный алгоритм обработки записей ВСИ, дальнейшее применение которого позволяет сократить время на проведение послепускового моделирования до нескольких секунд.

Исходные данные, необходимые для проведения расчета траекторных параметров ЗУР и цели, можно представить в виде двух матриц  $R$  размера  $n \times 6$  и  $C$  размера  $m \times 4$ , где  $n$  и  $m$  – количество тактов записи ВСИ.

$$R = \begin{bmatrix} \mu_{зр_1} & \varepsilon_{н_1} & \beta_{н_1} & D_{р_1} & \varepsilon_{р_1} & \beta_{р_1} \\ \mu_{зр_2} & \varepsilon_{н_2} & \beta_{н_2} & D_{р_2} & \varepsilon_{р_2} & \beta_{р_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{зр_n} & \varepsilon_{н_n} & \beta_{н_n} & D_{р_n} & \varepsilon_{р_n} & \beta_{р_n} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $R$  – матрица исходных параметров, необходимых для расчета координат ЗУР в пространстве;  
 $\mu_{зр}$  – угол продольной стабилизации антенны станции обнаружения цели (СОЦ);  
 $\varepsilon_{н}$  – вертикальный угол поворота фазированной антенной решетки (ФАР) станции наведения (СН);  
 $\beta_{н}$  – угловое положение антенно-пускового устройства (АПУ) относительно продольной оси БМ;  
 $D_{р}$  – наклонная дальность до ЗУР;  
 $\varepsilon_{р}$  – угол места ЗУР в измерительной системе координат;  
 $\beta_{р}$  – азимут ЗУР в измерительной системе координат [2–4].

$$C = \begin{bmatrix} \mu_{зц_1} & \varepsilon_{ц_э_1} & \beta_{ц_э_1} & D_{ц_э_1} \\ \mu_{зц_2} & \varepsilon_{ц_э_2} & \beta_{ц_э_2} & D_{ц_э_2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{зц_m} & \varepsilon_{ц_э_m} & \beta_{ц_э_m} & D_{ц_э_m} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где  $C$  – матрица исходных параметров, необходимых для расчета координат цели в пространстве;  
 $\mu_{зц}$  – угол продольной стабилизации антенны СОЦ;  
 $\varepsilon_{ц_э}$  – экстраполированное значение угла места цели в измерительной системе координат;  
 $\beta_{ц_э}$  – экстраполированное значение азимута цели в измерительной системе координат;  
 $D_{ц_э}$  – экстраполированное значение наклонной дальности до цели [2–4].

Считывание исходных данных по ЗУР и цели, необходимых для проведения расчета, производится из соответствующих файлов с расширением \*.xls или \*.xlsx при помощи команды «xlsread» [6] с последующим формированием матриц. Для проведения дальнейших вычислений матрицы  $R$  и  $C$  необходимо разложить на соответствующие вектор-столбцы.

Положения ЗУР и цели в пространстве, регистрируемые системой ВСИ БМ, задаются угловыми величинами  $\varepsilon$  и  $\beta$ , а их измерение производится в измерительной системе координат. Данная система является подвижной, а начало ее координат находится в точке пересечения нормали с центром плоскости ФАР и осью вращения ФАР по углу  $\varepsilon_{н}$  [3].

Для проведения расчета траекторных параметров ЗУР и цели необходимо вычислить их угловые координаты в нестабилизированной прямоугольной системе координат (НПСК), а также, поскольку все угловые величины, регистрируемые вычислительной системой БМ, измеряются в делениях угломера, осуществить пересчет их значений в радианы. Для этого воспользуемся формулами (3)–(6).

$$\varepsilon_{p_{\text{нест}}} = \frac{\varepsilon_p + \varepsilon_n + \mu_{зр}}{3000} \cdot \pi = \begin{bmatrix} \frac{\varepsilon_{p_1} + \varepsilon_{n_1} + \mu_{зр_1}}{3000} \cdot \pi \\ \frac{\varepsilon_{p_2} + \varepsilon_{n_2} + \mu_{зр_2}}{3000} \cdot \pi \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\varepsilon_{p_n} + \varepsilon_{n_n} + \mu_{зр_n}}{3000} \cdot \pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{p_{\text{нест } 1}} \\ \varepsilon_{p_{\text{нест } 2}} \\ \dots\dots\dots \\ \varepsilon_{p_{\text{нест } n}} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{p_{\text{нест}}}$  – угол места ЗУР в нестабилизированной системе координат.

$$\beta_{p_{\text{нест}}} = \frac{\beta_n + \frac{\beta_p}{\cos\left(\frac{\varepsilon_n}{3000} \cdot \pi\right)}}{3000} \cdot \pi = \begin{bmatrix} \frac{\beta_{n_1} + \frac{\beta_{p_1}}{\cos\left(\frac{\varepsilon_{n_1}}{3000} \cdot \pi\right)}}{3000} \cdot \pi \\ \frac{\beta_{n_2} + \frac{\beta_{p_2}}{\cos\left(\frac{\varepsilon_{n_2}}{3000} \cdot \pi\right)}}{3000} \cdot \pi \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\beta_{n_n} + \frac{\beta_{p_n}}{\cos\left(\frac{\varepsilon_{n_n}}{3000} \cdot \pi\right)}}{3000} \cdot \pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{p_{\text{нест } 1}} \\ \beta_{p_{\text{нест } 2}} \\ \dots\dots\dots \\ \beta_{p_{\text{нест } n}} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $\beta_{p_{\text{нест}}}$  – азимут ЗУР в нестабилизированной системе координат.

$$\varepsilon_{ц_{\text{нест}}} = \frac{\varepsilon_{цэ} + \mu_{зц}}{3000} \cdot \pi = \begin{bmatrix} \frac{\varepsilon_{цэ_1} + \mu_{зц_1}}{3000} \cdot \pi \\ \frac{\varepsilon_{цэ_2} + \mu_{зц_2}}{3000} \cdot \pi \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\varepsilon_{цэ_m} + \mu_{зц_m}}{3000} \cdot \pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{ц_{\text{нест } 1}} \\ \varepsilon_{ц_{\text{нест } 2}} \\ \dots\dots\dots \\ \varepsilon_{ц_{\text{нест } m}} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где  $\varepsilon_{ц_{\text{нест}}}$  – угол места цели в нестабилизированной системе координат.

$$\beta_{ц_{\text{нест}}} = \frac{\beta_{цэ}}{3000} \cdot \pi = \begin{bmatrix} \frac{\beta_{цэ_1}}{3000} \cdot \pi \\ \frac{\beta_{цэ_2}}{3000} \cdot \pi \\ \dots\dots\dots \\ \frac{\beta_{цэ_m}}{3000} \cdot \pi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{ц_{\text{нест } 1}} \\ \beta_{ц_{\text{нест } 2}} \\ \dots\dots\dots \\ \beta_{ц_{\text{нест } m}} \end{bmatrix}, \quad (6)$$

где  $\beta_{ц_{\text{нест}}}$  – азимут цели в нестабилизированной системе координат.

Из курса высшей математики следует, что для вычисления произведения двух вектор-столбцов один из них должен быть транспонирован в вектор-строку, при этом, результатом умножения вектор-строки на вектор-столбец является число, а результатом умножения вектор-столбца на вектор-строку является матрица [7]. Таким образом, в случае расчета угловых координат ЗУР и цели в НПСК данным методом, результатом вычислений будут матрицы размера  $n \times n$  и  $m \times m$  соответственно, при этом, искомые значения будут располагаться на главной диагонали матриц. Данный вариант вычисления является довольно сложным и продолжительным по времени, поэтому необходимо использовать альтернативный метод.

Язык программирования, применяемый в СММ Matlab позволяет производить поэлементные математические операции над вектор-столбцами при условии их соразмерности, используя специальные математические операторы, например «.\*» для умножения и «./» для деления, что значительно упрощает проведение вычислений [6]. Результатом расчета угловых координат ЗУР и цели в НПСК данным методом будут вектор-столбцы, содержащие  $n$  и  $m$  строк соответственно.

Далее, зная угловые координаты ЗУР и цели, можно вычислить их прямоугольные координаты через формулы (7) и (8), применяя операторы поэлементного перемножения вектор-столбцов.

$$\begin{cases} X_p = -D_p \cdot \cos \varepsilon_{p_{нест}} \cdot \cos \beta_{p_{нест}} \\ Y_p = D_p \cdot \sin \varepsilon_{p_{нест}} \\ Z_p = D_p \cdot \cos \varepsilon_{p_{нест}} \cdot \sin \beta_{p_{нест}} \end{cases}, \quad (7)$$

$$\begin{cases} X_{ц} = -D_{цэ} \cdot \cos \varepsilon_{ц_{нест}} \cdot \cos \beta_{ц_{нест}} \\ Y_{ц} = D_{цэ} \cdot \sin \varepsilon_{ц_{нест}} \\ Z_{ц} = D_{цэ} \cdot \cos \varepsilon_{ц_{нест}} \cdot \sin \beta_{ц_{нест}} \end{cases}. \quad (8)$$

СММ Matlab имеет множество встроенных функций построения графических моделей, но наиболее подходящей для моделирования стрельбовой обстановки в пуске является функция «plot3» [6]. Данная команда позволяет построить трехмерную модель траекторий ЗУР и цели в пространстве (рис. 1) и при необходимости спроецировать их на заданные плоскости (рис. 2, 3).

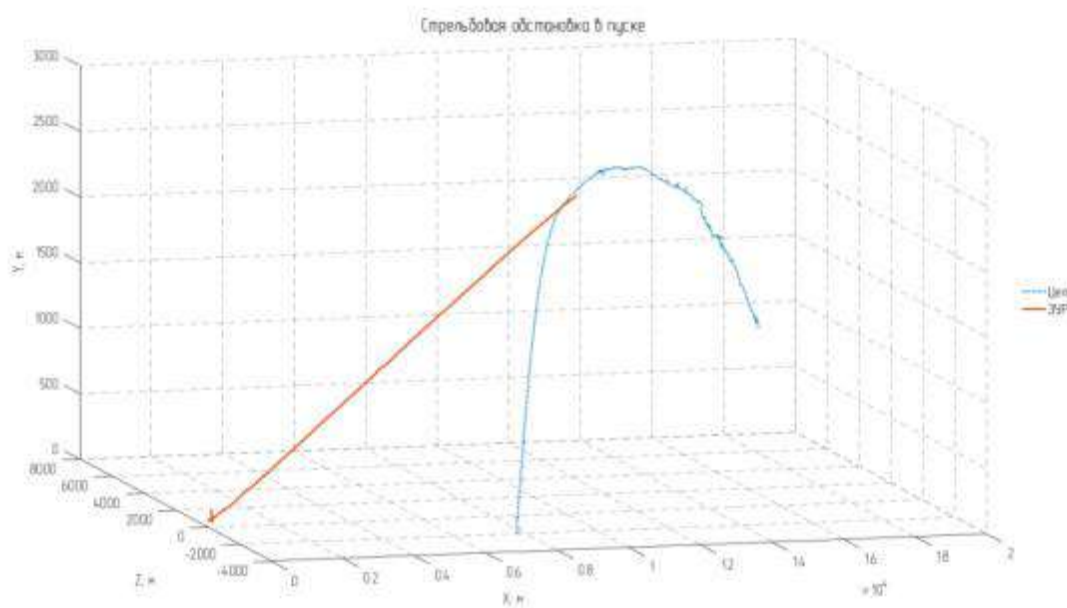


Рис. 1. Трехмерная модель стрельбовой обстановки в пуске

Таким образом, применение алгоритма, реализованного с помощью СММ Matlab, при проведении экспресс-анализа результатов летных испытаний изделий 9М331 позволяет автоматизировать процесс расчета траекторных параметров ЗУР и цели, а также произвести послепусковое моделирование стрельбовой обстановки в пуске по материалам записей ВСИ, при этом сократить время, необходимое на проведение данных операций до нескольких секунд.

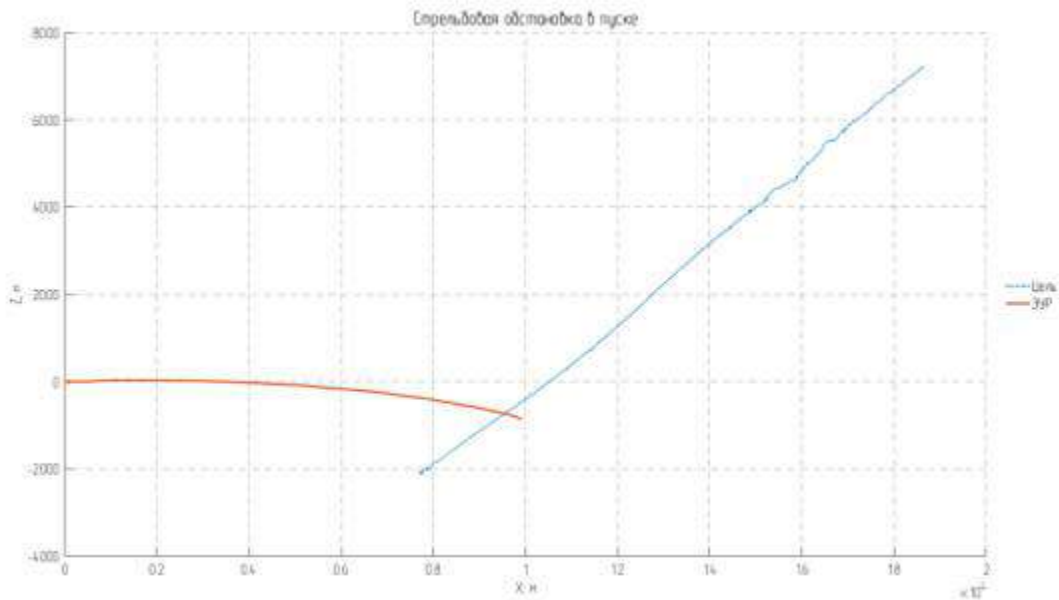


Рис. 2. Модель стрельбовой обстановки в пуске в горизонтальной плоскости

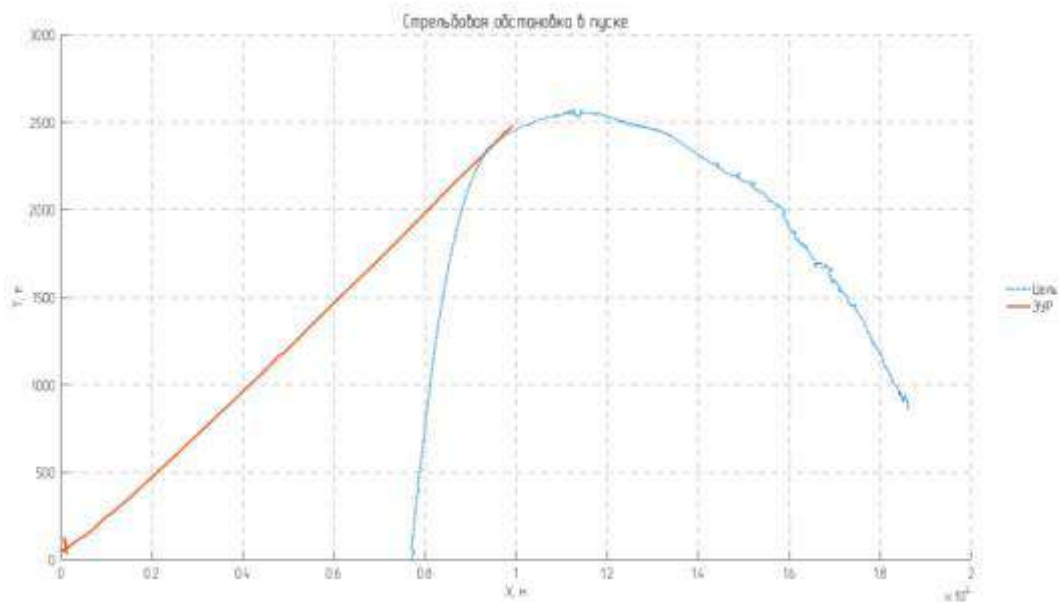


Рис. 3. Модель стрельбовой обстановки в пуске в вертикальной плоскости

### **Библиографический список**

1. 9М334.0000.0ПМ11. Ракета 9М331 (9М330). Программа и методика испытаний. Летные испытания ракеты 9М331 (9М330) в составе изделия 9М334. – 2000.
2. БА2 076 209-01 ТО. 9К331. БМ 9А331-1. Техническое описание. Часть 1. Краткое техническое описание. – 1994.
3. БА2.076.185 ТО. БМ 9А330. Техническое описание. Часть 1. Краткое техническое описание боевой машины. – 1980.
4. ИВЦР.461111.001 РЭ. 9К331Т. Боевая единица 9А331Т-А. Руководство по эксплуатации. Краткое техническое описание и работа.
5. Методика проведения экспресс-анализа результатов летных испытаний изделий 9М331 (9М330) в составе ЗРМ 9М334. – 2015.
6. Наместников С. М. Основы программирования в Matlab : сб лекций. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 55 с.
7. Тактаров Н. Г. Справочник по высшей математике для студентов вузов. – М. : Либроком, 2009. – 880 с.

## МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ДВИЖУЩЕГОСЯ ТЕЛА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ В ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

**Кравченко А. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Абраменко М. Г.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Попова А. Н.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Аэродинамические параметры не зависят от того, какое из двух взаимодействующих тел (окружающей среды или летательного аппарата) покоится, а какое находится в прямолинейном равномерном движении.

**Ключевые слова:** аэродинамические параметры, окружающая среда, летательный аппарат.

Аэродинамика, как любая наука, изучающая физику явлений, использует модели этих явлений, применяет различные гипотезы. Это делается для упрощения изучения сложных явлений. При этом стремятся сохранить все существенные свойства явлений и отбросить несущественные.

При изучении в аэродинамике взаимодействия окружающей среды с движущимся в ней телом используют модель взаимодействия аэродинамических параметров и движущегося тела с окружающей средой, которая заключается в том, что рассматривают не полет летательного аппарата в неподвижной окружающей среде, а обтекание неподвижного летательного аппарата набегающим потоком воздуха, которая не учитывает взаимодействие тел в динамической системе. При этом скорость набегающего потока равна по величине скорости полета летательного аппарата, но противоположна по направлению. Такое обращение движения не изменяет силовое и тепловое взаимодействие аппарата и окружающей среды.

Основными параметрами воздуха, которые характеризуют его состояние, являются: температура, плотность и давление. Напомним лишь уравнение состояния газа, которые связывают эти параметры между собой (уравнение Менделеева – Клапейрона):

$$p = \frac{\rho}{m} RT, \quad (1)$$

где  $p$  – давление газа [Па];

$\rho$  – плотность газа [кг/м<sup>3</sup>];

$m$  – молярная масса газа [кг/моль];

$R$  – универсальная газовая постоянная [Дж/(кг·моль)];

$T$  – температура газа [К].

К свойствам воздуха относятся вязкость и сжимаемость. Из опытов известно, что при обтекании поверхности набегающим потоком воздуха на некотором удалении от этой поверхности скорость частиц воздуха начинает уменьшаться вплоть до полного торможения частиц, непосредственно контактирующих с поверхностью (рис. 1). Разделим условно поток по вертикали к поверхности на отдельные слои. В этом случае слой, находящийся ближе к поверхности будет двигаться с меньшей скоростью, чем смежный с ним слой, расположенный выше. Нижний слой будет оказывать сопротивление верхнему

слою. В этом явлении проявляется вязкость воздуха, т. е. его способность сопротивляться сдвигу слоев, их относительному перемещению.

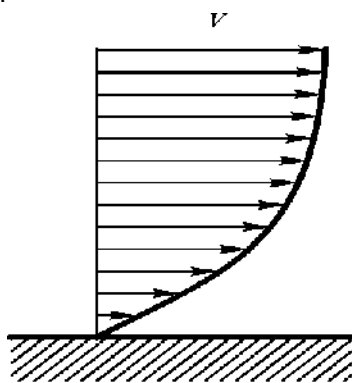


Рис. 1. Профиль скоростей потока вблизи поверхности

При таком взаимодействии слоев между ними возникают касательные напряжения  $\tau$ , которые пропорциональны производной скорости набегающего потока по нормали к поверхности:

$$\tau = \mu \frac{dV_x}{dy}, \quad (2)$$

где  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости, [Па·с];

$V_x$  – скорость набегающего потока, [м/с].

Если коэффициент динамической вязкости разделить на плотность воздуха  $\rho$ , то получится коэффициент кинематической вязкости:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}. \quad (3)$$

Динамическая вязкость воздуха возрастает при повышении температуры. Это происходит в связи с тем, что с ростом температуры скорость хаотического теплового движения молекул увеличивается.

Кинематическая вязкость зависит от высоты полета. При ее увеличении кинематическая вязкость растет.

Опыт показывает, что влияние вязкости на поток проявляется только на небольшом удалении от поверхности тела. Слой воздуха, где проявляется его вязкость, называется пограничным. Толщина пограничного слоя невелика, на носке тела она минимальна и увеличивается вниз по потоку (рис. 2). Максимальная толщина пограничного слоя во много раз меньше характерного размера обтекаемого тела [1].

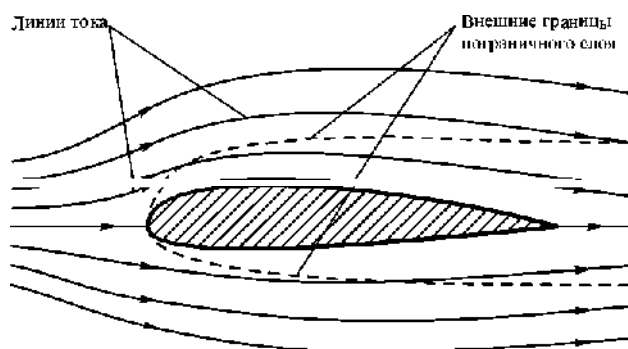


Рис. 2. Схема обтекания тела вязким газом (толщина пограничного слоя увеличена)

Другим важным свойством воздуха является его сжимаемость. Мерой сжимаемости воздуха при рассмотрении явлений в движущемся потоке пользуются числом Маха, это отношение скорости потока  $V$  к скорости звука  $a$  при данных условиях. Если  $M$  меньше 1, то течение называется дозвуковым, если  $M$  около 1, то течение называется околосзвуковым, если  $M$  от 1 до 6 – сверхзвуковым,  $M$  больше 6 – гиперзвуковым.

Благодаря свойствам вязкости и сжимаемости воздуха тело при обтекании испытывает сопротивление набегающему потоку. Это противодействие потока движущемуся телу называют силой лобового сопротивления.

В исследованиях в аэродинамике распространен прием, когда криволинейная внешняя поверхность реального летательного аппарата заменяется плоской пластиной, эквивалентной по площади и той же протяженности по потоку, что и рассматриваемая поверхность вращения.

Тогда сила лобового сопротивления, действующая на ЛА, обтекаемый потоком, определяется по формуле:

$$X = c_x \cdot q \cdot S_M, \quad (4)$$

где  $c_x$  – коэффициент лобового сопротивления корпуса ЛА, отнесенный к площади миделя  $S_M$ ;

$$q = \frac{\rho V^2}{2} \text{ – скоростной напор набегающего потока.}$$

Коэффициент лобового сопротивления ЛА в диапазоне сверхзвуковых скоростей можно представить в виде суммы трех составляющих:

$$c_x = c_{xв} + c_{xд} + c_{xмп}, \quad (5)$$

где  $c_{xв}$  – коэффициент волнового сопротивления, рассчитываемый отдельно для головной и кормовой частей корпуса ЛА;

$c_{xд}$  – коэффициент донного сопротивления;

$c_{xмп}$  – коэффициент сопротивления трения.

Волновое сопротивление обусловлено необратимыми потерями механической энергии в скачках уплотнения, возникающих около головной и кормовой частей ЛА. Волновое сопротивление зависит от конструкции ЛА и вносит наибольший вклад в величину  $c_x$  на около- и сверхзвуковых скоростях, и составляет 2/3 от общей величины сопротивления.

Донное сопротивление обусловлено разрежением в донной области тела. Донное разрежение зависит от скорости полета, длины и поверхности ЛА, т.е. от состояния пограничного слоя в области донного среза и сужения кормовой части. Чем толще пограничный слой у донного среза (длинное тело или большая шероховатость), тем меньше донное сопротивление. Донное сопротивление для некоторых тел вращения может достигать 30 % полного сопротивления.

Сопротивлением трения называют проекцию главного вектора приложенных к ЛА касательных сил на направление невозмущенного потока. Наибольший вклад в сопротивление трения тел вращения дает его средняя цилиндрическая часть. Величина коэффициента сопротивления трения зависит от состояния пограничного слоя. При сверхзвуковых скоростях полета длинного тела, ламинарный пограничный слой имеет место только в небольшой области, примыкающей к носовой оконечности тела, то есть практически на всей поверхности ЛА реализуется турбулентный режим течения. На дозвуковых скоростях сопротивление трения может составлять до 75 % от полного сопротивления [2].



Определение коэффициентов сопротивления производится либо расчетным путем по полуэмпирическим зависимостям, либо экспериментальным путем, при исследовании моделей или натуральных образцов ЛА в аэродинамических трубах или в полетных условиях.

При применении аэродинамических труб предлагается использовать приведенную модель взаимодействия аэродинамических параметров и движущегося тела с окружающей средой в динамической системе. Объектами испытаний в аэродинамических трубах являются модели натуральных летательных аппаратов или их элементов. Аэродинамическая труба состоит из устройств нагнетания воздуха, которые нагнетают воздух в трубу, где находится исследуемое тело или его модель, тем самым создается эффект движения тела в воздухе с большой скоростью [3].

К аэротрубам предъявляются большие требования. Равномерность скорости должна быть до 1 %, отклонение потока от оси трубы не более 0,1 %, тело в трубе не должно занимать более 3 % рабочей площади трубы.

Для визуализации течения воздуха используют нити, наклеенные на поверхность модели. Возможна постановка эксперимента с подачей цветного дыма в характерные зоны потока, но продолжительность такого эксперимента (в трубах с повторной циркуляцией воздуха) весьма мала вследствие общего задымления всего аэродинамического тракта.

Благодаря тому, что силовое взаимодействие между телом и потоком остается прежним, предлагаемая модель открывает широкие возможности для исследований и существенно упрощает исследования в различных областях физики.

#### **Библиографический список**

1. Ефимов В. В. Основы авиации. Часть I. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов : учеб. пос. – М. : МГТУ ГА, 2003. – С. 64.
2. Колесников Г. А., Марков В. К., Михайлюк А. А. и др. Аэродинамика летательных аппаратов : учеб. для вузов / под ред. Г. А. Колесникова. – М. : Машиностроение, 1993. – С. 544.
3. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла : учеб. для вузов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1976. – С. 384.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ПОИСКА И УСТРАНЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА ОБЪЕКТАХ ИСПЫТАНИЙ ВВТ

Кривец М. М.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы обработки и анализа измерительной информации, позволяющие автоматизировать процесс поиска и устранения неисправностей при проведении испытаний вооружения и военной техники (ВВТ).

**Ключевые слова:** испытания ВВТ, обработка и анализ информации, поиск и устранение неисправностей.

Средства зенитных ракетных комплексов являются одним из наиболее ярких примеров объектов со сложным информационно-техническим взаимодействием между компонентами, как в составе отдельного изделия, так и в составе комплекса в целом. При проведении испытаний опытных образцов зенитных ракетных комплексов, наибольшим объемом и важностью среди всех испытательных процессов, как отдельных экспериментов, так и всех испытаний обладает обработка записей внутривидеонаблюдения и внешнетраекторных измерений. Именно на основе обработки полученной информации принимаются решения о степени соответствия объекта испытаний заданным характеристикам [1].

Современный этап развития сложных систем вооружения и военной техники характеризуется с одной стороны постоянным усложнением структур, составляющих комплекс или систему ВВТ, увеличением степени интеграции систем управления на основе средств вычислительной техники и постоянно возрастающей информативностью объектов испытаний. С другой стороны, темпы развития техники и технологий производства приводят к существенной унификации компонентов аппаратной составляющей комплексов вооружения.

Первая составляющая усложняет процесс проведения как наземных, так и летных экспериментов, увеличивает временные затраты на проведение анализа результатов испытаний в виду увеличения числа анализируемых параметров. Вторая же составляющая позволяет добиться снижения времени требуемого для организации процесса испытаний ввиду унификации как элементной составляющей, так и процессов обработки информации, осуществляемых аппаратными компонентами комплекса ВВТ.

Заключительные этапы испытаний образцов ВВТ совмещают как подтверждение заявленных в тактико-технических заданиях (ТТЗ) на изделие характеристик, так и отработку методик и приёмов подготовки, и развертывания образца вооружения на технических и стартовых позициях, а также элементы ведения боевых действий силами штатного боевого расчета. На этом этапе должны быть выявлены и отработаны те ситуации, которые по каким-либо причинам не могли быть отработаны на предыдущих этапах испытаний.

Всё это ведёт к возможности возникновения во время проведения испытаний неисправностей, не отраженных в эксплуатационно-технической документации на объект испытаний. Такое положение возможно, как при недостаточной отработке объекта испытаний на предыдущих этапах испытаний, так

и на этапе испытаний, когда образец вооружения поступает на полигон после выполнения доработок по устранению недостатков в программном обеспечении, выявленных на этапе предварительных испытаний на заводе-изготовителе, а также неисправности, допущенные при производстве изделия или ошибочные действия боевого расчета [2].

Зачастую, по показаниям как штатной аппаратуры боевого документирования, так и аппаратуры внутристанционных измерений возможно определить причину возникновения той или иной нештатной ситуации, неисправности или отказа и в дальнейшем избежать их повторного проявления, устранив причину их возникновения и внося дополнительные изменения в эксплуатационную документацию. Однако имеют место и такие ситуации, когда истинную причину, спровоцировавшую переход объекта испытаний в неработоспособное состояние определить очень сложно, а на первый взгляд даже невозможно.

Когда по показаниям измерений нельзя выдать однозначного решения о состоянии объекта испытаний и причинах, в результате которых объект испытаний перешел в это состояние, единственным способом решения задачи технического диагностирования и анализа ситуации становится комплексный анализ измерений.

**1. Способы автоматизации процессов анализа информации.** Трудно найти в компьютерном мире человека, который хотя бы на интуитивном уровне не понимал, что такое базы данных и зачем они нужны. В отличие от традиционных реляционных СУБД, концепция OLAP (Online Analytical Processing) не так широко известна.

OLAP – это не отдельно взятый программный продукт, не язык программирования и даже не конкретная технология. Если постараться охватить OLAP во всех его проявлениях, то это совокупность концепций, принципов и требований, лежащих в основе программных продуктов, облегчающих аналитикам доступ к данным.

Для начала мы выясним, зачем аналитикам надо как-то специально облегчать доступ к данным. Дело в том, что аналитики – это особые потребители корпоративной информации. Задача аналитика – находить закономерности в больших массивах данных. Поэтому аналитик не будет обращать внимания на отдельно взятый факт, что в четверг четвертого числа контрагенту Чернову была продана партия черных чернил – ему нужна информация о сотнях и тысячах подобных событий. Одиночные факты в базе данных могут заинтересовать, к примеру, бухгалтера или начальника отдела продаж, в компетенции которого находится сделка. Аналитику одной записи мало – ему, к примеру, могут понадобиться все сделки данного филиала или представительства за месяц, год. Заодно аналитик отбрасывает ненужные ему подробности вроде ИНН покупателя, его точного адреса и номера телефона, индекса контракта и тому подобного. В то же время данные, которые требуются аналитику для работы, обязательно содержат числовые значения - это обусловлено самой сущностью его деятельности.

Централизация и удобное структурирование – это далеко не все, что нужно аналитику. Ему ведь еще требуется инструмент для просмотра, визуализации информации. Традиционные отчеты, даже построенные на основе единого хранилища, лишены одного – гибкости. Их нельзя «покрутить», «развернуть» или «свернуть», чтобы получить желаемое представление данных. Конечно, можно вызвать программиста, и он сделает новый отчет достаточно быстро - скажем, в течение часа. Получается, что аналитик может проверить за день не более двух идей. А ему (если он хороший аналитик) таких идей может приходить в голову по нескольку в час. И чем больше «срезов» и «разрезов» данных аналитик видит, тем больше у него идей, которые, в свою очередь, для проверки требуют все новых и новых «срезов». Вот бы ему такой инструмент, который позволил бы разворачивать и сворачивать данные просто и удобно! В качестве такого инструмента и выступает OLAP.

Хотя OLAP и не представляет собой необходимый атрибут хранилища данных, он все чаще и чаще применяется для анализа накопленных в этом хранилище сведений.

Хранилище данных – это интегрированный накопитель информации, собранной из других систем, на основе которого строятся процессы принятия решений и анализа данных. Компоненты, входящие в типичное хранилище, представлены на рисунке.

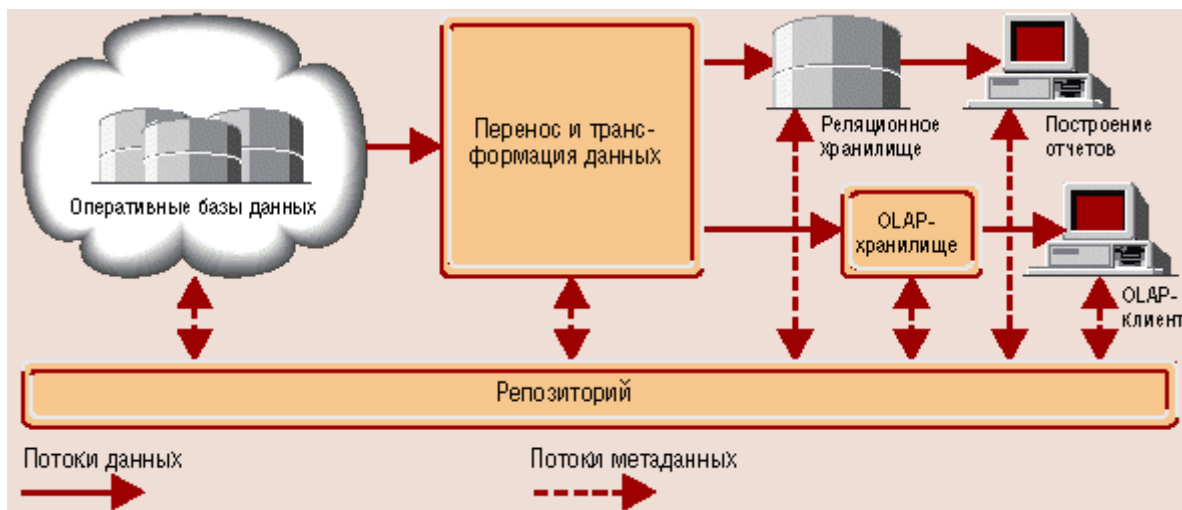


Рис. Структура хранилища данных

Оперативные данные собираются из различных источников, очищаются, интегрируются и складываются в реляционное хранилище. При этом они уже доступны для анализа при помощи различных средств построения отчетов. Затем данные (полностью или частично) подготавливаются для OLAP-анализа. Они могут быть загружены в специальную БД OLAP или оставлены в реляционном хранилище. Важнейшим его элементом являются метаданные, т. е. информация о структуре, размещении и трансформации данных. Благодаря им обеспечивается эффективное взаимодействие различных компонентов хранилища.

Подытоживая, можно определить OLAP как совокупность средств многомерного анализа данных, накопленных в хранилище. Теоретически средства OLAP можно применять и непосредственно к оперативным данным или их точным копиям (чтобы не мешать оперативным пользователям). Но мы тем самым рискуем наступить на уже описанные выше грабли, т. е. начать анализировать оперативные данные, которые напрямую для анализа непригодны.

Информационные системы масштаба предприятия, как правило, содержат приложения, предназначенные для комплексного многомерного анализа данных, их динамики, тенденций и т.п. Такой анализ в конечном итоге призван содействовать принятию решений. Нередко эти системы так и называются – системы поддержки принятия решений.

Принять любое управленческое решение, невозможно не обладая необходимой для этого информацией, обычно количественной. Для этого необходимо создание хранилищ данных (Data warehouses), то есть процесс сбора, отсеивания и предварительной обработки данных с целью предоставления результирующей информации пользователям для статистического анализа (а нередко и создания аналитических отчетов).

Основные требования к хранилищам данных:

- поддержка высокой скорости получения данных из хранилища;

- поддержка внутренней непротиворечивости данных;
- возможность получения и сравнения так называемых срезов данных (slice and dice);
- наличие удобных утилит просмотра данных в хранилище;
- полнота и достоверность хранимых данных;
- поддержка качественного процесса пополнения данных.

Удовлетворять всем перечисленным требованиям в рамках одного и того же продукта зачастую не удается. Поэтому для реализации хранилищ данных обычно используется несколько продуктов, одни из которых представляют собой собственно средства хранения данных, другие – средства их извлечения и просмотра, третьи – средства их пополнения и т.д.

**2. Определение возможных средств автоматизации процесса анализа.** Рассмотрим некоторых российских производителей инструментов класса OLAP.

Intersoft Lab: Контур Стандарт – универсальный инструмент быстрой разработки OLAP-приложений, представляющих собой пакеты аналитических интерфейсов (отчетов) для конечного пользователя: руководителя, аналитика, маркетолога и т. д. В файле приложения хранятся настройки на источники данных и метаданные: описание состава данных для анализа, измерений и фактов, механизмов агрегации, фильтрации, сортировки данных и настройки аналитических интерфейсов, обеспечивающих визуализацию данных. Система относится к классу OLAP-клиент. Исполнение приложений обеспечивается встроенной OLAP-машиной собственной разработки Intersoft Lab. Здесь можно ознакомиться с результатами внутреннего тестирования скорости обработки данных, которую обеспечивает OLAP-машина.

Контур OLAPBrowser: специализированный многооконный браузер для выполнения OLAP-анализа в Internet, локальной сети, на персональном компьютере и обычной работы в Internet. Система обеспечивает просмотр и OLAP-анализ данных, опубликованных в виде Контур-микрокубов (\*.cube) на Web-сайте или сетевом диске. Контур-микрокуб – это витрина данных (MOLAP), в которую с помощью специального генератора загружены данные из произвольных источников, например, бухгалтерской системы, хранилища данных и др. Контур OLAPBrowser предлагается компаниям-продавцам информации и корпорациям для внутренней информационной поддержки удаленных пользователей.

Институт открытых систем при Ивановском городском энергетическом университете: ИнфоВизор – комплекс инструментальных средств для автоматизированной поддержки принятия решений.

BaseGroup Labs: Компания занимается созданием систем добычи данных, анализа информации и прогнозирования, а также разработкой заказных информационных систем.

Cube Analyzer - система анализа информации на базе технологии OLAP. Является составной частью пакета Deductor. Продукт класса Desktop OLAP.

Среди всех программных продуктов, представленных в данном сегменте, стоит обратить внимание на аналитическую платформу Deductor компании BaseGroup Labs (г. Рязань).

Deductor является аналитической платформой, т.е. основой для создания законченных прикладных решений. Реализованные в Deductor технологии позволяют на базе единой архитектуры пройти все этапы построения аналитической системы: от создания хранилища данных до автоматического подбора моделей и визуализации полученных результатов. Deductor состоит из многомерного хранилища данных Deductor Warehouse и аналитического приложения Deductor Studio. Deductor Warehouse – многомерное хранилище данных, аккумулирующее всю необходимую для анализа предметной области информацию. Использование единого хранилища позволяет обеспечить непротиворечивость данных, их централизованное хранение и автоматически обеспечивает всю необходимую поддержку процесса

анализа данных. Deductor Warehouse оптимизирован для решения именно аналитических задач, что положительно сказывается на скорости доступа к данным. Deductor Studio – программа, реализующая функции импорта, обработки, визуализации и экспорта данных. Deductor Studio может функционировать и без хранилища данных, получая информацию из любых других источников, но наиболее оптимальным является их совместное использование. В Deductor Studio включен полный набор механизмов, позволяющий получить информацию из произвольного источника данных, провести весь цикл обработки (очистку, трансформацию данных, построение моделей), отобразить полученные результаты наиболее удобным образом (OLAP, диаграммы, деревья...) и экспортировать результаты на сторону. Deductor Viewer – рабочее место конечного пользователя. Пользователю доступна только панель управления Отчеты. Программа позволяет минимизировать требования к персоналу, т. к. все необходимые операции выполняются автоматически при помощи подготовленных ранее сценариев обработки, нет необходимости задумываться о способе получения данных и механизмах их обработки.

Применение данной платформы для решения задач обработки данных внутристанционных измерений может способствовать повышению общей информативности, так как появится возможность определить неявные зависимости между массивами различных данных. Такой метод обработки, основанный на основе анализа данных, кажущихся аномальными, поможет получить в результате структуры, из которых можно будет извлечь полезную информацию. А информативность таких «аномальных» измерений превысит информативность «нормальных» может в разы.

Однако не стоит забывать и о том, что неявная зависимость может проявиться в результате случайного стечения обстоятельств. Это накладывает ограничения на применение программ анализа данных: во-первых, в части касающейся углубленного изучения принципов работы аппаратного комплекса, а также к объему анализируемой выборки, а во-вторых, в части обработки данных внутристанционных измерений штатными средствами – наличие необходимых вычислительных мощностей.

**3. Преимущества использования OLAP методов.** Программные средства OLAP это инструмент оперативного анализа данных, содержащихся в хранилище. Главной их особенностью является то, что эти средства ориентированы на использование неспециалистом в области информационных технологий, не экспертом-статистиком, а профессионалом в прикладной области – инженером испытателем, научным сотрудником, наконец, начальником отдела. Они предназначены для общения аналитика с проблемой, а не с компьютером.

Имея гибкие механизмы манипулирования данными и визуального отображения, испытатель, как правило, сначала рассматривает с разных сторон данные, которые могут быть (а могут и не быть) связаны с решаемой проблемой, не имея при этом в голове никаких идей, просто пытаюсь заметить какие-либо особенности. Сопоставляет различные показатели между собой, стараясь выявить скрытые взаимосвязи. Заинтересовавшись какой-либо позицией, он может рассмотреть данные более пристально, детализировав их, например, разложив на составляющие по времени, по аппаратным или программным компонентам, или наоборот еще более обобщить представление информации, чтобы убрать отвлекающие подробности. У него, например, может зародиться гипотеза о том, что дублирование данных на АРМ возможно из-за некорректной работы аппаратуры связи. Тогда аналитик может запросить из хранилища и отобразить на одном графике интересующее его соотношение для тех параметров, изменение которых может влиять на прохождение сигнала по тракту от источника до потребителя. Для этого исследователь должен иметь возможность использовать не изоциренный SQL-запрос, а простой выбор из предлагаемого меню. Если полученные результаты ощутимо распадутся на две соответствующие группы, то это должно стать стимулом для дальнейшей проверки выдвинутой гипотезы. А может быть,

полученные результаты извлекут из подсознания какие-то новые ассоциации и поиск начнет продвигаться в другом направлении. В отличие от традиционных систем искусственного интеллекта технология OLAP, не пытается моделировать естественный интеллект, а усиливает его возможности мощностью современных вычислительных серверов и хранилищ данных.

Универсальность законов психологии, положенных в основу OLAP, позволяет разработчику приложений мало заботиться о характере возможных запросов данных конечным пользователем. Законы человеческого мышления мало изучены. Вместе с тем, вряд ли кто-нибудь сомневается в том, что общие законы мышления существуют и действуют. К признакам OLAP, основанным на законах психологии следует отнести:

- разделение данных на показатели (переменные) и измерения, определяющие соответственно состояние и пространство бизнеса;
- логическое представление значений показателей в виде многомерных кубов, упорядоченных по равноправным измерениям;
- неограниченное число и количество уровней иерархических связей между значениями измерениями;
- гибкое манипулирование данными: возможность построение подмножества значений показателя по любому дискриминирующему правилу, определенному на множестве значений его измерений; возможность построения подмножества значений измерения по любому дискриминирующему правилу, определенному на множестве значений любой из переменных, связанной с ней; логические операции над полученными множествами;
- неограниченные возможности агрегирования заданного подмножества значений показателя, при этом должна предоставляться возможность вычислять не только сумму значений, но и любой другой определенный пользователем функционал, например, минимум, максимум, среднее, медиану и проч.;
- возможность обработки запросов в "реальном времени" - в темпе процесса аналитического осмысления данных пользователем;
- развитые средства табличного и, главное, графического представления данных конечному пользователю.

Важность гибкого графического представления, хотелось бы подчеркнуть особо. Не углубляясь в психологические аспекты проблемы, приведем известный факт, что человеческий мозг способен воспринимать и анализировать информацию, которая представлена в виде геометрических образов, в объеме на несколько порядков большем, чем информацию, представленную в алфавитно-цифровом виде.

Можно привести много примеров, в подтверждение этого факта. Например, представьте себе необходимость проанализировать позицию, записанную в шахматной нотации. Если количество фигур больше десяти, то затраты времени будут на несколько порядков больше, чем при анализе на шахматной доске. Даже в том случае, если позиция проста. Или другой пример. Пусть требуется найти знакомое лицо на одной из ста фотографий. А теперь представьте себе, что вместо фотографий будут сто словесных описаний тех же лиц. Думаю, что предложенная задача не будет иметь решения в означенный временной период [3].

Технология OLAP призвана повысить эффективность информационно-аналитической и управленческой деятельности руководящего персонала. Используя эти средства, можно быстрее и более обоснованно принимать оперативные и стратегические решения. Открытые при помощи OLAP закономерности затем реализуются в модели, описывающей поведение опытных изделий в ситуациях,

не всегда реализуемых в полигонных условиях, позволяющие заглянуть в будущее. Будущее, определяемое не столько технологиями, сколько взглядом на них отдельно взятого испытателя.

Испытания опытных образцов вооружения и военной техники требуют проведения значительно-го объема натурных работ, и, как следствие, огромного количества данных, анализ которых может занять большой объем временных и человеческих ресурсов. Автоматизация процесса обработки результатов испытаний с применением аналитических платформ, позволит находить и устранять неисправности, возникающие на образцах ВВТ в процессе испытаний, в установленные сроки и без потери качества проводимых испытаний.

#### **Библиографический список**

1. Потюпкин А. Ю. Методологические основы испытаний сложных технических систем : методич. пос. – М., 2013.
2. Ларин А. А. Теоретические основы управления. Часть VI. Автоматизация управленческой деятельности : учеб. пос. – М., 2000.
3. Барсегян А. А., Куприянов М. С., Степаненко В. В. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. – СПб, 2012.



## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ И УПРАВЛЕНИЯ ОГНЁМ И ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лавров А. М.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье описана модель оценки эффективности стрельбы и управления огнем и ее возможности по проведению исследований. Рассмотрены основные факторы, учитываемые в модели, реализованные алгоритмы, обобщенная структурная схема модели и получаемые с ее помощью результаты, а также сущность моделирования противовоздушного боя и его отдельных этапов.

**Ключевые слова:** управление огнем, группировка войск ПВО, оценка эффективности стрельбы, моделирование.

Модель предназначена для оценки эффективности стрельбы и управления огнем (УО) смешанных рассредоточенных группировок войск ПВО, имеющих многоуровневую структуру, и может применяться на всех ее уровнях. Она относится к классу имитационных моделей с координатным отображением моделируемых объектов в пространстве и пошаговым развитием процессов во времени [1].

Основными факторами, учитываемыми в модели, являются:

- состав группировки войск ПВО (количество батарей, огневых единиц, типов моделируемых комплексов – не ограничено, с реализацией возможности моделирования как существующих, так и перспективных зенитных комплексов;
- характеристики средств управления;
- структура системы управления огнем (порядок подчиненности пунктов управления и огневых средств, информационные связи между пунктами управления и зенитными комплексами);
- построение группировки войск ПВО;
- состав налета средств воздушного противника (СВН);
- построение налета СВН (во времени и в пространстве), интенсивность радиоэлектронного противодействия зенитным комплексам, средствам разведки;
- огневое поражение зенитных комплексов воздушным противником;
- тактические приемы, используемые средствами ПВО и СВН в ходе противовоздушного боя.

Модель обеспечивает получение следующих результатов: МОЖ числа уничтоженных целей за время отражения налета при реализации способа управления  $У$  ( $M_{СВН}(У)$ ); МОЖ количества ракет  $i$ -го типа, израсходованных зенитными формированиями для отражения удара СВН противника ( $N_{iзур}(У)$ ); потери средств ПВО (ОЕ  $i$ -го типа) от огня воздушного противника ( $N_{iОЕ}(У)$ ).

Таким образом, модель позволяет учитывать довольно обширный спектр условий отражения ударов СВН противника и исследовать большое число внутренних факторов, определяемых условиями обстановки и решением командира.

Основными элементами модели являются:

- алгоритм функционирования пунктов управления;
- алгоритм функционирования средств воздушного нападения и пуска ПРР;

- алгоритм функционирования средств разведки;
- алгоритм функционирования огневых единиц;
- алгоритм статистической обработки результатов моделирования [2].

Главная особенность алгоритмов заключается в непосредственном учете случайных факторов (событий и величин) методом статистического моделирования.

Обобщенная структурная схема модели представлена на рисунке 1.

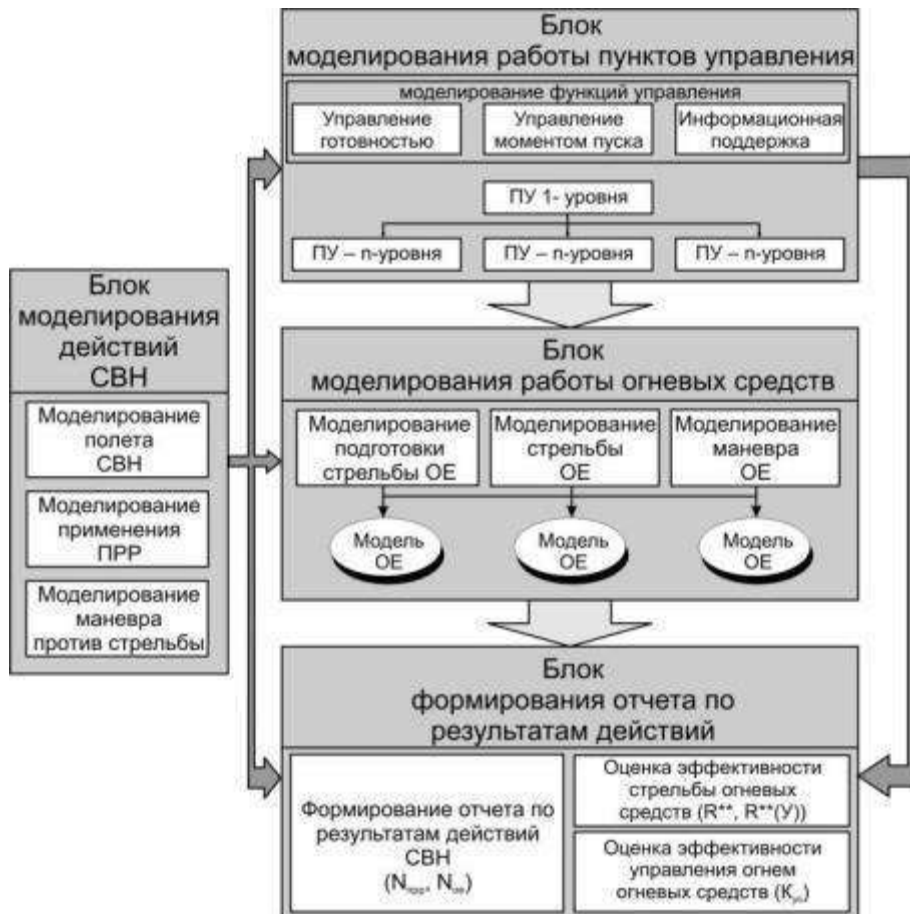


Рис. 1. Обобщенная структура модели

Процесс отражения удара воздушного противника моделируется в дискретные промежутки времени с интервалом  $D_t$ .

Шаг моделирования выбирается таким образом, чтобы интервал времени между соседними дискретами не превышал половины минимального периода изменения отображаемых процессов. Число реализаций моделирования определяется, исходя из соображений обеспечения требуемой точности результатов.

Сущность моделирования противовоздушного боя состоит в следующем. Самолеты противника, совершают полет по заданным траекториям. Траектории задаются точками (максимальное число точек 36) при формировании налета СВН. Количество СВН, их типы и параметры движения задаются в зависимости от замысла налета. Траектории целей задаются отрезками прямых.

Координаты целей  $(X_{uj}(t), Y_{uj}(t), H_{uj}(t))$  в момент времени  $t$  вычисляются по рекуррентным зависимостям:

$$\begin{aligned}
X_{uj}(t) &= X_{uj}(t-1) + \Delta t \cdot v_{X_{uj}}(t), \\
Y_{uj}(t) &= Y_{uj}(t-1) + \Delta t \cdot v_{Y_{uj}}(t), \\
X_{uj}(t) &= X_{uj}(t-1) + \Delta t \cdot v_{H_{uj}}(t),
\end{aligned}
\tag{1}$$

где  $v_{X_{uj}}, v_{Y_{uj}}, v_{H_{uj}}$  – составляющие вектора скорости цели.

Учитывая целевую специфику исследования, особый интерес представляют реализованные в модели алгоритмы моделирования маневра СВН и применения СВН противника ПРР.

При обнаружении излучающего объекта (РЛС, БМ) СВН, для которых при формировании исходных данных предусмотрен маневр, выполняют вираж на дальности, обеспечивающей не вход в зону поражения ЗРК. СВН, оснащенные ПРР, при наличии времени перед совершением маневра применяют их по излучающему объекту.

Самолеты, для которых не предусмотрено применение маневра и оснащенные ПРР, производят пуски ракет по РЛС и огневым единицам, работающим на излучение, по мере выхода на дальность применения оружия. Задержка пуска ПРР по излучающему объекту задается при формировании исходных данных и может варьироваться в зависимости от типа применяемых ракет.

Если СВН является носителем ПРР, то запущенная ракета рассматриваются в модели как отдельная цель. В момент пуска определяются их начальные координаты  $X_{npp} = X_j, Y_{npp} = Y_j, H_{npp} = H_j$ , совпадающие с координатами носителя в данный момент времени, а также составляющие скорости, дальность и время полета. В период времени  $t = t_{\text{пуска}} + t_{\text{пол}}$  производится моделирование ущерба, нанесенного радиоизлучающему объекту, если сама ПРР не уничтожена во время своего полета к цели. Учитывая, что в одном районе могут действовать несколько радиолокационных средств, выбор средств для поражения будет определяться последовательно, по времени их включения на излучение. Факт поражения средства ПВО в дальнейшем моделируется как событие, наступающее с вероятностью  $P_{\text{пор}}$ .

$$P_{\text{пор}} = \begin{cases} 1, & \text{при прежнем режиме работы РЭС;} \\ 0, & \text{при выключении РЭС и смене позиции} \\ & \text{к моменту времени } t. \end{cases}
\tag{2}$$

В случае если  $P_{\text{пор}} = 1$ , т. е. моделируется факт поражения ОЕ, она исключается из дальнейшей работы и убирается с отображения на экране. В случае смены позиции ОЕ и не поражения её ПРР производится дальнейшее моделирование ее работы на излучение и включение этой ОЕ в алгоритм целераспределения. При наличии на СВН ПРР производится дальнейшее моделирование их пусков по излучающим объектам.

Вид окна программы установки исходных параметров представлен на рисунке 2.

В составе группировки ПВО моделируются пункты управления и огневые средства. Переход из одного состояния в другое осуществляется по командам вышестоящего КП (вырабатываются алгоритмами управления) или под воздействием внешних факторов [2].

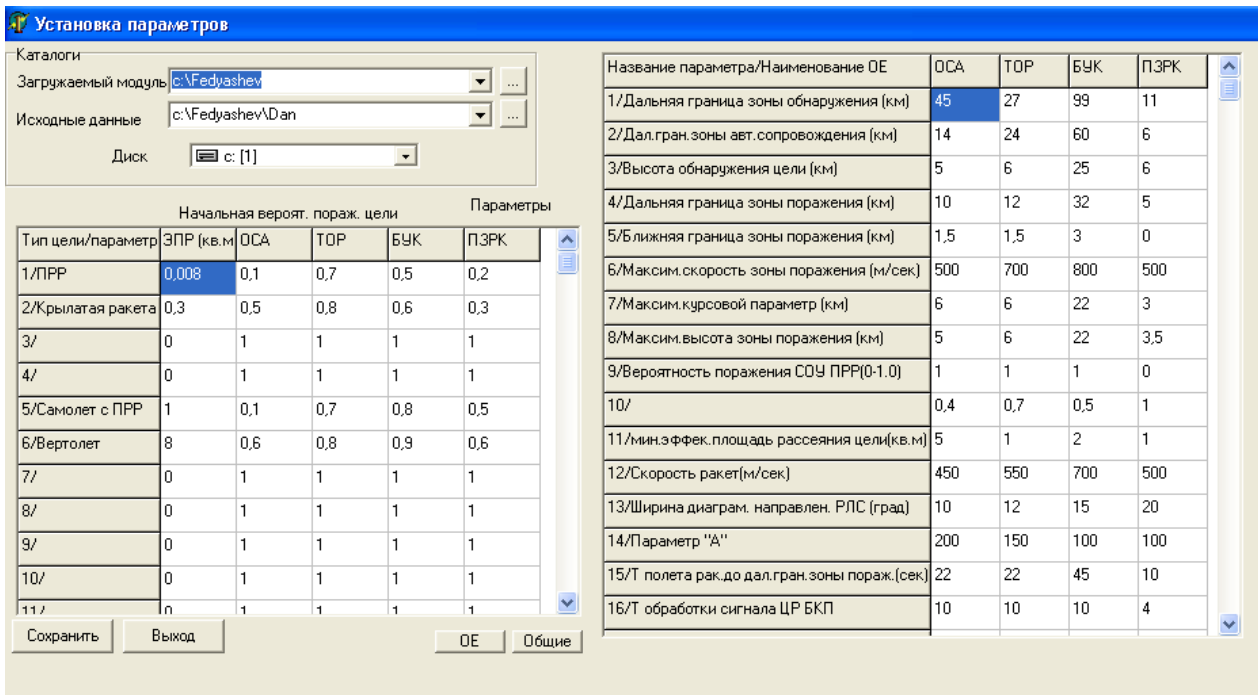


Рис. 2. Вид окна программы установки исходных параметров

Структура системы управления огнем задается на этапе подготовки исходных данных путем определения количества средств различных типов и задания связей между ними.

Вид основного окна программы при различных вариантах группировки средств ПВО представлен на рисунке 3.

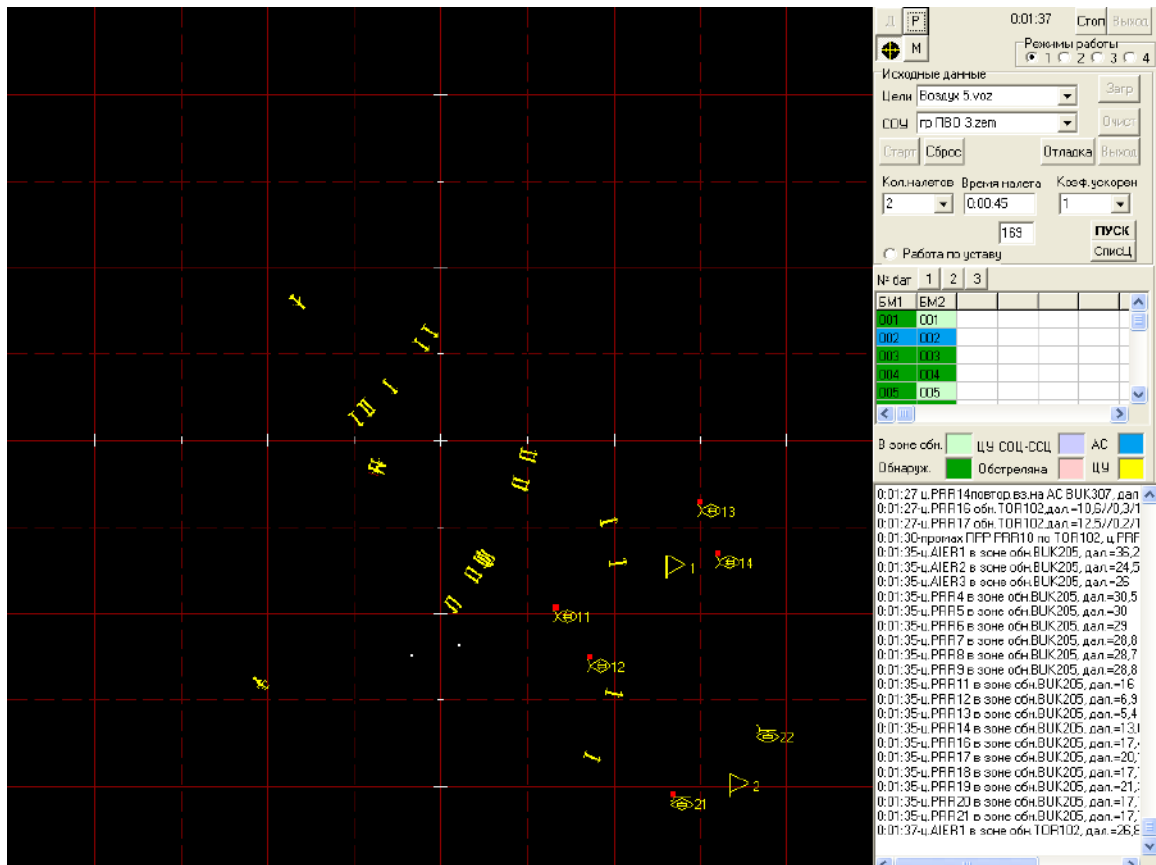


Рис. 3. Вид основного окна программы (збрatr «Тор-1», збрatr «Бук-М1»)

В случае моделирования постановки активных помех общий коэффициент шума (который в случае отсутствия постановщика помех равен единице) умножается на коэффициент, который меньше единицы (в зависимости от интенсивности помех – 0,2–0,8). При определении вероятности попадания ракеты в цель вероятность поражения данного типа цели умножается на общий коэффициент шума.

По окончании налета (истечении заданного количества реализаций) производится расчет количества уничтоженных СВН, средств ПВО и израсходованных ракет. Результаты отражения удара по каждой реализации фиксируются в модели, при необходимости отображаются в виде отчета (рис. 4) и используются для последующей статистической обработки.

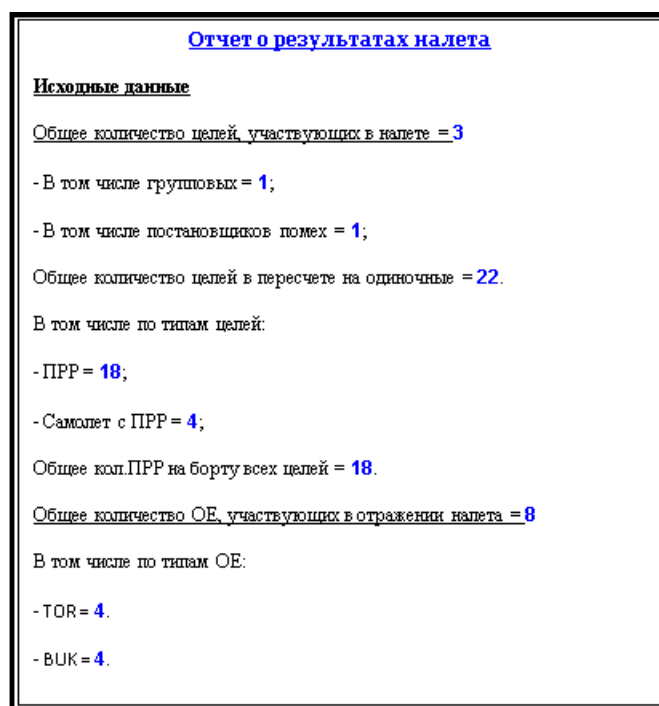


Рис. 4. Вид окна программы с результатами отражения удара воздушного противника

В модели предусмотрена возможность статистического моделирования необходимого количества реализаций одной и той же ситуации, что позволяет получить достоверные данные о результатах действий СВН и средств ПВО. Для организации вычислений модель позволяет использовать методы теории планирования экспериментов.

Таким образом, представленная модель позволяет корректно учесть характер и количественные показатели влияния исследуемой совокупности факторов на эффективность отражения ударов СВН противника средствами ПВО. Проведение исследований с помощью этого комплекса обеспечивает получение объективных результатов на основе которых осуществляется разработка и обоснование рекомендаций, направленных на повышение эффективности стрельбы и управления огнем средств ПВО.

#### **Библиографический список**

1. Правила стрельбы и боевой работы на ЗРК ПВО СВ. – М. : Военное изд-во, 1992.
2. Павловский А. В. Разработка модели эффективности стрельбы и управления огнем / Военная академия Войсковой ПВО ВС РФ. – Смоленск, 2007.
3. Душкин А. Н. Рекомендации по применению автоматизированной модели по отражению ударов воздушного противника / Военная академия Войсковой ПВО ВС РФ. – Смоленск, 2012.

## ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВУЗОВ В ИНТЕРЕСАХ ОПК

**Леонард А. В.,**

кандидат технических наук, доцент,  
Волгоградский государственный технический университет,  
г. Волгоград,

**Шурыгин В. А.,**

профессор, чл.-корр. РАН, доктор технических наук, заведующий кафедрой,  
Волгоградский государственный технический университет,  
г. Волгоград

**Аннотация.** В статье рассматриваются и формулируются проблемы, влияющие на развитие науки специальных кафедр, которые осуществляют свою деятельность в интересах оборонно-промышленного комплекса. Предлагается вариант системного решения описанных проблем.

**Ключевые слова:** научная работа, оборонно-промышленный комплекс, кафедры ОПК.

В СССР действовала система планирования расходов предприятиями, в которой фигурировала статья расходов на НИОКР. Каждое предприятие (выпускающее наукоемкую продукцию) было обязано проводить научные исследования и опытно-конструкторские работы, используя для этого специально выделенные государством средства. И в этой связи (при значительных финансовых объемах этой статьи), руководство предприятий было заинтересовано сотрудничать как с НИИ, так и с научно-исследовательскими лабораториями и кафедрами вузов. Значительные объемы средств, передаваемые предприятиями «закрытым» кафедрам вузов, в рамках хоздоговорных работ, позволяли обновлять материально-техническую базу и развивать академическую науку. Что выражалось в стабильном наличии ставок научных работников. Это система распределения финансов касалась как гражданских вузов, так и вузов, готовящих кадры для оборонно-промышленного комплекса страны.

Переход страны в 1990-е гг. на рыночную экономику сопровождался сломом устоявшейся системы финансирования научной работы через предприятия. Финансирование предприятий в плановом режиме прекратилось, а вслед и за ним прекратилось финансирование науки вузов. Предприятия оказались предоставлены сами себе, а следовательно и расходы на НИОКР потеряли статус обязательных. Для сохранения научного потенциала страны в целом в 1992 г. 27 апреля Указом Президента (с соответствующим наименованием «О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала Российской Федерации») создается Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) [1]. Целью фонда является финансирование фундаментальных исследований, развитие компетенций ученых и стимуляция научного сотрудничества. Система финансирования РФФИ научных исследований построена на открытом опубликовании результатов интеллектуальной деятельности. Результаты работ должны быть представлены в статьях рецензируемых журналов и докладах авторитетных конференций. Проводится ориентация исследований на возможность практического использования результатов проекта: описание конечной продукции, технологии, услуги; проведение НИОКР с целью разработки прототипа продукции (технологии) для демонстрации потенциальным инвесторам. В соответствии с Федеральным законом РФ № 291-ФЗ от 2 ноября 2013 г. создается Российский научный фонд (РНФ)

[2], миссия которого заключается в выявлении прорывных и амбициозных проектов, наиболее эффективных и результативных ученых, способных создавать научные коллективы, выполняющие исследования на самом высоком мировом уровне. Результаты работ в рамках грантового финансирования РФ должны быть опубликованы в международных журналах и докладах профильных международных конференциях. С 2013 г. начинает деятельность и Фонд перспективных исследований (ФПИ) [3]. Отличительной особенностью данного фонда является ориентированность на поиск решений особо значимых научно-технических проблем, на разработки в интересах безопасности РФ, создание инновационных технологий и производстве высокотехнологичной продукции военного, специального и двойного назначения с высокой степенью риска достижения качественно новых результатов. Информационно-аналитическая система фонда в сети интернет позволяет подать заявку на реализацию проекта или предложить идею прорывного характера для ее реализации на внеконкурсной основе, т. е. прямым обращением в фонд. Заявителем может выступать как юридическое, так и физическое лицо.

Другими словами, РФФИ занимается сохранением научного потенциала страны; деятельность РФФИ направлена на достижение лидерства российской науки в мире и возвращение ученых-соотечественников на родину, а ФПИ поддерживает прорывные идеи и проекты, направленные на решение имеющихся и прогнозируемых проблем, угроз государственного значения в сфере национальной безопасности. При этом только ФПИ регулирует выполнение НИОКР в случае возникновения конфиденциальных результатов НИОКР (коммерческая и государственная тайна). Таким образом, на сегодняшний день, единственным источником поддержки НИОКР в интересах ОПК, с целью создания образцов и продукции особой важности, является Фонд перспективных исследований.

Ученым, работающим в региональных вузах и осуществляющим подготовку кадров для ОПК, при пробеле финансирования оборонной науки в 20 лет (с 1992 до 2013 г. - времени возникновения ФПИ), трудно восстанавливать кооперационные связи с предприятиями, а тем более переориентироваться на перспективные исследования в отсутствии какой-либо базовой поддержки специальных научных изысканий. За те же 20 лет сильно успела устареть научно-лабораторная база спец. кафедр. Возникли проблемы правового характера, ограничивающие перемещение, хранение и использования спец. средств в учебных и научных целях. В свою очередь, мотивация региональных предприятий в финансировании деятельности кафедр основывается на потребности воспроизводства кадров, нацеленность же на экономическую эффективность (в условиях рыночной экономики) ограничивает субсидирование среднесрочных и долгосрочных исследований.

Сама подготовка кадров для ОПК предполагает наличие системного подхода в обучении будущих инженеров (технической элиты страны) [4] – рассмотрение широкого спектра технических и научных вопросов, так как продукция ОПК создается на стыке различных дисциплин, а иногда и целых наук. При этом фактическая загруженность преподавателей за последние 10 лет увеличилась в 1,5 раза, при уменьшении фонда ставок ППС в аналогичное число раз (формула 1 преподаватель – 12 студентов). В условиях перегруженности преподавателям нелегко осуществлять качественную подготовку будущих инженеров, не упоминая о научных исследованиях и опытно-конструкторских работах в интересах оборонно-промышленного комплекса страны.

Молодой специалист, окончивший оборонную специальность, оказывается перед выбором, куда пойти: устроиться на предприятие ОПК, поступить в очную аспирантуру, устроиться на предприятие и пойти в заочную аспирантуру или вовсе сменить профиль рабочей деятельности. Но выбор уже predetermined – сегодня определяющим фактором является экономическая целесообразность

и потребности быта, – выпускник выберет вариант с максимальной оплатой труда, социальными гарантиями и перспективами карьерного роста. Молодому специалисту нужно обзаводиться собственным жильем, семьей и готовиться воспитывать здоровых детей. Вариант выбора очной аспирантуры оказывается в этом случае наиболее маловероятным – 10 тыс. руб. стипендии аспиранта не позволят содержать семью в достатке, а тем более решить квартирный вопрос.

Таким образом, можно сформулировать следующие проблемы, которые мешают развитию научных исследований на специальных кафедрах в интересах ОПК:

1. Отсутствие развитой системы финансовой поддержки аспирантов оборонных специальностей.
2. Перегруженность профессорско-преподавательского состава.
3. Устаревшая научно-лабораторная база спецкафедр.
4. Правовые ограничения в использовании спецсредств.
5. Отсутствие экономической заинтересованности предприятий ОПК в широком финансировании НИОКР спецкафедр.

Решение данных проблем может быть достигнуто при системном государственном подходе, а именно:

1. Организацией базового субсидирования научных изысканий (переоснащением фонда научно-лабораторного оборудования, премированием, введением научных ставок) с учетом закрытой специфики кафедр, осуществляющих научную деятельность в интересах ОПК.
2. Введением льготного налогового обложения предприятий, субсидирующих (для усиления практической направленности и получение полезного образца НИОКР) лаборатории и кафедры ВУЗов, которые осуществляют подготовку кадров в интересах ОПК.
3. Изменением соотношения "количество студентов на одного преподавателя" в рамках подготовки кадров для ОПК с 1 : 12 до 1 : 6.
4. Предоставлением аспиранту финансового обеспечения не ниже средней заработной платы по региону с последующим трудоустройством на должность ППС или НР с базовой оплатой труда аналогичной средней оплате труда по региону.
5. Устранением правовых ограничений (юридическими службами) при осуществлении образовательного процесса и научных изысканий в интересах ОПК.

Инструментом-организацией, посредством которой будет осуществляться решение обозначенных проблем, может быть, как уже имеющаяся структура финансирования научных работ, так и специально организованная. РФФИ дополняет РФ, являясь «инкубатором» гражданских ученых, так и для ФПИ может быть актуальным создание «посевного» фонда НИКОР или его дочерней структуры в интересах ОПК. В том числе, престижность оборонной науки может быть повышена дополнительным стипендиальным обеспечением студентов.

Авторы тезисов не претендуют на полноту и глубину анализа рассмотренной проблематики, а формулируют ее и определяют возможные пути решения сложившихся проблем, которые препятствуют развитию науки на спец. кафедрах в интересах ОПК. Сами же механизмы решения проблем требуют отдельного рассмотрения и проработки, которая учитывает уже юридическую специфику.



### **Библиографический список**

1. Российский фонд фундаментальных исследований. – Режим доступа: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 11.04.2020).
2. Российский научный фонд. – Режим доступа: <https://www.rscf.ru/>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 11.04.2020).
3. Фонд перспективных исследований. – Режим доступа: <https://fpi.gov.ru/>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 11.04.2020).
4. Леонард А. В. Проблемы подготовки кадров для оборонно-промышленного комплекса // Развитие кадрового потенциала ОПК: федеральные программы и региональная кадровая политика : материалы X Всерос. совещания : сб. ст. / ИжГТУ. – Ижевск. 2017. – С. 58–60.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПВО НА 4 ГЦМП**

**Леонтьев Р. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Кинаш В. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Идилиева Е. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье описывается современное состояние комплексной испытательной моделирующей установки, использующей опытно-теоретический метод испытаний. Рассматриваются область применения КИМУ-М и схематическое представление полунатурного эксперимента.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, испытательная моделирующая установка, полунатурный эксперимент.

Компьютеризация как глобальное явление в обществе порождает множество сопутствующих следствий, в том числе относительно искусственного интеллекта, что плотно связано с информатизацией, поисковыми программами, активизацией способности обучения в информационных системах.

Стремительное развитие информационных технологий привело к необходимости более тщательного и всестороннего изучения реальных систем. Поэтому для изучения поведения реальных образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) необходим эксперимент или имитация их функционирования на модели при заданных исходных данных.

В современном научном знании весьма широко распространена тенденция имитационного моделирования. К имитационному моделированию прибегают, когда эксперименты с реальной системой экономически невыгодны, а с проектируемой системой - невозможны.

Исследования алгоритма, имитирующего процесс функционирования системы, когда математическая модель имеет вид алгоритмического описания работы моделируемой системы. Математической модели такого вида часто называют имитационными, а исследование систем с помощью таких моделей – имитационным моделированием. Этот тип моделирования близок к натуральному, так как моделирующий алгоритм воспроизводит процесс-оригинал с сохранением логической структуры его элементарных явлений и их последовательности во времени [2].

Имитационное моделирование — это метод исследования системы с помощью замены реальной системы на компьютерную модель и дальнейшего проведения экспериментов над моделью системы. Модель представляет собой логические связи и функциональные отношения, описывающие логику работы элементов исследуемой системы [3].

Имитационная модель должна отражать большое число параметров, логику закономерности поведения моделируемого объекта во времени (временная динамика) и в пространстве (пространственная динамика) [1].

При моделировании имитационной модели системы необходимо обеспечить наибольшую точность с эталонным образцом ВВСТ. Такая модель может подойти как для одного испытания, так и для множества. Имитационную модель можно рассматривать как множество правил (дифференциальных уравнений, алгоритмов и т. д.), которые определяют, в какое состояние модель перейдет в будущем из текущего состояния.

В практике полигонных испытаний применяется опытно-теоретический метод испытаний систем вооружения. При опытно-теоретическом методе испытаний сложных систем вооружения применяется имитационное моделирование, заключающееся в имитации на ЭВМ процессов функционирования таких систем или отдельных их частей и элементов, а также имитации внешних факторов, воздействующих на испытываемую систему. В настоящее время на 4 ГЦМП МО РФ существует модернизированная комплексная испытательная моделирующая установка (КИМУ-М), которая состоит из комплексной испытательной моделирующей установки стационарного использования, комплексной испытательной моделирующей установки мобильного использования и переносной испытательной моделирующей установки.

С помощью КИМУ были испытаны десятки систем вооружения. Моделирование не только позволило сэкономить государству огромные средства, но и обеспечило качественное испытание таких систем вооружения, которые другими средствами испытать было бы невозможно. В перспективе стоят новые задачи по испытанию современных отечественных систем вооружения, ориентированных на ведение боевых действий в едином информационном пространстве страны. И очень важно помнить, что ракетные войска стратегического назначения давно исповедуют принцип: все новое и перспективное, что получено предприятиями отечественного ОПК и может служить укреплению существующих боевых возможностей РВСН, должно быть максимально быстро и качественно испытано, а затем реализовано в войсках.

Современная КИМУ-М – это реализованная на комплексе технических средств совокупность программ имитационных моделей удара средств воздушно-космического нападения противника и элементов группировки ПВО ВКС, в том числе средств ПВО других видов ВС РФ, функционирующая в реальном времени и сопрягаемая с действующими образцами ВВСТ ПВО по штатным каналам связи.

Область применения КИМУ-М отражена на рисунке 1.

КИМУ-М имеет множество преимуществ:

- позволяет подготовиться, а также провести испытания в кратчайшие сроки;
- позволяет провести неограниченное количество экспериментов с разными параметрами;
- позволяет проводить испытания на удаленных объектах при непосредственном подключении к испытываемому образцу ВВСТ (с помощью МКИМУ);
- автоматически регистрирует результаты полунатурных экспериментов, автоматически обрабатывает и представляет в виде, удобном для анализа;
- на проведение полунатурного эксперимента затрачиваются минимальные денежные средства.

Использование имитационного моделирования позволяет создавать среду, в которой происходит взаимодействие объекта испытаний с элементами среды в реальном времени по установленным правилам и заданному сценарию, определенными требованиями ТТЗ на испытываемый объект, а также ТЗ на проведение полунатурного эксперимента (ПНЭ). Полунатурные испытания образцов ВВСТ представляют собой наилучший способ получения искомых оценок ТТХ и показателей боевой эффективности испытываемых образцов, так как в процессе их проведения могут быть получены максимально точные данные.



Рис. 1. Область применения КИМУ-М

Схематическое представление полунатурного эксперимента при помощи комплекса имитационного моделирования представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Схема проведения полунатурного эксперимента с помощью КИМУ

Информация, используемая в имитационной модели КИМУ-М, по содержанию представляет собой совокупность количественных данных, характеризующих исходную обстановку во всех ее аспектах (оперативных, тактических, технических, временных и т. д.), которые учитываются при моделировании.

Комплекс моделей воспроизводит динамику изменений пространственно-временной картины развития боевых действий. При этом в ходе испытаний учитываются прямые и обратные связи информационных средств, огневых и объектов управления противоборствующих сторон, изменяемая помеховая обстановка с фиксацией выходной информации.

Следует также отметить, что в ходе полунатурного эксперимента осуществляется регистрация данных, циркулирующих по каналам связи. После обработки зарегистрированной информации результаты полунатурных экспериментов можно получить в табличном виде, удобном для анализа. Также в ходе обработки может быть осуществлен расчет показателей качества управления.

Объективные обстоятельства, связанные с изменившимся характером функционирования оборонного комплекса МО РФ в создавшихся политических и экономических условиях, заставляют по новому рассмотреть вопрос об организации работ системы полигонных испытаний.

ВВСТ находится в постоянном развитии и для качественной оценки испытываемого образца, обработки информации о выявленных отказах, причинах их возникновения и максимально оперативной выработки рекомендаций по устранению неисправностей КИМУ-М должна быть модернизирована и улучшена.

#### **Библиографический список**

1. Власов М. В. Имитационное моделирование : учеб.-метод. Пос. для подготовки к лекционным и практическим занятиям / Южно-Российский гос. политех. ун-т (НПИ) им. М. И. Платова. – Новочеркасск : ЮРГПУ(НПИ), 2016. – 60 с.
2. Древис Ю. Г., Золотарёв В. В. Имитационное моделирование : учеб. пос. – 2 - е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2019. – 142 с.
3. Кораблев Ю. А. Имитационное моделирование : учеб. пос. – М. : КНОРУС, 2017. – 146 с.

## ИСПЫТАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЛИГОНЕ

**Литвиненко Е. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Бушков А. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Шукшин А. Ю.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Бирюков В. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** Приводится история полигонных испытаний радиолокационной техники за последние 50 лет и использование радиолокационных средств для обеспечения специальных работ на полигоне. Обосновывается состав перспективных радиолокационных средств для модернизации экспериментально-испытательной базы полигона.

**Ключевые слова:** Полигонные испытания, государственные испытания, радиолокационная техника, экспериментально-испытательная база.

Важным этапом жизненного цикла радиолокационной техники (РЛТ), являются испытания (в том числе полигонные). Началом полигонных испытаний (ПИ) считается начало 60-х гг. прошлого столетия, когда на базе 8 научно-исследовательского испытательного полигона (г. Капустин Яр) был создан испытательный отдел, на который возлагалась задача испытаний РЛТ. Первыми опытными образцами, испытанными на полигоне, были РЛК П-80А (разработка АО «ВНИИРТА») и РЛС 5Н84 (разработка АО «ФНПЦ «ННИИРТА»).

В период 60–80-е гг. прошлого столетия испытания РЛТ проводились, как правило, на полигоне (г.Капустин-Яр Астраханской области). Однако в последние два десятилетия по различным причинам Заказчиком определялись альтернативные полигону места проведения испытаний – полигоны предприятий промышленности (институтов) либо войска.

**Полигонные испытания радиолокационной техники.** Анализ показывает, что за период с 1964 по 2018 г. проведено не менее 102 испытания РЛТ из них государственных испытаний (ГИ) не менее 50 %. Известно, что по результатам ГИ РЛТ оцениваются их боевые возможности, проверка и подтверждение соответствия тактико-технических и эксплуатационных характеристик опытных образцов РЛТ требованиям тактико-технического задания, а также выявляются недостатки и формируются предложения по улучшению показателей качества РЛТ. В итоге принимается решение о принятии РЛТ на снабжения ВС РФ, что говорит о важности этого вида испытаний. На рисунке 1 приведен график зависимости количества испытаний  $N$  за промежуток времени продолжительностью 10 лет в период 1964–2017 гг.

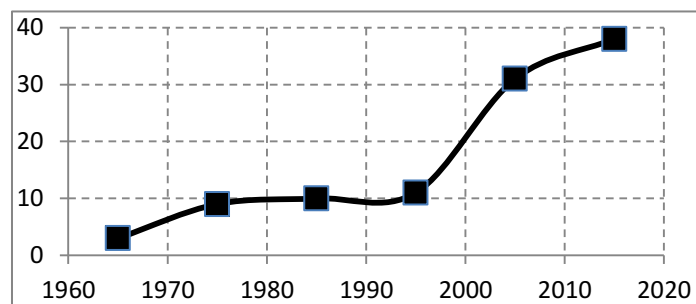


Рис. 1. Количество испытаний N за промежутки времени продолжительностью 10 лет в период 1964–2017 гг.

Как следует из рисунка 1, наибольшее количество испытаний наблюдается в период 2010–2019гг, что говорит о возрастании количества разработок, вызванных, по нашему мнению востребованностью в РЛТ, вызванной, с одной стороны, новой программой переоснащения ВС РФ (выделением средств на эту программу), повышением информативности РЛТ (необходимостью решения новых задач), а с другой – прогрессом в развитии электронных компонентов, позволяющих решать эти задачи.

**Основные направления развития РЛС.** Основные направления совершенствования РЛС, повышающих их информативность и улучшающих их показатели качества реализуются за счет:

- применения цифровых активных фазированных решеток, широкополосных сигналов, совершенствования алгоритмов обработки сигналов;
- совершенствования пассивных, полуактивных и активно-пассивных систем, введения каналов РЭБ;
- встраивания в РЛС (РЛК) каналов RBS (международный режим работы системы вторичной радиолокации), автоматического зависящего наблюдения (АЗН-В) и метео;
- построения многопозиционных систем;
- применения адаптации к помеховой и целевой обстановке.

Исходя из анализа перспектив развития РЛС и РЛК, испытания на полигоне разрабатываемых РЛС и РЛК требует совершенствование не только методологии испытаний, но и ЭИБ.

**Экспериментально-испытательная база полигона.** Под ЭИБ полигона будем понимать комплекс средств (измерительная, вычислительная и контрольная техника) из состава полигона, обеспечивающих испытания ВВТ с целью оценки характеристик образцов в установленные сроки в объеме Программы испытаний с требуемым качеством при соблюдении требований безопасности. Очевидно, что ЭИБ полигона с течением времени подвергается как моральному, так и физическому износу.

Моральное старение ЭИБ – это процесс, в определенный момент времени, которого еще обеспечивается работоспособность составляющих ЭИБ, но по техническим показателям составляющие ЭИБ перестают удовлетворять требованиям технологии (методологии) испытаний (не обеспечиваются испытания РЛТ в установленные сроки в объеме Программы испытаний с требуемым качеством при соблюдении требований безопасности).

Физический износ ЭИБ полигона состояние составляющих ЭИБ, в котором они не обеспечивают свои заданные в конструкторской документации характеристики.

Анализ [1–3] показывает, что состояние ЭИБ полигона, характеризуется как моральный и физический износ составляющих ЭИБ и отсутствие необходимого для испытаний современной РЛТ ряда специализированного оборудования:

- комплекса средств, обеспечивающих эталонное поле траекторных измерений (включая систему единого времени). Основным источником данных о траекториях воздушных объектов (ВО)

при испытаниях РЛТ в настоящее время являются морально устаревшие РЛС типа КАМА. Точности измерения координат целей РЛС типа "КАМА" и современных РЛС, как правило, одной величины;

- комплекса средств, обеспечивающих безопасность проведения испытаний, командного пункта управления полетами (КП УП);

- образцов ВВТ, на базе которых создаются группировки, выполняющие задачи испытаний и тренировки боевых расчетов. Имеющиеся на полигоне образцы ВВТ в основном опытные (прошедшие ГИ) и зачастую недоработанные до серийных образцов, выработавшие свой ресурс и обладающие, в силу этого, низкой эксплуатационной надежностью;

- система сбора и обработки информации в интересах испытаний РЛС (РЛК), в том числе комплексная имитационно-моделирующая установка (КИМУ). Программно-аппаратные возможности КИМУ не позволяют использовать ее в полном объеме в интересах испытаний и исследований РЛС и РЛК;

- помехового комплекса. Как правило, задачу обеспечения полигонных испытаний средствами создания активных помех различных видов решает каждый разработчик РЛС (РЛК) самостоятельно, что ведет к нерациональному расходованию средств, выделяемых на ОКР;

- комплекса, обеспечивающего испытания в различных условиях внешнего воздействия (дождя, инея, пыли и т. д.), а также эргономических характеристик;

- комплекса, обеспечивающего калибровку зонных характеристик РЛС, РЛК (эталонные отражатели, средства их буксировки в воздушном пространстве и измерений эталонных координат отражателей в ходе перемещения их в воздушном пространстве).

**Назначение РЛТ полигона.** Главное место в составе ЭИБ полигона занимают РЛС, которые решают следующие задачи:

- контроль воздушного пространства (ВП) района испытательных полей (РИП), управления и обеспечения безопасности полетов плановых самолетов и мишеней (далее целей), пусков ракет;

- создание группировок из РЛС для проведения испытаний АСУ и учений;

- измерение эталонных трасс (ЭТ) привлекаемых к испытаниям летных средств;

- контроль результатов стрельб зенитно-управляемыми ракетами (ЗУР) и пусков баллистических ракет (БР);

- определение координат падения ЗУР, мишеней и БР (при неудачных пусках).

Рассмотрим возможности имеющихся РЛС полигона по решению указанных выше задач.

1. Решение задачи возлагается на командный пункт управления полетами (КП УП), в состав которого входят РЛС, изготовленные в 70-80 годы прошлого столетия РЛС П-18, 5Н84АП, 1Л13-1, 1Л117, ПРВ-13. Указанные РЛС имеют предельные физический и моральные износы, а качество радиолокационной информации (РЛИ), получаемой ими не обеспечивает эффективное решение задач контроля зон ВП и управления самолетами в этих зонах по причине низких зонных и точностных характеристик, низкого качества подавления отражений от гидрометеообразований (далее «ангелы»), большого времени обзора пространства РЛС (10с и более), отсутствия мобильности и возможности автоматизированного объединения радиолокационной информации от имеющихся РЛС. Кроме того, ни в одном из рассмотренных РЛС не обрабатывается информация АЗН-В и RBS, что значительно ухудшает контроль самолетов гражданского воздушного флота (ГВФ), совершающих полеты по воздушным коридорам, проходящим вблизи РИП. Известны и проблемы, связанные с обнаружением маловысотных (МВ), малоскоростных (МС) и малоразмерных (МР) целей (беспилотных летательных аппаратов (БЛА) типа коптеров, мишеней и др.), особенно в осенне-весенний период когда наблюдается наибольшее отражение от «ангелов». Невозможность контроля маловысотных целей из-за отдаленности КП УП от районов



их полетов и невозможности оперативно передислоцировать РЛС в требуемый район из-за низкой мобильности РЛС КП УП.

Из-за большого времени обзора пространства ( $T_0 = 10$  с и более) и малых значений верхних границ зон обнаружения (ЗО) РЛС цели типа БР и ОТР, запускаемые с полигона, находятся в ЗО этих РЛС не более 3–5 обзоров, что недостаточно для автоматических взятия их на сопровождение и устойчивого сопровождения.

2. Решение задачи возлагается на испытательную базу АСУ РЛВ (далее ИБ АСУ), в состав которой входят РЛС 55Ж6У, 5Н87М, 22Ж6, 35Д6 и 19Ж6, развернутых на технической площадке 66. Все РЛС относятся к «старому» парку и имеют неуккомплектованные ЗИП, большую наработку. Создание группировки на базе этих РЛС неактуально, т. к. войсковые группировки формируются на базе современных РЛС (изделий 55Ж6М, 48Я6, 96Л6, 12А6 и т. д.).

3. Решение задачи возлагается на центр ИМО и ИО.

Основное радиолокационное средство получения ЭТ – РЛС Кама-Н. Формируемое по данным РЛС Кама-Н эталонное «поле» не удовлетворяет современным требованиям как по зоне сопровождения целей, так и по точности измерений ЭТ целей (современные РЛС имеют сравнимые точности измерений координат целей).

4. Контроль результатов стрельб ЗУР и пусков БР, определение координат падения ЗУР, мишеней и БР возлагается на все структурные подразделения полигона, в состав которых входят РЛС. Возможности по решению задач имеют существенные ограничения по указанным выше причинам.

**Предложения по модернизации ЭИБ полигона.** Рассмотрим возможности современных РЛС по решению, указанных выше задач. К современным РЛС будем относить средства, разработки которых проводились в период с 2008 по 2019 г. В указанный период завершены ГИ следующих изделий: 55Ж6-М (в трех вариантах исполнения), 55Ж6-ММ, 98Л6, 104Ж6, 48Я6-К1В, 48Я6-К1К, 48Я6-К1, 64Л6Т, 39Н6-ВМ, 59Н6-Т, 103Ж6, РЛК-МЦ, 12А6, 102Ж6, 96Л6, 96Л6-1, 96Л6-АП, ДРЛ-27С, НРЗ-6441, НРЗ-6443, НРЗ-6442, ВИП 117МЗ, «ПАРАЛАКС», 1Л125, 55Ж6УТ.

**Задача 1.** Разнообразие типажа современных РЛС позволяет сформировать несколько вариантов модернизации РЛС КПУП. При выборе варианта модернизации будем учитывать возможности по максимальному выполнению следующих условий:

- минимизацией материальных затрат;
- максимальным сохранением основной штатной структуры КПУП;
- максимальным учетом РЛС, имеющихся на КПУП.

По результатам анализа ТТХ современных РЛС и указанных выше условий предлагается, на наш взгляд, оптимальный вариант модернизации ЭИБ.

Основным средством для обеспечения контроля воздушного пространства (ВП) и РЛИ вместо РЛС 1Л117 предлагается использовать трассовый радиолокационный комплекс (ТРЛК) 12А6, имеющий частотный диапазон первичного канала S. В настоящее время 77 комплекта ТРЛК поставлены в подразделения РТВ ВКС, более 50 комплектов развернуты на радиолокационных позициях Росавиации для решения задач управления воздушным движением [4].

ТРЛК формирует поток РЛИ по нескольким каналам – первичный, вторичный (RBS), государственного опознавания, пассивный (АЗН-В) и метео. Это позволяет обеспечивать обнаружение и сопровождение как самолетов ГВФ в радиусе до 400 км так и истребительной авиации в радиусе до 300 км на высотах полета до 9 000–12 000 м. Высокая надежность (непрерывный дежурный режим – 24 ч / 365 дней, 10 000 ч – наработка на отказ, срок службы до капитального ремонта 12 0000 ч)

и степень автоматизации ТРЛК, дают возможность функционирования без обслуживающего персонала и позволяют существенно снизить затраты на эксплуатацию ТРЛК. Метеоканал позволяет оценить метеорологическую обстановку, пространственные координаты области воздействия организованных пассивных и уровень активных помех.

Основным средством по обнаружению маловысотных целей предлагается использовать изделие 96Л6-1, работающее в диапазоне С. Минимальное время свертывания/развертывания (3–4 мин.), автономность, хорошая проходимость, позволяет при необходимости передислоцировать изделие в требуемый район независимо от погодных условий. Изделие 96Л6-1, может использоваться для контроля ВП на малых, средних и больших высотах. Большая серийность этого изделия, высокие эксплуатационные характеристики, подтвержденные результатами его эксплуатации в ВС РФ, в странах ближнего и дальнего зарубежья, а также в военных конфликтах Ближнего Востока позволяет решать задачи при выполнении специальных работ.

Мобильный радиолокационный комплекс РЛК-МЦ имеет наилучшие характеристики по обнаружению малоразмерных, малоскоростных и маловысотных целей (МММЦ) типа мини/микро БЛА на фоне интенсивных отражений от гидрометеобразований, местных предметов и земной поверхности. Немаловажно, что при работе РЛК-МЦ по МММЦ с высоким качеством распознаются птицы, которые обнаруживаются с такой же вероятностью как и БЛА. Кроме того, РЛК-МЦ обеспечивает сопровождение самолетов, вертолетов, ракет и т. д. Первичный канал РЛК имеет следующие основные характеристики: диапазон – Х, максимальная дальность обнаружения – 40 км, темп обновления информации – 3 с, минимальная дальность – 100–200 м, разрешающая способность по дальности – 10–15 м, среднеквадратическое отклонение измерений дальности – 6–10 м, а в сочетании с оптико-электронными каналом (оптическим и тепловизионным), высокой частотой смены кадров ( $\approx 600$  кадров / мин.), автоматическим сопровождением видимых целей, высокой точностью измерений угловых координат (десятки угловых секунд) позволяет применить комплекс для сопровождения и измерений эталонных координат мишеней различного класса, ракет ЗУР, беспилотных летательных аппаратов, оценки результатов поражений (величины промахов) ЗУР мишеней. Кроме того, комплекс имеет дополнительные возможности по борьбе с БЛА (типа квадрокоптеры), позволяет проводить разведку радиоэлектронной обстановки и ставить активные помехи. Высокая мобильность и автономность, позволяет оперативно передислоцировать РЛК в требуемый район.

Для автоматического объединения РЛИ от РЛС «старого» и «нового» парка и обеспечения рабочими местами (РМ) офицеров боевого управления предлагается использовать выносной индикаторный пост ВИП-117М3, поставляемый в настоящее время в подразделения ВКС (поставлено более 121 комплекта). ВИП-117М3 объединяет РЛИ от РЛС как с трассовым так и аналоговым выходами, а также информацию, получаемую по каналам АЗН-В, RBS и метео. Объединенная РЛИ отображается на РМ оператора и при необходимости может быть выдана на потребитель. Кроме того, на ВИП-117М3 могут решаться штурманские задачи и задачи наведения авиации неавтоматизированным способом. Автоматическая регистрация РЛИ, переговоров лиц боевых расчетов РЛС по оперативно командной связи (ОКС), действий лиц боевых расчетов, результатов контроля исправности РЛС, а также автоматизированное формирование отчетных документов позволит значительно сократить затраты при проведении ИР. ВИП-117М3 может комплектоваться до 10 РМ.

Изделие 10ЗЖ6, имеет в своем составе два первичных локатора, работающих в диапазонах Р и L. Это позволяет решать задачи наведения одним изделием вместо двух, например, П-18 (5Н84АП, 1Л13) и 1Л117(М).

Модернизацию РЛС КП УП целесообразно проводить в два этапа: этап 1 – без изменения, этап 2 – с изменением общего количества личного состава КПУП.

*Этап 1.* Поставить ТРЛК 12А6 «Сопка-2М» (стационарный вариант на вышке) на замену РЛС 1Л117 в соответствии с утвержденной ведомостью допустимой замены и введением ТРЛК в штат КП УП. Модернизировать РЛС 5Н84АП до уровня трассовой РЛС 5Н84М. Поставить изделие ВИП-117МЗ с 8-10 выносными РМ и произвести его сопряжение с РЛС, входящими в состав КПУП. Поставить изделия 96Л6-1 и 1Л125 (вместо РЛС П-18, 5Н84АП, 1Л13 и ПРВ-13).

*Этап 2.* Поставить РЛК-МЦ (2 образца) обеспечить их сопряжение с ВИП-117МЗ.

**Задача 2.** При выборе РЛС для комплектования ЭИБ базы АСУ необходимо учитывать выполнение следующих условий:

- возможность создания радиолокационного поля в диапазоне частот 50...150 МГц – 5...6 ГГц;
- возможность создания группировок на базе РЛС всех типов – дежурных и боевых, малых, средних и больших высот, в том числе мобильных для испытаний и исследований качества работы АСУ в группировках, тренировок боевых расчетов АСУ, проведение учений;
- возможность наращивания РЛП в требуемом районе в том числе для обеспечения безопасности проведения СР.

Основные задачи, выполняемые РЛС:

- изделие 55Ж6М относится к мобильным РЛС боевого режима, работает в диапазонах Р, S и L. Изделия 55Ж6М имеет в своем составе комплекс средств автоматизации радиолокационной роты, на который может выдаться РЛИ со всех приведенных РЛС. Объединенная РЛИ отображается на РМ и при необходимости может быть выдана на потребитель. Изделие 55Ж6М кроме кругового имеет секторный режим работы (без вращения антенного полотна), обеспечивая при этом темп обновления информации 1с, что совместно с высокими потенциалом и точностью измерения координат ВЦ обеспечивает устойчивое сопровождение не только аэродинамических целей, но и БР;

- изделия 39Н6ВМ и 48Я6 относятся к мобильным маловысотным станциям, работающие в L и S диапазонах соответственно;

- изделие 59Н6Т относится к мобильным РЛС боевого режима, работает в L диапазоне, имеет высокие потенциал, защищенность от различных помех, а также точность измерения координат.

При необходимости мобильные РЛС (кроме 12А6, 55Ж6УТ) могут быть передислоцированы в требуемый район полигона как для создания разнесенной группировки (например, при решении на АСУ (КСА) триангуляционной задачи) так и наращивания маловысотного РЛП.

**Задача 3.** В дополнение к имеющимся на полигоне средствам измерений эталонных координат трасс целей могут использоваться современные РЛС:

- все РЛС, имеющие каналы RBS и АЗН-В (практически все РЛС имеют эти каналы);
- РЛК-МЦ – имеющая оптический и тепловизионный каналы, автоматическим сопровождением ВЦ этими каналами, высокими точностями измерений координат ВЦ как первичным каналом так и оптическим (тепловизионным);
- изделия 97Л6-1 и 55Ж6М – имеющие высокие точности измерения координат и темп обновления информации 1с, работающие в L и S диапазонах. Изделия показали хорошие результаты по обнаружению и автоматическому сопровождению БР [5,6].

**Задача 4.** Задачи контроля результатов стрельб ЗУР и пусков БР, определения координат падения ЗУР, мишеней и БР могут быть решены рассмотренными выше средствами.

В настоящее время ЭИБ полигона модернизируется за счет ОКР «Указчик», а так же поставок предприятий промышленности.

В то же время следует отметить, что проведение испытаний вне полигона, по нашему мнению, приводит к снижению качества оценки показателей качества РЛТ вследствие:

- эксплуатации РЛТ не испытательными расчетами;
- отсутствия возможностей испытаний с применением полетов боевой авиации на малых высотах и привлечением целей различных классов (ракеты, мишени и т.д.);
- отсутствия возможности оценки помехозащищенности РЛТ в условиях реального применения активных и пассивных помех;
- отсутствия возможности проверки зонных характеристик РЛС для углов закрытия близких к нулю;
- отсутствия возможности испытаний (в том числе на электромагнитную совместимость) в составе группировки.

Таким образом, проведение испытаний вне полигона:

- не позволяет реализовать «единого подхода» к оценке показателей качества РЛТ – создать одинаковые условия испытаний различных образцов РЛТ, что приводит к усложнению сравнения показателей качества РЛТ, разработанных разными предприятиями;
- приводит к увеличению материальных затрат из-за невозможности использования комплексирования летных средств и дублированию стендового оборудования и приборов, разрабатываемых (поставляемых) каждым предприятием в индивидуальном порядке.

Следует также отметить, что сокращение сроков ОКР (особенно сроков ГИ) приводит к снижению достоверности оценки показателей качества создаваемых образцов РЛТ. В итоге первые образцы серийных РЛС (РЛК) поступают в войска с большим количеством недостатков, которые впоследствии устраняются на этапе их серийного производства. До 90-х гг. прошлого столетия минимальная продолжительность испытаний как опытных, так и серийных образцов составляла 1 год, при этом количество экспериментов с привлечением летных средств, как правило, превышало 50–80. По нашему мнению, продолжительность ГИ на современном этапе не должны быть менее 6–12 мес.

Последнее десятилетие отмечается высокими темпами разработок современной РЛТ, усложнению и повышению информативности РЛТ. Существующая тенденция сокращения сроков ГИ опытных образцов РЛТ и проведение испытаний РЛТ вне специализированного полигона с одной стороны, а также моральное и физическое старение составляющих ЭИБ полигона с другой стороны приводит, по нашему мнению, к снижению качества создаваемой РЛТ.

Анализ ЭИБ полигона показывает, что моральный и физический износ РЛС полигона находятся на той стадии, когда не представляется возможным обеспечить высокое качество радиолокационной информации.

Предлагаемые в состав ЭИБ РЛС, имеют радиолокационную информацию более высокого качества, что позволит решать вопросы безопасности проведения СР, эталонных измерений, контроля полета мишеней, БЛА и ракет различного класса на более высоком уровне, чем это возможно делать в настоящее время. Кроме того, в современных РЛС имеется возможность создания активных помех. Группировка на базе предлагаемых РЛС будет отвечать современным требованиям и обеспечит проведение испытаний перспективных АСУ.

### **Библиографический список**

- 1 Разработка методологических основ образцов РЛС нового поколения : отчет о НИР / в. ч. 29139. – 2009.
- 2 Исследования и методология испытаний РЛС (РЛК) двойного назначения : отчет о НИР / в. ч. 29139. – 2011.
- 3 Исследование и методология испытаний многопозиционных комплексов : отчет о НИР / НИИЦ СПВО МН, в. ч.15644. – 2016.
- 4 Предложения по составу радиолокационных средств для обеспечения безопасности проведения специальности работ на 4ГЦМП / ПАО «НПО «Алмаз» ТОП «ЛЭМЗ». – Исх. № 15/ОКБ-14201 от 12.04.2019 г.
- 5 Обнаружение ракет современными РЛС / С. Р. Ложкин, В.Н. Атрохов ; НТС ; в. ч. 15644. – 2018.
- 6 Возможности современных РЛС по контролю результатов стрельб ЗРС / С. Р. Ложкин ; НТС ; в. ч. 15644. – 2019.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛНОГО ПОЛЕТНОГО ВРЕМЕНИ РАКЕТ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ В НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ С УЧЁТОМ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

**Мартынов В. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Шанский А. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрен способ получения полного полетного времени при испытаниях в нештатных ситуациях с использованием зарегистрированной звуковым каналом видеокамеры информации о приходе ударной волны.

**Ключевые слова:** ракета, звуковая волна, ударная волна.

При летных испытаниях баллистических ракет большую роль играют траекторные измерения на пассивном нисходящем участках траектории. Требуемые точности измерений обеспечиваются в основном оптическими траекторными измерительными средствами полигонного измерительного комплекса (ПИК). Районы боевых полей для летных испытаний ракет комплексов сухопутных войск, как правило, стационарными траекторными измерительными средствами не оборудованы. В этой ситуации измерительной системой для получения траекторных измерений используется комплекс видеосъемки на базе видеокамер (ОИС-ВК).

Практический опыт испытаний показывает на достаточно значительное количество нештатных ситуаций при проведении летного эксперимента, не позволяющих выполнить задачи пуска в части получения траекторной информации комплексом ОИС-ВК.

Основными нештатными ситуациями являются:

- неблагоприятные метеорологические параметры, ограничивающие условия наблюдения для оптических средств измерений, – дождь, низкая облачность, туман;
- не возгорание трассера, в основном по причине подачи команды на воспламенение на больших высотах;
- повышенные отклонения ракеты от точки прицеливания, вследствие чего траектория полета ракеты не попадает в поле зрения измерительных постов.

Однако даже в нештатных ситуациях комплекс ОИС ВК позволяет определить параметры полного полетного времени. ОИС ВК в отличие от штатных оптических средств измерений обладает дополнительным информационным каналом – звуковым. Запись звука в цифровых видеокамерах осуществляется с частотой не менее 44 000 Гц (точнее – 44 100 Гц).

В момент встречи ракеты с землей происходит взрыв, сопровождаемый звуком, который видеокамеры регистрируют на расстоянии нескольких километров. Отсюда следует, что если знать:

- время прихода звуковой волны до поста видеосъемки, которое определяется по результатам регистрации звука видеокамерой;

- скорость распространения звуковой волны от взрыва;
- расстояние от точки падения до поста видеонаблюдения, то можно определить конечное время полета или время удара ( $T_y$ ) ракеты о Землю.

Зная время старта ( $T_{ст}$ ) ракеты и время удара ракеты о землю можно определить полное полетное время ракеты ( $T_n$ ). Полное полетное время ракеты определяется по времени старта ( $T_{ст}$ ) и времени удара о землю ( $T_y$ ):

$$T_n = T_y - T_{ст}. \quad (1)$$

Время удара ракеты о землю можно определить по времени регистрации звука ( $T_{зв}$ ) и времени распространения звука ( $\Delta t_{зв}$ ) от места падения ракеты до видеокамеры:

$$T_y = T_{зв} - \Delta t_{зв}. \quad (2)$$

Время распространения звуковой волны определяется по формуле:

$$\Delta t_{зв} = \frac{D}{a}, \quad (3)$$

где  $D$  – расстояние от места падения ракеты до поста наблюдения;  
 $a$  – скорость звука.

Расстояние  $D$  прохождения звуковой волны до поста видеосъемки определяется по формуле:

$$D = \sqrt{(x_y - x_{ППВ})^2 + (y_y - y_{ППВ})^2}, \quad (4)$$

где  $x_y, y_y$  – координаты места удара ракеты о землю в системе координат Гаусса – Крюгера;  
 $x_{ППВ}, y_{ППВ}$  – координаты точки стояния переносного поста видеонаблюдения (ППВ).

Скорость звука в идеальном газе равна:

$$a = \sqrt{\chi \cdot B \cdot T}, \quad (5)$$

где  $\chi$  – показатель адиабаты;  
 $B$  – удельная газовая постоянная;  
 $T$  – абсолютная температура воздуха на боевом поле на время падения ракеты.

Для воздуха удобнее пользоваться формулой:

$$a = 20.049667 \cdot \sqrt{T}. \quad (6)$$

После подстановки формулы (3) в формулу (2) время удара ракеты о землю будет равно:

$$T_y = T_{зв} - \frac{D}{a}. \quad (7)$$

На практике использование данных общепринятых формул привело к неоднозначности результата. Так, при пуске изделия ракетной техники Сухопутных войск с фугасным зарядом звук от удара ракеты о землю зарегистрировали два переносного поста видеонаблюдения (№ 3 и 5). Было определено время регистрации удара ракеты о землю:

для ППВ3 –  $T_{зв3} = 19^h 41^m 46.314^s$ ,

для ППВ5 –  $T_{зв5} = 19^h 42^m 02.067^s$ .

По геодезическим координатам точки падения ракеты и точек стояния ППВ3 и ППВ5 по формуле (4) определены расстояния  $D_3$  и  $D_5$ .

$$D_3 = 1550,739 \text{ м}, \quad D_5 = 7433,722 \text{ м}.$$

Температура воздуха в районе падения на момент проведения испытаний составляла +5 °С.

В соответствии с формулой (6) скорость звука  $a = 334,669$  м/с. В соответствии с формулой (7):

$$T_{y3} = 19^h 41^m 46.314^s - \frac{1550.739}{334.669} = 19^h 41^m 41.7^s, \quad (8)$$

$$T_{y5} = 19^h 41^m 39.9^s.$$

Между собой времена  $T_{y3}$  и  $T_{y5}$  расходятся на 1,8 с.

Наличие такого большого расхождения можно объяснить неправильной скоростью распространения звуковой волны [1]. Для её оценки сформулируем обратную задачу – определить скорость распространения звуковой волны по известному расстоянию и времени распространения. Время распространения звуковой волны в данном эксперименте можно получить по времени удара ракеты о Землю  $T_y$  и времени регистрации звука постами видеонаблюдения:

$$\Delta t_{зв} = T_{зв} - T_y. \quad (9)$$

Для ППВ3 время распространения звуковой волны составит 3,833 с, для ППВ5 – 19,586 с.

Теперь скорость распространения звуковой волны  $c$  до ППВ можно определить по формуле:

$$c = \frac{D}{\Delta t}. \quad (10)$$

Скорость распространения звуковой волны:

до ППВ3 – 404,576 м/с,

до ППВ5 – 379,543 м/с.

Отсюда можно сделать выводы:

- во-первых, скорости распространения звуковой волны значительно превосходят скорость звука;
- во-вторых, скорости, полученные по времени регистрации звука постами ППВ3 и ППВ5, существенно отличаются.

По первому выводу можно предположить, что мы в данной ситуации имеем дело не со звуковой волной, а с ударной. Ударной волной называется распространение в газообразной, жидкой или твердой среде поверхности, на которой происходит скачкообразное повышение давления, сопровождающееся изменением плотности, температуры и скорости движения среды. Эта поверхность называется поверхностью разрыва или скачком уплотнения. Ударные волны возникают, например, при взрыве, детонации, движении тел в воздух со сверхзвуковыми скоростями и т. д. Скорость распространения ударной волны относительно невозмущенной среды больше скорости звука в последней [2].

Что касается второго вывода, относительно отличия скоростей распространения ударной волны, полученных по регистрации звука переносными постами видеонаблюдения, находящимися на разных расстояниях от места падения ракеты, можно предположить следующее:

- ударная волна распространяется с замедлением;
- расстояние от места падения ракеты до ППВ определяется некорректно;
- скорость ударной волны имеет замедление, и расстояние определяется некорректно.

Для оценки данных факторов существует ряд моделей для распространения ударной волны. Практический опыт показал, что для полевых полигонных испытаний наиболее удачной является модель распространения фронта ударной волны с коррекцией расстояния между точкой падения ракеты и точкой стояния ППВ.



Данная модель основана на том утверждении, что акустические волны в жидкостях и газах характеризуются скалярным потенциалом  $\varphi$  скоростей  $\vec{V}'$  колебательного движения частиц среды:

$$\vec{V}' = \text{grad} \varphi. \quad (11)$$

Потенциал  $\varphi$  удовлетворяет волновому уравнению:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \quad \text{или} \quad \Delta \varphi = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}, \quad (12)$$

где  $c$  – скорость распространения волн.

Такому же уравнению удовлетворяет каждая из компонент вектора  $\vec{V}'$ .

Если начало системы координат  $Oxyz$  поместить в точку падения ракеты, а ось  $Ox$  направить по линии точки падения ракеты – точка стояния ППВ, то волновое уравнение для компонент скорости по оси  $Ox$  можно представить:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2}. \quad (13)$$

Общее решение уравнения (13) можно представить в виде потенциала  $\varphi$  для продольной плоской волны, распространяющейся вдоль положительного направления оси  $Ox$ :

$$\varphi = f \cdot (c \cdot t + x); \quad \frac{\varphi}{f} = c \cdot t + x, \quad (14)$$

где  $f$  – произвольная функция.

Правая часть уравнения (14) представляет собой расстояние, которое проходит фронт ударной волны до ППВ. Тогда уравнение (14) можно представить в виде:

$$D = c \cdot t + x,$$

откуда

$$c = \frac{D - x}{t}. \quad (15)$$

Таким образом, скорость распространения ударной волны зависит от пространственной координаты  $D - x$  и времени  $t$  прохождения ударной волны.

Значения  $D$  известны по результатам геодезической привязки точки падения ракеты и точки стояния ППВ. Величины  $c$  и  $x$  являются неизвестными.

Если имеется два или более ППВ, то эти величины можно определить, решив систему уравнений:

$$\left. \begin{array}{l} c = \frac{D_1 - x}{t_1} \\ \dots \dots \dots \\ c = \frac{D_n - x}{t_n} \end{array} \right\}. \quad (16)$$

Если в системе уравнений (16) более двух уравнений, то величины  $c$  и  $x$  определяются с использованием метода наименьших квадратов.

Графическая интерпретация уравнения (15) для случая регистрации звука от ударной волны двумя ППВ представлена на рисунке.

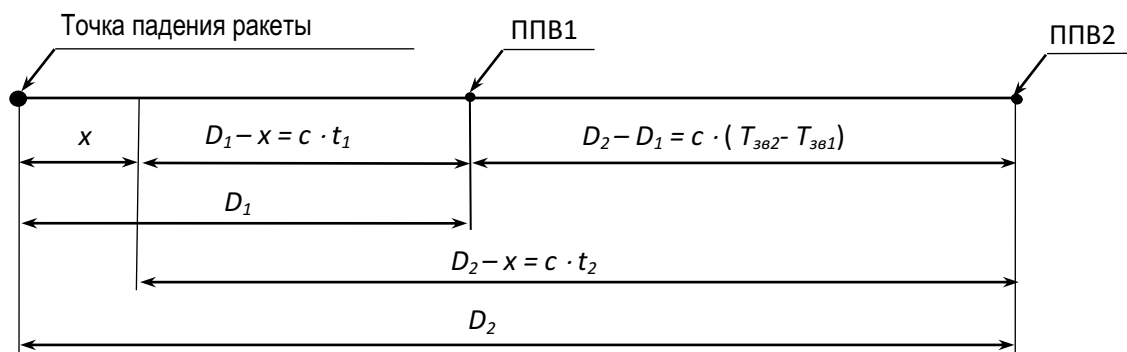


Рис. Графическая интерпретация уравнения для случая регистрации звука от ударной волны двумя ППВ

Из рисунка видно, что скорость распространения ударной волны можно определить по формуле:

$$c = \frac{D_2 - D_1}{T_{3e2} - T_{3e1}}, \quad (17)$$

где  $T_{3e1}$ ,  $T_{3e2}$  – московские времена регистрации звука от ударной волны, зарегистрированные ППВ1 и ППВ2.

Скорости распространения ударной волны, определенные по формулам (16) и (17), практически одинаковые. Зная скорость  $c$  по формуле (15) можно определить время  $t$  распространения ударной волны.

$$t = \frac{D - x}{c}. \quad (18)$$

По времени регистрации звука ( $T_{3e}$ ), времени распространения ударной волны до ППВ ( $t$ ), времени старта ракеты ( $T_{ct}$ ) можно определить полное полетное время ракеты ( $t_n$ ):

$$t_n = T_{3e} - (T_{cm} + t). \quad (19)$$

Адекватность построенной модели была проверена на приведенном выше примере. На практике при проведении пуска прохождения ударной волны зарегистрировали два поста видеосъемки – ППВ3 и ППВ5. В этом случае систему уравнений (16) можно решить относительно  $x$  выражением:

$$x = \frac{t_5 \cdot D_3 - t_3 \cdot D_5}{t_3 - t_5}. \quad (20)$$

По исходным данным рассмотренного реального пуска, полученным по результатам видеосъемки и геодезической привязки, значение  $x$  получается равным 119,299 м. Данное значение характеризует область мгновенного распространения ударной волны. Данная область зависит от заряда, массы ракеты, скорости движения ракеты у поверхности земли и определяется для каждого пуска.

Значение скорости распространения ударной волны в рассмотренном примере, определенное по формуле (17), равно 374,452 м/с. Данное значение превышает рассчитанную для данных условий скорость звука на 40 м/с.

Таким образом, можно сделать вывод, что аппаратурой ОИС ВК регистрируется не звуковая, а ударная волна. А правильное использование модели распространения ударной волны позволяет определить полное полетное время ракеты с использованием звуковой информации возможно даже в нештатной ситуации.

#### **Библиографический список**

1. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных и гидродинамических явлений. – М. : Наука, 1966. – С. 688.
2. Красильников В. А., Крылов В. В. Введение в физическую акустику. – М. : Наука, 1984. – С. 400.

**ПАССИВНАЯ ЗАЩИТА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ  
ОТ ПРОТИВОРАДИОЛОКАЦИОННЫХ РАКЕТ  
С ПОМОЩЬЮ ОТВЛЕКАЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Мугинов А. З.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность различных вариантов применения отвлекающих источников излучения для защиты радиолокационных станций от противорадиолокационных ракет противника.

**Ключевые слова:** Радиолокационная станция, противорадиолокационная ракета, радиолокационная головка самонаведения, информативные помехи, отвлекающие источники излучения, селективные свойства радиолокационной головки самонаведения, угловой дискриминатор, электромагнитное поле.

Противорадиолокационные ракеты (ПРР) являются наиболее эффективным и универсальным и средством поражения радиоизлучающих средств вооружения и военной техники (ВВТ) всех видов Вооруженных Сил. Как показал опыт локальных военных конфликтов последних лет, атакующая сторона в первую очередь старается вывести из строя излучающие средства ПВО противника.

Проблема защиты радиолокационных станций (РЛС) от ракет, наводящихся на источник радиоизлучения, возникла в конце 60-х гг. 20-го столетия. Несмотря на длительное время существования проблемы защиты РЛС от ПРР до настоящего времени данная проблема имеет актуальность в связи с постоянным совершенствованием систем вооружения.

Защиту РЛС от ПРР целесообразно проводить по ее фоновому излучению, полагая его уровень постоянным, так как основной луч РЛС весьма узок и постоянно изменяет свое положение в пространстве.

Различают активные способы защиты, предполагающие непосредственное уничтожение ПРР или вывод из строя ее системы управления, и пассивные способы.

Существующие пассивные способы защиты РЛС от ПРР можно разделить на две большие группы: управление параметрами излучаемых сигналов защищаемой РЛС применением изменения режимов работы и защитой с помощью отвлекающих источников излучения (ОИИ), вынесенных на достаточно большое расстояние от защищаемой РЛС [1].

Применение изменения режимов работы РЛС не является эффективным в силу следующих причин:

- снижается боевая эффективность РЛС;
- уменьшается объем и качество радиолокационной информации о воздушной обстановке;
- изменение режима работы, за исключением выключения станции, не приводит к срыву сопровождения радиолокационной головкой самонаведения (РГС) сигнала этой станции.

Точность самонаведения ПРР на групповую цель (систему РЛС и ОИИ) в первую очередь определяется особенностями работы РГС ПРР и ее селективными (селективными) характеристиками.

Учитывая важность процесса разрешения источников излучения радиосигналов, необходимо дать краткую характеристику селектирующих свойств РГС ПРР.

В РГС ПРР предусматривается пять видов селекции: пространственная селекция по углам, временная селекция как по величине временного строба, так и по величине его задержки относительно переднего фронта импульса входного сигнала, амплитудная селекция, селекция по несущей частоте и частоте следования импульсов.

Пространственная селекция по углам является весьма эффективной при селектировании (селекции) двух или нескольких разнесенных в пространстве источников радиосигналов в случае, если импульсы от источников в месте приема их РГС не совпадают по времени, и разрешающая способность определяется в этом случае параметрами углового стробирования. При совпадении импульсов в пределах временного строба угловая селекция значительно хуже и определяется шириной диаграммы направленности антенны РГС, которая для РГС ПРР может составлять величину 25–50°.

Временная селекция обеспечивается временным стробированием принимаемых РГС сигналов и, ввиду возможности изменения своих параметров в широких пределах как по величине временного строба, так и по величине его задержки относительно переднего фронта импульсов, является весьма эффективной.

Селекция по амплитуде накладывает определенные ограничения на выбор мощности ОИИ при несовпадении импульсов.

Селекция по несущей частоте является достаточно грубой, так как в современных РЛС часто используется перестройка частоты зондирования в широком диапазоне частот.

Селекция по периоду следования импульсов излучения радиосигналов при наведении на РЭС, излучающие сигналы с нерегулярным периодом следования и длительностью импульсов, является нецелесообразной [2].

Указанные виды селекции делают малоэффективными способы пассивной защиты используя один ОИИ, применяющего согласованно с защищаемой РЛС мерцающие режимы работы, из-за высокой вероятности поражения ОИИ. Поэтому система защиты должна иметь, по крайней мере, два ОИИ.

В связи с тем, что способ снижения вероятности поражения ОИИ, основанный на их размещении в специальных инженерных сооружениях, не приемлем для мобильных войсковых зенитных ракетных комплексов (ЗРК), задача защиты их РЛС должна решаться путем взаимной маскировки сигналов ОИИ или РЛС и ОИИ.

Свойство информативных помех, проявляющееся в значительном ухудшении точности самонаведения ракет при определенных характеристиках помехи, может быть использовано для организации защитного электромагнитного поля (ЭМП) для пассивной защиты РЛС [3].

Для реализации способа защиты, основанного на одновременности прихода импульсных сигналов РЛС и ОИИ, необходимо обеспечить компенсацию задержки (опережения) импульсов ОИИ относительно импульсов РЛС.

Пассивная защита РЛС, осуществляемая с помощью двух ОИИ, предполагает решение двух задач: обеспечение гарантированного увода ПРР от РЛС с вероятностью непопадания в заданный радиус поражения РЛС, близкой к единице, и обеспечение минимальной вероятности поражения каждого ОИИ, получаемой за счет их взаимной маскировки.

Первая задача – отвлечение ПРР от РЛС в случае совмещения импульсов РЛС и ОИИ на входе РГС ПРР – может быть решена путем обеспечения условий наведения ПРР на энергетический центр системы РЛС – ОИИ, смещенный в сторону ОИИ за счет выбора энергетических характеристик

их сигналов. Решение второй задачи должно осуществляться такой взаимной маскировкой сигналов ОИИ или РЛС и ОИИ, при которой разрешение ОИИ радиолокационной головкой самонаведения ПРР по всем (селективным) селектирующим признакам не происходит, либо происходит как можно позже. При этом задачу защиты РЛС с помощью ОИИ можно рассматривать как задачу нахождения защитного электромагнитного поля, сформированного тремя источниками излучения: двумя ОИИ и РЛС, которое обеспечивает одновременное поступление идентичных сигналов на РГС ПРР из этих источников на всех направлениях атаки ПРР. Мощности источников излучения и их положения должны быть выбраны таким образом, чтобы нуль дискриминационной характеристики (ДХ) углового дискриминатора (УД) РГС ПРР располагается в направлении точки прицеливания, находящейся между источниками излучения на расстояниях, превышающих радиусы поражения РЛС и ОИИ. Для этого предварительно в каждом направлении атаки ПРР аналитическим путем находят требуемое угловое расположение нулей ДХ для двух разных по мощности сигналов целей (точку прицеливания): РЛС и суммарного излучения ОИИ из точки геометрического центра их расположения в одной плоскости пеленгации (плоскости симметрии) и двух ОИИ в другой плоскости.

Организация электромагнитного поля может быть реализована следующим образом. Защита РЛС производится двумя одинаковыми системами ОИИ – отвлекающими устройствами (ОУ), каждая из которых включает «n» узконаправленных антенн, ДН которых перекрывают все возможные углы атаки ПРР. Мощность каждого отвлекающего передатчика (ОП), входящего в состав ОУ, выбирается исходя из мощности бокового излучения РЛС в пределах сектора защиты антенны этого ОП (и положения биссектрисы этого сектора). [4]

Компенсация задержки (опережения) импульсов ОП относительно РЛС производится в направлениях биссектрис секторов защиты антенны каждого ОП. Схема расположения ОУ и РЛС в пространстве представлена на рисунке 1.

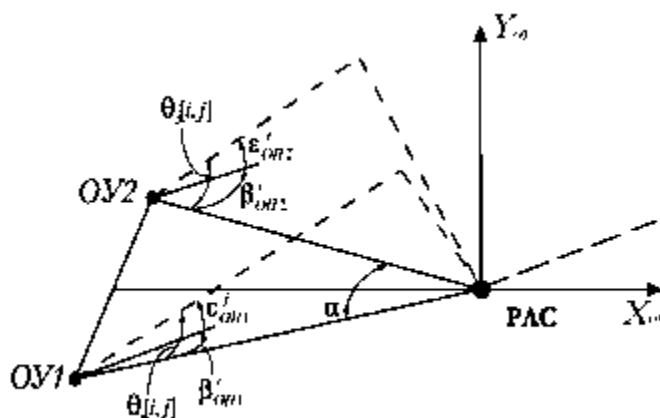


Рис. Схема расположения РЛС и ОУ:  $X_{oy}, Y_{oy}$  – система координат, связанная с ОУ;  $\alpha$  – угол разноса ОУ с вершиной в точке стояния РЛС;  $\theta_1[i,j], \theta_2[i,j]$  – углы между линиями, соединяющими ОУ1 и ОУ2 с РЛС, и направлением биссектрисы сектора защиты  $i$ -го по азимуту и  $j$ -го по углу места ОП;

$$\beta_{on1,2}^i, \epsilon_{on1,2}^j \text{ – углы азимута и наклона осей антенн ОУ соответственно.}$$

Величину компенсирующего смещения по времени вычисляют исходя из предположения, что расстояние между РЛС и ПРР значительно больше расстояния между РЛС и ОУ. Задержка (опережения) импульсов ОП в направлении  $(i, j)$  определяется из соотношения:

$$\Delta\tau_{1,2}[i, j] = \frac{l_{1,2} \cos\theta_{1,2}[i, j]}{C},$$

$$i = 0, 1, 2, \dots, n-1, j = 0, 1,$$

$$\text{где } \cos\theta_{1,2}[i, j] = \cos(i\varphi_{py} \pm \frac{\alpha}{2}) \cos\left(\frac{1}{2} + j\right)\varphi_{py},$$

$C$  – скорость распространения радиоволн,

$l_{1,2}$  – расстояние между ОУ1 и РЛС и ОУ2 и РЛС,

$\varphi_{py}$  – сектор защиты антенны ОП.

Ошибка компенсации в произвольном направлении атаки ПРР складывается из составляющих, обусловленных несовпадением направления атаки с направлением оси антенны, в секторе защиты которой находится ПРР, и не параллельности линий визирования РЛС – ПРР и ОУ – ПРР.

Дополнительным средством уменьшения действия систематической ошибки компенсации является введение принудительной вобуляции по квази-случайному закону импульсов ОП относительно импульсов РЛС и относительно друг друга во времени с амплитудой, зависящей от величины суммы максимальных ошибок компенсации и допустимой ошибки синхронизации импульсов РЛС и ОП.

Помимо систематической ошибки направления пеленгации, вызванной выбором точки прицеливания, при когерентном излучении сигналов ОИИ и РЛС возникает когерентная помеха, искажающая направление прихода радиосигнала с частотой, равной разности доплеровских частот сигналов, и амплитудой колебаний, значительно превышающей угловое расстояние между источниками излучения.

Еще одним способом пассивной защиты, основанным на взаимной маскировке сигналов РЛС и ОИИ, при которой их импульсы не совпадают во временном стробе РГС ПРР, т. е. когда во временном стробе РГС присутствует сигнал только от одного источника излучения, может иметь различные варианты построения защитного ЭМП.

Этот способ предусматривает расположение РЛС и ОИИ в вершинах равнобедренного треугольника с поочередным излучением сигналов. Он предусматривает организацию защитного ЭМП, принудительной вобуляцией импульсов ОИИ относительно импульсов РЛС по закону, при котором в РГС ПРР при любом законе временной обработки в РГС производится отработка сигналов в последовательности, характерной для «уводящей цепочки».

Решение задачи гарантированного увода ПРР от РЛС обеспечивается режимом излучения, при котором отношение времени свечения РЛС ко времени свечения хотя бы одного из ОИИ меньше единицы (конкретно необходимое значение отношения зависит от расположения РЛС и ОИИ и определяется моделированием). Механизм селекции источников излучения ограничивается величиной углового строба РГС. Следует отметить, что при этом нет необходимости в превышении мощности сигнала от ОИИ над мощностью сигнала РЛС.

Можно предположить также способ пассивной защиты, при котором увод ПРР от РЛС осуществляется за счет включения ОИИ в периоды «молчания» РЛС, а уменьшение вероятности поражения ОИИ – за счет обеспечения одновременности прихода на РГС импульсов от ОИИ. [5]

Наличие информации о траектории ПРР позволит существенно повысить эффективность пассивной защиты за счет адаптивного выбора режима переключения.

### **Библиографический список**

1. Митрофанов Д. Г., Успенский С. А. Перспективные способы защиты радиолокационных станций от поражения противорадиолокационными ракетами // Оборонная техника. – 2002. – № 3.
2. Добыкин В. Д., Куприянов А. И., Пономарев В. Г., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем. – М. : Вузовская книга, 2007. – 468 с.
3. Страхов Е. В. Аналитическая модель угломерной следящей системы РГС в условиях действия информативных помех // Вестник Концерна ПВО «Алмаз-Антей». – 2009. – № 1.
4. Сизов Ю. Г. О вариантах защиты от противорадиолокационных снарядов с помощью дополнительных источников излучения // Военная радиоэлектроника. – 1976. – № 6.
5. Милосердов И. В. Определение пеленга на импульсные радиолокационные системы, прикрываемые отвлекающими передатчиками маскирующего типа // Оборонная техника. – 2009. – № 4, 5.



**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРЕНИЙ  
ПРИ ИСПЫТАНИЯХ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

**Мустафаев Н. Г.**,

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Соколов С. П.**,

доктор технических наук,  
Научно-производственное объединение «Алмаз»,  
г. Москва,

**Глотов А. И.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Князев С. А.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** В статье рассмотрены проблемные вопросы совместной обработки внутрисистемной, траекторной и радиотелеметрической информации при полигонных испытаниях сложных систем, предложено совершенствование информационной системы при автоматизации полигонных испытаний.

**Ключевые слова:** сложные системы, полигонные испытания, информационная система, внутривидовые измерения, система объективного контроля.

Важным условием проведения полигонных испытаний сложных систем является реализация опытно-теоретического метода с использованием системы объективного контроля (СОК). Система сбора и обработки данных средств объективного контроля испытаний сложных систем предназначена для получения информации о поведении испытываемого образца в ходе проведения испытаний, его тактико-технических характеристиках, воздушной и помеховой обстановки по данным объективного контроля, зарегистрированным в процессе проведения натуральных (полунатурных) испытаний [1; 2]. Данная информация необходима для принятия решения о достижении цели эксперимента и оценки способности испытываемого образца выполнению поставленных перед ним задач.

Система объективного контроля натуральных испытаний по решаемым задачам является информационной системой (ИС), и как любая информационная система она состоит из совокупности обеспечивающих подсистем технического, математического, программного, организационного, правового и информационного обеспечения.

В силу исторических причин существующая организация сбора и обработки и анализа измерений имеет ряд недостатков, снижающих эффективность всей системы.

В общем виде структурные элементы системы сбора и обработки данных средств объективного контроля для испытаний сложных систем приведена на рисунке 1.

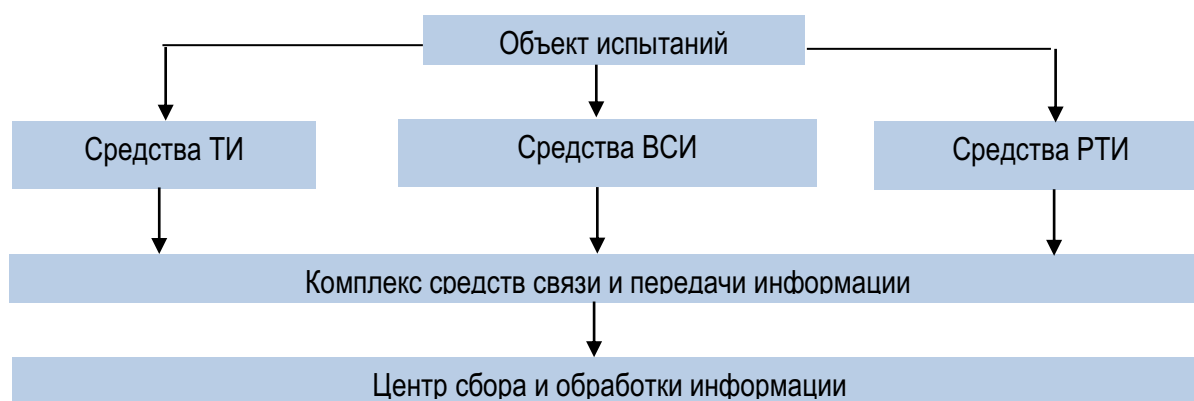


Рис. 1. Структурные элементы системы сбора и обработки данных средств объективного контроля при испытаниях

Весь процесс функционирования системы сбора и обработки данных объективного контроля состоит из пяти последовательно выполняемых групп процессов:

1. Регистрация данных объективного контроля (внутристанционные измерения (ВСИ), траекторные измерения (ТИ), радиотелеметрические измерения (РТИ)) на станциях регистрации, реализованных на персональных компьютерах, на магнитные носители (за исключением регистрации на фотопленку) в процессе проведения эксперимента.

2. Передача данных объективного контроля в центр сбора, обработки и анализа данных объективного контроля.

3. Проведение анализа (обработки) зарегистрированных данных от средств измерений на автоматизированное рабочее место (АРМ) РТИ, АРМ ТИ и АРМ ВСИ.

4. Проведение совместной обработки данных объективного контроля на АРМ совместной обработки.

5. Проведение событийной обработки данных объективного контроля на АРМ событийной обработки.

Источниками информации для системы объективного контроля испытаний служат:

- внешние системы – средства измерений РТИ, ТИ и ВСИ;
- документы на бумажных носителях.

В силу ряда объективных причин, основным источником информации являются материалы программного комплекса внутристанционных измерений. Более того, системы ТИ и РТИ позволяют получать данные только о пространственном положении и движении объектов [2].

Внутристанционные измерения формированы на платформе аппаратно-программного комплекс (рис. 2) предназначенного для регистрации, обработки и визуализации измерений. Материалы ВСИ после проведенных испытаний помогают более подробно и детально рассмотреть весь ход испытаний с построением графиков каждого параметра в отдельности и одновременным построением графиков нескольких параметров для любого участка эксперимента (рис. 3).

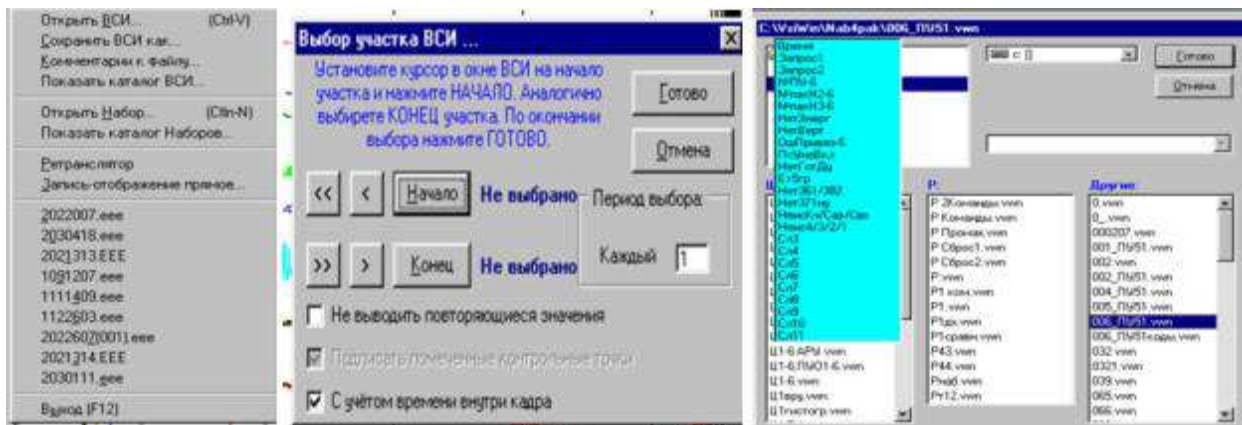


Рис. 2. Программа ВСИ

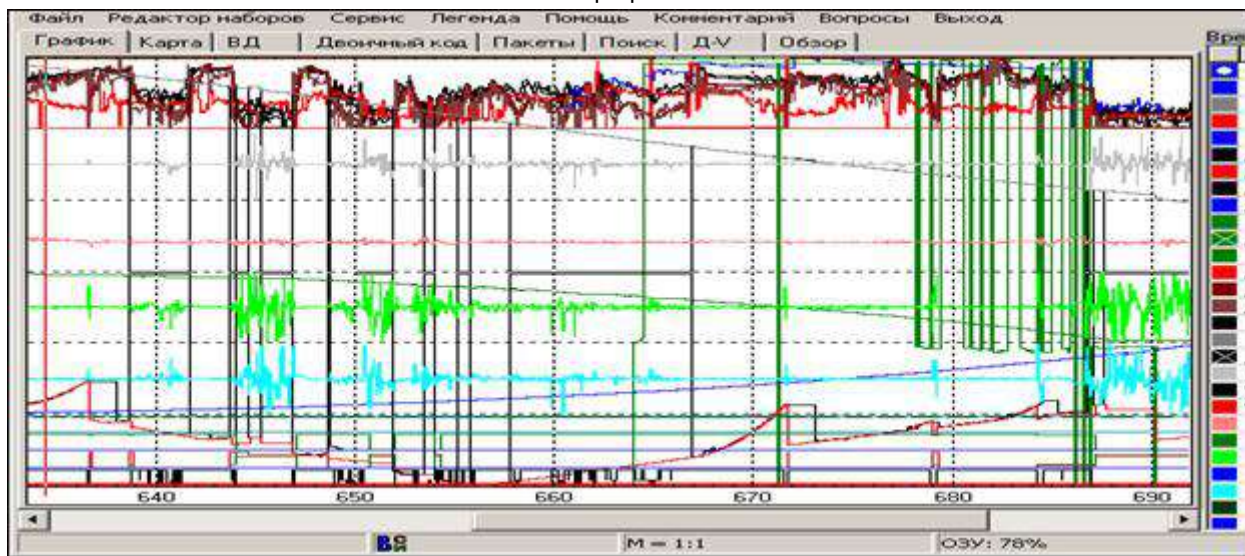


Рис. 3. Основное окно программы

Основные возможности ВСИ:

- визуализация процессов в реальном времени;
- визуализация зарегистрированных процессов;
- визуализация формульно-обработанных параметров;
- построения графиков зависимости одних параметров от других;
- обработка дискриминационных характеристик;
- оперативный анализ и создание отчетов по проведенным работам;
- статистическая обработка параметров;
- селекция входной информации.

В результате проведенного анализа существующей системы обработки данных объективного контроля, даже с учетом использования ВСИ, были выявлены значительные недостатки существующего информационного, технического, логистического и программного обеспечения системы, существенным образом снижающие её эффективность:

1. Передача зарегистрированных данных для анализа и обработки, в основном осуществляется не автоматизированным способом;

2. Система анализа и обработки данных объективного контроля состоит из несвязанных между собой в единую локальную сеть автоматизированных рабочих мест (АРМ ТИ, АРМ РТИ, АРМ ВСИ, АРМ совместной обработки и АРМ событийной обработки), представляющих собой программно-аппаратные

комплексы, созданные на базе ПЭВМ, в результате чего существенно затрудняется обмен технической информацией между операторами автоматизированных рабочих мест, увеличивается время на анализ и обработку полученных данных.

3. Программное обеспечение каждого АРМ разработано в среде Mathcad под управлением ОС Windows. Выбор среды разработки Mathcad был обусловлен в свое время необходимостью в сжатые сроки перевода всего программного обеспечения системы обработки с ЭВМ ЕС-1045 на ПЭВМ при крайне ограниченных ресурсах. Выбор Mathcad в качестве среды разработки программного обеспечения определил и технологию процесса обработки, в которой оператор в «ручную» с помощью пользовательского интерфейса, сходного с другими приложениями Windows вызывает требуемую программу обработки, задает условия ее выполнения и передает необходимые файлы данных (входные или промежуточные) для обработки.

Однако по ряду причин, использование операционной системы иностранной разработки становится не возможным, а устанавливаемая операционная система отечественной разработки не поддерживает среду программного обеспечения Mathcad. В результате чего необходимо в кратчайшие сроки перевести программное обеспечение, используемое для анализа и обработки данных объективного контроля на новую операционную систему отечественной разработки.

Все эти недостатки приводят к остановке функционирования системы обработки и анализа испытаний сложных систем, увеличению времени обработки и отсутствию в режиме реальной времени проведения анализа результатов.

Для решения существующих проблем требуется совершенствование программного, информационного, технического и логистического обеспечения системы анализа и обработки данных испытаний сложных систем. Исходя из указанных выше недостатков, основными путями совершенствования являются:

1. Улучшение сетевой организации системы объективного контроля для обеспечения полной автоматизации процессов передачи зарегистрированных данных в центр сбора, обработки и анализа данных объективного контроля.

2. Организация в центре сбора, обработки и анализа данных объективного контроля центрального хранилища данных для хранения всех зарегистрированных данных объективного контроля.

Создание центрального хранилища данных необходимо для хранения переданных по каналам связи зарегистрированных данных объективного контроля, полученных в разное время от различных источников и при испытаниях различных систем, и выдачи их по запросам пользователей для последующего анализа и обработки. В базе данных должны содержаться сведения о хранимых файлах, источниках их получения, какому моменту времени они соответствуют и т. п., чтобы не превратить хранилище данных в обычный, но очень дорогостоящий электронный архив.

3. Перевод в кратчайшие сроки программного обеспечения, используемого для анализа и обработки данных объективного контроля на новую операционную систему отечественной разработки.

Вышеуказанные направления совершенствования системы полигонных испытаний должны войти в автоматизацию системы организации и проведения испытаний. Автоматизация испытаний сложных систем необходимо формировать на новом технологическом уровне, для чего должна быть создана инновационная система полигонных испытаний, основанная на теории искусственного интеллекта [3]. Таким образом, анализ обработки информации испытаний сложных систем показал наличие недостатков в информационной системе. Однако, указанные пути совершенствования ИС при автоматизации полигонных испытаний повысят качество, сократят время и материальные ресурсы проведения испытаний.

### **Библиографический список**

1. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. – М. : Наука, 1978.
2. Лобейко В. И., Кудряшов А. А., Горемыкин С. А., Князев С. А. Система объективного контроля-основа инновационной системы полигонных испытаний средств воздушно-космических сил // Вестник ВКО. – 2015. – № 3 (19). – С. 17–24.
3. Лобейко В. И., Кислов О. В., Литвинов С. П., Соколов С. П. Анализ существующей системы испытаний вооружения и военной техники на полигоне, научно-методическое обеспечение экспериментальной отработки вооружения и военной техники // Вестник ВКО. – 2015. – № 3 (19). – С. 10–16.

## СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО УДЛИНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

**Мустафаев Н. Г.**,

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Гереев М. А.**,

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко,  
г. Краснодар,

**Волков М. В.**,

Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко,  
г. Краснодар,

**Шихмагомедова К. Н.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Еремеева Э. Н.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** Разработан способ, предназначенный для измерения длины участка оптического волокна по значению выходных мощностей оптического сигнала для определения избыточного удлинения волоконно-оптических линий передачи, возникающего под влиянием термических падений и механических деформаций, в целях своевременного обнаружения угроз применения активных методов формирования каналов утечки информации в волоконно-оптических линиях передачи. Разработанный способ может быть использован в области обеспечения безопасности информации объектов военного назначения, при использовании волоконно-оптических кабелей.

**Ключевые слова:** волоконно-оптические кабели, оптическое волокно, волоконно-оптические системы передачи, кабельная система объекта военного назначения.

Национальные интересы Российской Федерации в информационной сфере включают в себя развитие современных информационных технологий, отечественной индустрии информации, в том числе индустрии средств информатизации, телекоммуникации и связи, а также защиту информационных ресурсов от несанкционированного доступа, обеспечение безопасности информационных и телекоммуникационных систем [1].

Под телекоммуникационной системой понимается совокупность аппаратно и программно совместимого оборудования, соединенного в единую систему с целью передачи данных из одного места в другое. Вследствие того, что на современном этапе развития общества активно используется оптоволокно с целью передачи как открытой, так и служебной информации, требуется контролировать

целостность волоконного кабеля, так как злоумышленником применяются меры по несанкционированному доступу к передаваемой информации через телекоммуникационные системы.

Следует определить, что оптическое волокно — это оптический волновод волоконно-оптической системы передачи, выполненный в виде нити из диэлектрических материалов с покрытием, применяемые в системах дальней связи [2].

Наиболее близкий по технической сущности к предлагаемому способу определения избыточного удлинения волоконно-оптических линий передачи (прототип) способ Патент US 2014/0362367 измерения напряжения на участке длины волоконно-оптических линий передачи посредством оптической рефлектометрии. С помощью рефлектометра вычисляются натяжение оптоволоконна, разность распределения нормального состояния линии передачи и радиус изгиба. Способ заключается в определении характеристик обратного рэлеевского рассеяния волоконно-оптического кабеля с помощью импульсного оптического рефлектометра, испускающего в кабель импульсы различных длин волн. Полученные данные используют для вычисления коэффициентов затухания оптического волокна вдоль линии кабеля, далее определяют дисперсию дополнительных потерь вдоль длины кабеля встречающихся на изгибах для некоторой длины волны, после чего устанавливают распределение радиусов изгиба оптического волокна и определяют его натяжение [3].

Недостатками данного способа является:

- необходимость выполнения измерений на нескольких длинах волн, включая диапазон длин волн, превышающий 1625 нм, что ограничивает область применения данного способа;
- в качестве определения удлинение оптического волокна выбран параметр радиус изгиба (как мы можем это наблюдать на рис. 1), что даёт отсутствие возможности определения длины кабеля оптического волокна при прямолинейных натяжениях, которые не терпят изгибы.

На основе частного решения (прототипа) разработан способ измерения длины участка волоконного оптического волокна по значению выходных мощностей оптического сигнала.

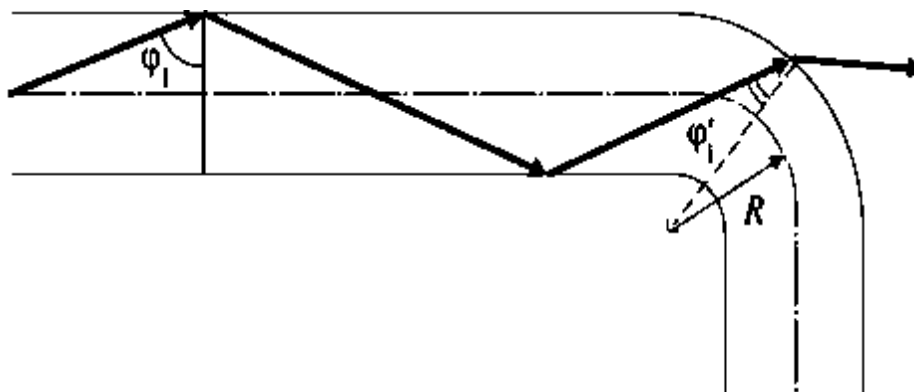


Рис. 1. Нарушение закона полного внутреннего отражения при определенном радиусе изгиба волоконного кабеля

Технический результат достигается:

- 1) организацией рефлектометрической оптической схемы;
- 2) генерированием короткого и мощного импульса излучения;
- 3) введением на одном конце волоконного кабеля указанного излучения;
- 4) фотоприёмом отраженного разными рассеивающими центрами обратного сигнала, построения рефлектограммы;

5) определением по данным характеристикам избыточного удлинения волоконного кабеля на деформированных участках в результате прямолинейного и криволинейного удлинения или изменения температуры окружающей среды, а расчет значения избыточной длины оптического волокна на поврежденном участке производится с помощью микропроцессора, считывающего данные с используемого в процессе измерения оптического рефлектометра.

Способ измерения длины участка оптического волокна по значению выходных мощностей оптического сигнала, заключающемся в организации рефлектометрической оптической схемы, генерировании короткого и мощного импульса излучения отличающийся тем, что учитываются прямолинейное и криволинейное удлинения, а также изменение температуры окружающей среды, а значения избыточной длины оптического волокна на поврежденном участке рассчитывают, как разность расстояний на длине оптического волокна.

После натяжения и в нормальном состоянии с помощью микропроцессора, считывающего данные с используемого в процессе измерения оптического рефлектометра, по формулам:

$$h = x - z,$$

$$z = -\frac{1}{2\alpha} \cdot \ln \left( \frac{2P_{\text{ВЫХ}}(z)}{P_0 \cdot G \cdot \Delta t \cdot V_{\text{ГР}} \cdot \alpha} \right),$$

$$x = -\frac{1}{2\alpha} \cdot \ln \left( \frac{2P_{\text{ВЫХ}}(x)}{P_0 \cdot G \cdot \Delta t \cdot V_{\text{ГР}} \cdot \alpha} \right),$$

$$h = \frac{1}{2\alpha} \left[ \ln \left( \frac{P_{\text{ВЫХ}}(z)}{P_{\text{ВЫХ}}(x)} \right) \right],$$

где  $h$  – значение избыточной длины оптического волокна на поврежденном участке;

$x$  – длина волоконного оптического волокна после натяжения;

$z$  – длина волоконного оптического волокна в нормальном состоянии;

$P_{\text{ВЫХ}}(z)$  – выходная мощность обратно рассеянного сигнала на длине ВС  $z$ ;

$P_{\text{ВЫХ}}(x)$  – выходная мощность обратно рассеянного сигнала на длине ВС  $x$ ;

$P_0$  – мощность излучения источника света;

$V_{\text{ГР}} = c/n_{\text{ГР}}$  – групповая скорость распространения света в ВС;

$n_{\text{ГР}} = n_1 \left( 1 - \frac{\lambda}{n_1} \cdot \frac{dn_1}{d\lambda} \right)$  – групповой показатель преломления;

$n_1$  – показатель преломления сердечника ВС;

$\Delta t$  – время длительности импульса на участке ВС;

$\lambda$  – длина волны светового импульса;

$\alpha$  – коэффициент затухания.

Разработанный способ определения избыточного удлинения волоконно-оптических линий передачи был реализован программно. Данная программа предназначена для определения поврежденных участков волоконно-оптических линий связи с целью обеспечения защиты информации, при ее передаче по волоконно-оптическим кабелям объектов военного назначения [4].

Фрагмент экранных изображений программы представлен на рисунке 2.

Разработанная программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- ввод исходных данных;
- вычисление мощностных характеристик проходящего по волоконному кабелю оптического сигнала;
- определение поврежденного участка волоконного кабеля и расстояния до него.



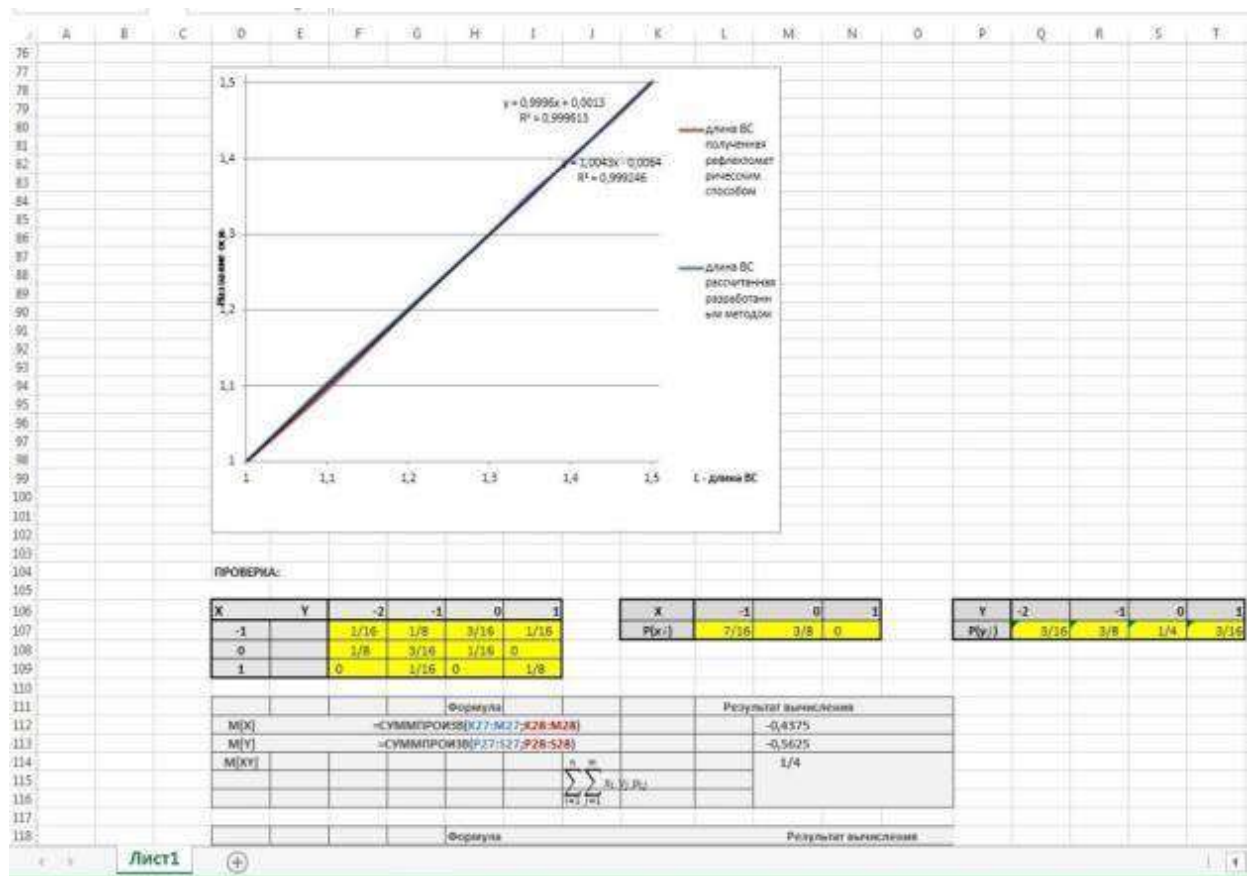


Рис. 2. Определение поврежденного участка волоконного световода и расстояния до него

**Вывод.** Волоконный кабель выходит за пределы контролируемой зоны, несанкционированное подключение технических средств является реальной угрозой перехвата данных злоумышленником. Разработанный способ измерения длины участка волоконного кабеля по значению выходных мощностей оптического сигнала в сравнении с прототипом показал, что его использование позволит повысить надежность системы связи, осуществляя возможность определения удлинения кабеля оптического волокна как при криволинейном, так и при прямолинейном натяжении.

### Библиографический список

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации : Утв. указом Президента Российской Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646.
2. ГОСТ 26599-85. Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения. – Введ. 15.08.85. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 16 с. – (Межгосударственный стандарт).
3. Пат. US 2014/0362367. Distributed firebrand and stress measurement for determining optical fiber reliability by multiwavelength optical reflectometry / X. Chen, X. S. Yao. – 2014.

## КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

**Мустафаев Н. Г.**,

кандидат технических наук,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Глотов А. И.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Чиганов А. А.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Хлапов В. П.**,

Научно-производственное объединение «Алмаз»,

г. Москва

**Аннотация:** В статье рассмотрен комбинированный метод исследования характеристик сложных систем с учетом моделирования и ограниченного количества натуральных экспериментов. Применение метода регрессионных связей позволяет исследовать характеристики сложной системы не только в области пространства параметров объекта и внешних воздействий, но и экстраполировать.

**Ключевые слова:** сложные системы, опытно-теоретический метод, комбинированный метод, моделирование, дисперсия, фактор-параметры, весовой коэффициент.

Испытания сложных систем сопровождается проведением большого числа экспериментов, в том числе натуральных испытаний. Количественные ограничения натуральных испытаний привели к необходимости разработки опытно-теоретических и полунатурных методов исследования сложных технических систем [1–5]. Оценка характеристик сложной системы определяются при изменении параметров внешней среды и системы в интервалах и по условиям, заданным в тактико-технических требованиях на систему. Каждая характеристика опытного образца является функцией большого количества факторов-параметров.

Применение метода регрессионных связей на каждом этапе испытаний и вводе сложной системы позволяет получить несмещенные неравноточные оценки исследуемой характеристики, прогнозируемые в основную область факторного пространства. В результате чего основная область факторного пространства может иметь большое количество несмещенных оценок:

$$\tilde{v}_{\mu 1}, \tilde{v}_{\mu 2}, \dots, \tilde{v}_{\mu k}. \quad (1)$$

С целью экономии материальных средств, времени проведения испытаний, а также повышения точности получения оценок, оценки (1), относящиеся к одной области факторного пространства объединяются по формуле:

$$\tilde{v}_{\mu} = \tilde{v}_{\mu 1} g_1 + \tilde{v}_{\mu 2} g_2 + \dots + \tilde{v}_{\mu k} g_k. \quad (2)$$

где  $g_1, g_2, g_k$  – весовые коэффициенты.

Дисперсию объединенной оценки  $\tilde{v}_\mu$  определяем по формуле:

$$\sigma_{\tilde{v}_\mu}^2 = M \left\{ \left( \tilde{v}_{\mu_1} - \tilde{v}_\mu \right) g_1 + \left( \tilde{v}_{\mu_2} - \tilde{v}_\mu \right) g_2 + \dots + \left( \tilde{v}_{\mu_k} - \tilde{v}_\mu \right) g_k \right\}^2. \quad (3)$$

Весовые коэффициенты  $g_1, g_2, \dots, g_k$  определяются из условия несмещенности объединенной оценки  $\tilde{v}_\mu$  и минимума дисперсии  $\sigma_{\tilde{v}_\mu}^2$  оценки. Для этого принимают сумму всех весов равной единице:

$$\sum_{i=1}^k g_i = 1, \quad (4)$$

а частные производные по всем весовым коэффициентам приравнивают нулю:

$$\frac{d\sigma_{\tilde{v}}^2}{dg_1} = 0; \quad \frac{d\sigma_{\tilde{v}_\mu}^2}{dg_2} = 0; \quad \frac{d\sigma_{\tilde{v}_\mu}^2}{dg_k} = 0. \quad (5)$$

Решая систему уравнений (5) при условии (4) и не упуская при этом корреляционных связей между оценками (1), получаем выражения весовых коэффициентов. Провести исследования эффективности этого метода в рамках общего подхода не представляется возможным. Поэтому в дальнейшем рассмотрим этот метод применительно к случаю объединения двух несмещенных разнородных оценок  $\tilde{v}_{\mu_1} = \tilde{v}_1, \tilde{v}_{\mu_2} = \tilde{v}_\mu$ , отнесенных к одной области факторного пространства. При определении объединенной оценки воспользуемся формулой (2), тогда:

$$\tilde{v} = \tilde{v}_1 g_1 + \tilde{v}_\mu g_2. \quad (6)$$

Дисперсию оценки  $\tilde{v}_\mu$ , при условии, что сумма весов  $g_1 + g_2 = 1$ , и корреляционные связи между оценками не равны нулю, запишем:

$$\sigma_{\tilde{v}}^2 = g_1(\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - 2\bar{R}_{12}) + 2g_1(\bar{R}_{12} - \bar{R}_{22}) + \bar{R}_{22}. \quad (7)$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$$\bar{R}_{11} = \frac{\sigma_{\tilde{v}_1}^2}{N_{v_1}} = \frac{\sum_{i=1}^{v_1} (v_1 - \tilde{v})^2}{N_{v_1}^2}; \quad \bar{R}_{22} = \sigma_{\tilde{v}_\mu}^2; \quad \bar{R}_{11} = \frac{\sigma_{v_\mu} \sigma_{v_1}}{N_1} \rho_{v_\mu v_1}, \quad (8)$$

где  $N_{v_1}, N_1$  – количество экспериментов при получении оценок  $\tilde{v}_1$  и  $\tilde{v}_\mu$ ;

$N_{\mu v}$  – количество экспериментов, затраченное на определение коэффициентов;

$\rho_{v_\mu v_1}$  – коэффициент корреляции случайных величин  $\tilde{v}_1$  и  $\tilde{v}_\mu$ .

Продифференцировав выражение (7) по параметру  $g_1$  и решив уравнение

$$\frac{d\sigma_{\tilde{v}}^2}{dg_1} = 2g_1(\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - \bar{R}_{12}) - 2(\bar{R}_{22} - \bar{R}_{12}) = 0,$$

получим

$$g_1 = \frac{\bar{R}_{22} - \bar{R}_{12}}{\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - 2\bar{R}_{12}}, \quad g_2 = \frac{\bar{R}_{11} - \bar{R}_{12}}{\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - 2\bar{R}_{12}}. \quad (9)$$

Подставив найденные значения  $g_1$  и  $g_2$  в формулу (6), получим выражение объединенной оценки при использовании комплексного метода зависимых испытаний, когда количество объединяемых источников информации равно двум:

$$\tilde{v} = \tilde{v}_1 \frac{\bar{R}_{22} - \bar{R}_{12}}{\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - 2\bar{R}_{12}} + \tilde{v}_\mu \frac{\bar{R}_{11} - \bar{R}_{12}}{\bar{R}_{11} + \bar{R}_{22} - 2\bar{R}_{12}}. \quad (10)$$

В частности, если в (10) подставить значения  $\bar{R}_{11}, \bar{R}_{12}, \bar{R}_{22}$  имеющие смысл (8), то решается задача объединения информации о характеристиках сложной системы при проведении натурных работ и моделирования. Проведем анализ точности оценивания характеристик с использованием комбинированного метода. Для этого определим зависимость смещения  $\Delta\tilde{v}$  и дисперсии  $\sigma_{\tilde{v}}^2$  оценки  $\tilde{v}$  от объема

экспериментальных работ и нарушения адекватности модели и объекта. Величина смещения будет определяться:

$$\begin{aligned}\Delta\tilde{\nu} &= M[\tilde{\nu} - \tilde{\nu}_1] = M\left[\frac{\tilde{R}_{22}-\tilde{R}_{12}}{\tilde{R}_{11}+\tilde{R}_{22}-2\tilde{R}_{12}}\tilde{\nu}_1 + \frac{\tilde{R}_{11}-\tilde{R}_{12}}{\tilde{R}_{11}+\tilde{R}_{22}-2\tilde{R}_{12}}\tilde{\nu}_\mu - \tilde{\nu}_1\right]= \\ &= \tilde{\nu}_1\frac{\tilde{R}_{22}+\tilde{R}_{11}-2\tilde{R}_{12}}{\tilde{R}_{11}+\tilde{R}_{22}-2\tilde{R}_{12}} - \tilde{\nu}_1 = 0,\end{aligned}\quad (11)$$

т. е. смещение  $\Delta\tilde{\nu}$  объединенной оценки  $\tilde{\nu}$ , полученной с использованием комбинированного метода оценивания при  $N_{\mu\nu} \rightarrow \infty$ ,  $N_\mu \rightarrow \infty$ ,  $N_1 \rightarrow \infty$ , и нарушенных условиях адекватности модели и объекта, равно нулю. Теперь определим дисперсию  $\Delta\tilde{\nu}$  оценки  $\tilde{\nu}$ . Для этого в выражение (7) подставим  $g_1$  и  $g_2$ . В результате несложных преобразований получим оценку дисперсии  $\sigma_{\tilde{\nu}}^2$  в следующем виде:

$$\sigma_{\tilde{\nu}}^2 = R_{22} - \frac{\tilde{R}_{22}-\tilde{R}_{12}}{\tilde{R}_{11}-\tilde{R}_{22}-2\tilde{R}_{12}}^2. \quad (12)$$

Подставив в (12) вместо  $\tilde{R}_{22}$ ,  $\tilde{R}_{11}$  их выражения и устранив  $N_1 \rightarrow \infty$ ,  $N_2 \rightarrow \infty$ ,  $N_{12} \rightarrow \infty$ , видим, что  $\sigma_{\tilde{\nu}}^2 \rightarrow 0$ .

Таким образом, оценка  $\tilde{\nu}$ , полученная с использованием комбинированного метода оценивания, является несмещенной и состоятельной, если составляющие  $\tilde{\nu}_1$  и  $\tilde{\nu}_\mu$  являются несмещенными и состоятельными оценками.

Комбинированный метод оценивания позволяет объединять разнородную информацию об исследуемой характеристике, тем самым повышать эффективность метода получения оценок. Так, если эффективность комбинированного метода оценивания определить как отношение дисперсии оценки при коэффициенте корреляции  $\tilde{R}_{12}$ , равном нулю, к дисперсии оценки при произвольном коэффициенте корреляции, то эффективность метода при  $\sigma_1 = \sigma_2$  будет равна  $\gamma_4 = \frac{2}{1+R_{12}}$ . Разработанный метод комплексного оценивания с использованием моделирования и ограниченных натуральных работ позволяет решить проблему исследования оценок характеристик сложных систем с заданным качеством и минимальными затратами не только в области пространства параметров объекта и внешних воздействий, где возможно ограниченное количество натуральных работ, но и в более широкой области.

### Библиографический список

1. Ашурбейли И. Р., Лаговьер А. И., Соколов С.П. Сложные радиоэлектронные системы вооружения. Планирование и управление созданием. – М. : Радиотехника, 2010.
2. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. – М. : Наука, 1978.
3. Козлов Н. Н., Красный В. П., Решетников А. В. Особенности современной методологии испытаний систем вооружения воздушно-космической обороны // Военная мысль. – 2015. – № 6. – С. 42–50.
4. Мустафаев Н. Г., Макаров А. В., Погребняк И. С. Анализ возможностей методов оценивания тактико-технических характеристик с использованием ограниченных натуральных работ и моделирования. // Проблемы повышения научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : мат-лы I Всерос. науч.-практич. конф. – Знаменск, 2018. – С. 46–51.
5. Мустафаев Н. Г., Погребняк И. С., Байбиков Н. Р., Бирюков В. В., Шукшин А. Ю. Метод комплексного оценивания независимых экспериментов при калибровке модели // Проблемы повышения научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : мат-лы II Всерос. науч.-практич. конф. – Знаменск, 2019. – С. 75–80.

## АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЁННЫХ УЧАСТКОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

**Мустафаев Н. Г.**,

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Колесников В. С.**,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Гереев М. А.**,

кандидат технических наук,  
Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко,  
г. Краснодар,

**Грачев В. И.**,

Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко,  
г. Краснодар,

**Брянцев А. В.**,

Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко,  
г. Краснодар

**Аннотация:** В статье проведен анализ программного обеспечения, предназначенного для определения поврежденных участков волоконного световода по мощностным характеристикам обратно рассеянного сигнала. Программа относится к способам определения избыточного удлинения волоконно-оптических линий передачи, и может быть использована в области обеспечения безопасности информации объектов военного назначения, при использовании волоконно-оптических кабелей.

**Ключевые слова:** волоконно-оптические кабели, волоконный световод, волоконно-оптические подсистемы, кабельная система объекта военного назначения.

Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, представляющей собой совокупность информации, информационной инфраструктуры, субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации, а также системы регулирования возникающих при этом общественных отношений. Национальные интересы Российской Федерации в информационной сфере включают в себя развитие современных информационных технологий, отечественной индустрии информации, в том числе индустрии средств информатизации, телекоммуникации и связи, а также защиту информационных ресурсов от несанкционированного доступа, обеспечение безопасности информационных и телекоммуникационных систем [4].

Для осуществления устойчивого, непрерывного, оперативного и скрытного управления войсками, подвижными и стационарными объектами, системами вооружений и военной техники (ВВТ), а также организации и управления испытаниями перспективных образцов ВВТ передача данных становится

одним из наиболее важных направлений. Все это вызвано широким использованием средств автоматизации в управлении войсками, передачей цифровой информации, интеграцией различных систем и средств контроля, автоматизацией процесса обработки результатов испытаний. При проведении натуральных экспериментов возникает острая необходимость передачи большого потока информации от различных источников в масштабе реального времени.

В настоящее время в военных системах связи широко используются волоконно-оптические кабели связи и соответствующая аппаратура объединения каналов.

Волоконно-оптические кабели (также оптоволоконные или оптико-волоконные кабели) – кабели на основе волоконных световодов, предназначенные для передачи оптических сигналов в линиях связи, в виде фотонов (света), со скоростью меньшей скорости света из-за не прямолинейности движения [2].

Следует определить, что волоконный световод – это направляющий канал для передачи оптического излучения, состоящий из сердцевины, окруженной отражающей оболочкой (оболочками) [3].

Наряду с экономией цветных металлов, они обладают следующими достоинствами:

- возможность передачи сигнала с большим спектром частот, что обеспечивает большое количество каналов связи;
- малые габаритные размеры и масса в сравнении с металлическими кабелями;
- малые потери мощности сигналов и, следовательно, большие длины переприемных участков;
- высокая защищенность от внешних электромагнитных воздействий.

Почти все преимущества волоконно-оптических линий связи не вызывают сомнений, но тезис о хорошей защищенности волоконно-оптической линии связи требует разъяснений. Выполненный анализ соответствующих руководящих документов, литературных источников и результаты использования при проведении испытаний выявил необходимость защиты целостности волоконно-оптического кабеля. Так как применительно к волоконно-оптическим линиям связи это означает невозможность перехвата информации без физического нарушения целостности волоконно-оптической линии и отсутствие паразитных наводок. Также не раз отмечалось основным недостатком волоконно-оптических кабелей в полевых условиях это недостаточная механическая прочность.

Основными примерами способов перехвата информации через волоконно-оптические кабели с нарушением их целостности, являются:

- оптическое расщепление, при котором оптоволокно вставляется в сплиттер, который отводит часть оптического сигнала, обратим внимание, что необнаруженное подключение такого типа может работать годами;
- использование неоднородных волн – данный способ используется для перехвата сигнала от волокна-источника в волокно-приемник посредством аккуратной полировки оболочек до поверхности ядра и затем их совмещения, это позволяет некоторой части сигнала проникать во второе волокно;
- V-образный вырез – это специальная выемка в оболочке волокна близкая к ядру, сделанная таким образом, что угол между светом, распространяющимся в волокне и проекцией V-выреза больше, чем критический. Это вызывает полное внутреннее отражение, при котором часть света будет уходить из основного волокна через оболочку и V-образный вырез.

Помимо причины повреждения волоконно-оптического кабеля злоумышленником, с целью его несанкционированного доступа к информации существует ряд следующих причин физического нарушения целостности оптического кабеля:

- в ходе проведения строительных работ, с применением тяжелой техники;
- вандализм;

- перегрызание кабеля грызунами;
- воздействие огня, и влаги;
- перепады температур.

Уязвимость целостности волоконно-оптического кабеля уже неоднократно подтверждалось на практике при получении траекторной и телеметрической информации от удаленных измерительных пунктов при проведении испытаний ВВТ. А потому в связи с возможностью компрометации передаваемых данных, или временного прекращения передачи информации, для нахождения места поврежденного участка волоконно-оптического кабеля необходимо использовать программные средства для определения места повреждения оптического кабеля. С этой целью было разработано программное обеспечение для определения поврежденных участков волоконно-оптических линий связи [1].

Программное обеспечение обрабатывает данные полученные с программно-аппаратного комплекса для измерения параметров волоконно-оптических систем передачи и оценки защищенности оптических линий связи «Сапфир-СР-Р». Оптический рефлектометр «Сапфир-СР-Р» предназначен для измерения неоднородностей, затухания и длины волоконно-оптического кабеля, для определения потерь в местах сварок, в оптических разъемах и для измерения отражений от оптических разъемов. Рефлектометр позволяет записывать данные на COMPACT FLASH карту памяти (CF-карта) для последующего считывания в компьютер и обработки программами [5].

Для расчета поврежденных участков ВОЛС необходимо обработать следующие данные:

$P_{\text{вых}}(z)$  – выходная мощность обратно рассеянного сигнала на длине ВС z;

$P_{\text{вых}}(x)$  – выходная мощность обратно рассеянного сигнала на длине ВС x;

$P_0$  – мощность излучения источника света;

$V_{\text{гр}} = \frac{c}{n_{\text{гр}}}$  – групповая скорость распространения света в ВС;

$n_{\text{гр}} = n_1 \left( 1 - \frac{\lambda}{n_1} \right) \left( \frac{dn_1}{d\lambda} \right)$  – групповой показатель преломления;

$n_1$  – показатель преломления сердечника ВС;

$\Delta t$  – время длительности импульса на участке ВС;

$\lambda$  – длина волны светового импульса;

$\alpha$  – коэффициент затухания;

$G = \frac{NA^2}{qn_1^2}$ ,  $NA = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$  – числовая апертура ОВ,

где  $n_2$  – показатель преломления оболочки ОВ;

$q$  – параметр определяющий профиль преломления волокна.

Оптический рефлектометр «Сапфир-СР-Р» разработан в соответствии с требованиями нормативно-методического документа ФСТЭК России «Специальные и общие технические требования, предъявляемые к защищенным волоконно-оптическим системам передачи информации (СОТТ-ВОСП)».

Разработанная программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- ввод исходных данных (в соответствии с условиями проведения и материально-технического обеспечения эксперимента);
- вычисление мощностных характеристик проходящего по волоконному световоду оптического сигнала;
- определение поврежденного участка волоконного световода и расстояния до него.

Реализованный алгоритм разработанного программного обеспечения представлен на рисунках 1–2.

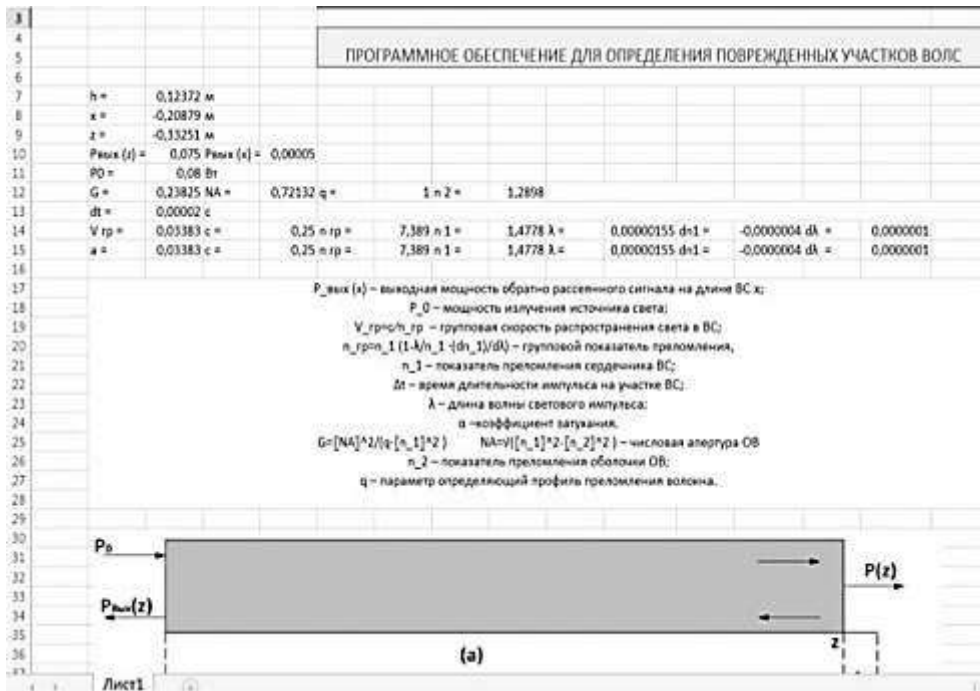


Рис. 1. Ввод исходных данных

Программное обеспечение в полном объеме справляется с поставленными задачами. Это мы можем наблюдать на рисунке 2, где происходит сравнение результатов программы с показателями программно-аппаратного комплекса для измерения параметров волоконно-оптических систем передачи и оценки защищенности оптических линий связи «Сапфир-СР-Р».

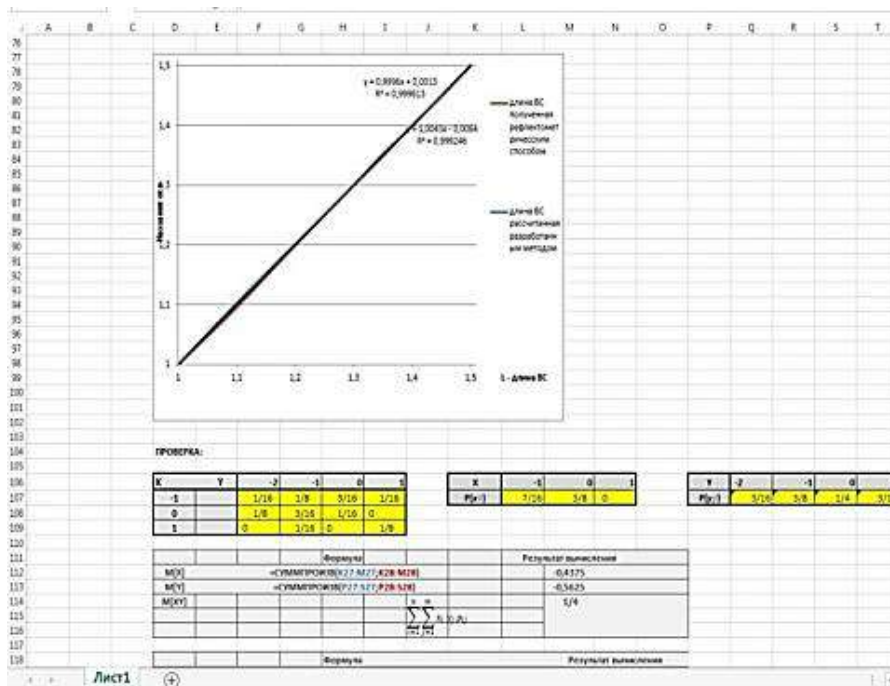


Рис. 2. Определение поврежденного участка волоконного световода и расстояния до него

**Вывод.** Несанкционированное подключение к оптоволокну технических средств с целью получения передаваемой информации является осязаемой угрозой интересам национальной безопасно-



сти, срыва проведения дорогостоящих натуральных экспериментов при проведении испытаний, а также всем структурным подразделениям используемых оптических кабелей. Подключение к оптоволокну может быть реализовано многими способами в зависимости от мотивов злоумышленника и его технических возможностей.

Таким образом, разработанное программное обеспечение позволит приблизиться к решению актуальной проблемы несанкционированного доступа информации, и скорейшего возобновления работы передачи данных при разрыве в волоконно-оптических линиях связи, что является одной из важнейших задач специалистов обеспечения безопасности информации и эксплуатации средств связи.

#### **Библиографический список**

1. Гереев М. А., Волков М. В. Программное обеспечение для определения поврежденных участков волоконно-оптических линий связи. – 03.06.2019. – Режим доступа: <http://www1.fips.ru/iiss/document.xhtml?facesredirect=true&id=f6065fc2d7cbab052c3777d857c51350>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. ГОСТ 26599-85. Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения. – Введ. 15.08.1985. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 16 с. – (Межгосударственный стандарт).
3. ГОСТ 25462-82. Волоконная оптика. Термины и определения. – Введ. 01.01.1984 – М. : Государственный комитет по стандартам, 1984. – 4 с.
4. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации : Утв. указом Президента Российской Федерации от 5 декабря 2016 г. № 646.
5. Руководство по эксплуатации программно-аппаратного комплекса для измерения параметров волоконно-оптических систем передачи и оценки защищенности оптических линий связи «Сапфир-СР». ЛИБЮ. 421400.017 РЭ.

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ВИДЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ

**Мустафаев Н. Г.,**

кандидат технических наук,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Погребняк И. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Пыханцев Д. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область,

**Кондратьева Е. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности перехода от традиционной эксплуатационной документации в «бумажном» виде к интерактивным электронным техническим руководствам.

**Ключевые слова:** эксплуатационная документация, интерактивные электронные документы, обучение специалистов.

Одним из важных факторов, оказывающих влияние на эффективность эксплуатации, является эксплуатационная документация. Эксплуатационная документация (ЭД) начала создаваться ещё при появлении первых технических изобретений и выпускалась в бумажном виде.

Создание современных образцов военной техники в настоящее время невозможно без широкого применения информационных технологий, поэтому вопрос разработки интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР) является актуальным. Зачастую тактико-технические задания на разработку новых образцов вооружения и военной техники уже содержат требования к электронной форме представления ЭД.

Переход от бумажных документов к электронным руководствам обеспечивает целым рядом очевидных преимуществ. Прежде всего, стоит отметить, оперативность доступа к необходимой информации (общий доступ, конфиденциально, ДСП). Кроме того, за счет использования большого количества иллюстрационного материала облегчается восприятие информации. Все это приводит к повышению эффективности использования систем и комплексов НК и заметной экономии при его эксплуатации [1].

Необходимость совершенствования документации привела к появлению так называемой интерактивной эксплуатационной документации представляющей собой электронные документы, содержащие сведения об изделии, его составе, принципах работы и процедурах технического обслуживания, а также анимацию или видео по сборке (разборке) [2], использование которого может осуществляться даже персоналом, не имеющим опыта эксплуатации самолета, является актуальным.

ИЭТР представляет собой интерактивную электронную документацию с графическими элементами, которая преподносит сведения в более доступной, наглядной форме и обеспечивает пользователя справочными материалами, рассказывая об устройстве, принципах работы и проведении регламентных работ изделия. Главным преимуществом ИЭТР является возможность виртуального отображения действий персонала при эксплуатации изделия в виде 3D-моделей, flash-анимации, видеороликов, что позволяет минимизировать ошибки при эксплуатации и ремонте техники. Другим преимуществом использования виртуальных руководств является увеличение скорости обслуживания и обучения персонала, повышение уровня безопасности обслуживания и эксплуатации.

Одной из функций ИЭТР является обучение специалистов, которое осуществляется на основе содержащихся в документации сведений:

- об устройстве изделия, его составных частях и комплектующих, принципах действия;
- о возможных неисправностях изделия, их вероятных причинах и методах их выявления и устранения;
- о действиях при использовании изделия в нормальных и аварийных ситуациях.

Интерактивные электронные документы – это форма представления их бумажных аналогов. Поэтому требования к содержательной составляющей документа для бумажной и интерактивной формы представления идентичны. Требования содержательной части документа регламентируются общемашиностроительными ГОСТами двойного назначения (ГОСТ 002.601-213, ГОСТ 002.601-2013), военными стандартами ГОСТ 0002.601-2008, отраслевыми и другими нормативными документами.

В ИЭТР могут быть представлены:

- руководства по эксплуатации;
- каталоги деталей и сборочных единиц;
- справочные, учебно-технические материалы по устройству и принципам работы изделия;
- руководства по диагностике отказов и их устранению.

Если содержательная часть интерактивной электронной и бумажной формы представления идентичны, то возникает вопрос, в чем особенность интерактивной формы документа. Отвечая на данный вопрос, следует рассматривать две точки зрения. Первая – это преимущества для разработчика документации, а вторая – преимущества для пользователя документации. С точки зрения разработчика, в первую очередь, за счет использования единого источника данных, значительно упрощается процесс разработки документации на базовое изделие и его модификации. С точки зрения пользователя можно выделить следующие основные преимущества:

- за счет возможности использования мультимедийных данных и интерактивных 3D модулей упрощается процесс освоения процедур эксплуатации, ремонта и технического обслуживания изделий;
- за счет разграничения прав доступа к содержанию документа повышается степень защищенности конфиденциальной информации, содержащейся в документе;
- за счет возможности интеграции с диагностическим оборудованием значительно упрощается процедура поиска неисправностей и определения способов их устранения;

Текстовая информация используется для подробного описания изделия и его составных частей и, при необходимости, разбивается на разделы, сопровождаемые заголовками.

Эксплуатационная документация должна быть наглядной, поэтому в ИЭТР помещаются объемные иллюстрации со ссылками на детали, анимации (или видео) монтажа, демонтажа, эксплуатации и 3D-моделей, с возможностью осмотреть деталь со всех сторон. 3D-модели дают пользователю

полное трехмерное представление данных и возможность ориентации вида, чтобы специалист по обслуживанию мог выполнить осмотр как в реальной жизни.

Анимация формируется путем создания движущихся двух- или трехдинамических изображений и представляет собой перемещение исходных изображений для разъяснения, например, сложной процедуры разборки или сборки, а также смену положения объекта для демонстрации скрытых или труднодоступных компонентов.

Видео – это реальное киноизображение (ролик, клип), показывающее работу оборудования, шаги выполнения процедуры или некоторое событие, что очень подходит для обучения и демонстрации. Такие ролики могут включать звуковое пояснение или звуковое сопровождение.

После наполнения модуля данных, формируют публикацию – составной электронный документ, состоящий из набора модулей данных. В состав публикации могут входить:

- титульный лист;
- перечень действующих модулей данных;
- перечень страниц;
- лист регистрации изменений;
- перечень аббревиатур;
- перечень терминов;
- перечень условных обозначений.

После утверждения публикации руководством документация передается заказчику в электронном и бумажном виде [2].

К требованиям, предъявляемым к интерактивной эксплуатационной документации, относят:

- возможность передачи закрытой технической информации;
- обеспечение возможности визуального представления действий персонала при эксплуатации системы с детализацией, достаточной для понимания основных процедур, необходимых персоналу при эксплуатации системы;
- возможность оперативного внесения изменений;
- возможность процедур поиска и устранения неисправностей;
- обеспечение использования максимального объема информации из состава эксплуатационной документации (ЭД).

При этом требования функциональности интерактивной электронной документации включает следующие группы:

1. Выполнение требований к порядку доступа к документации: должны быть описаны функциональные возможности в части разграничения прав доступа к документации.
2. Выполнение требований к функционалу, определяющему порядок поставки и распространению документа. Данная группа описывает способы передачи информации интерактивной документации от поставщика заказчику и способы передачи конечным пользователям;
3. Выполнение требований по диагностике и прогнозированию: проверяются возможности интерактивной документации по идентификации неисправностей и вероятности и их появления.
4. Выполнение требований по взаимодействию с внешними процессами
5. Выполнение требований к возможностям использования графических объектов
6. Выполнение требований к навигации и отслеживанию - функция поиска по различным критериям в тексте документа.

7. Возможность по выводу интерактивного электронного документа на печать в соответствии с требованиями ГОСТ 0002.601-2008 «Военная техника. Эксплуатационные документы».

8. Возможность внесения изменений в документацию различными способами в соответствии с требованиями нормативных документов, как на стороне разработчика, так и на стороне пользователя технической документации [3,4].

Так как тактико-технические задания на разработку новых и модернизацию имеющихся образцов ВВТ содержат требования по разработке ИЭТР, то выполнение этих требований необходимо включить в методики по проверке эксплуатационной документации при проведении испытаний перспективных образцов военной техники.

#### **Библиографический список**

1. Юрищева В. А. Разработка интерактивной документации // Техника. Технологии. Инженерия. – 2018. – № 3. – С. 34–39.

2. Киюц А. В., Курапова Е. В. Внедрение CALS-технологий на этапах разработки и выпуска ИЭТР // Труды второй научн.-технич. конф. молодых специалистов / ОАО «КБСМ». – СПб, 2011. – С. 209–213.

3. ГОСТ 0002.601-2008. Военная техника. Эксплуатационные документы.

4. ГОСТ Р50.1.029. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.

## АЛГОРИТМ ОБЪЕДИНЕНИЯ КООРДИНАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДВУХ РЛС

**Непомнящих М. В.,**4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,**Бобровский И. П.,**4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,**Ложкин С. Р.,**4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** В статье рассмотрен новый алгоритм объединения координатной информации двух РЛС, объединенных в группировку. По результатам моделирования установлено улучшение точность измерения азимута цели в десятки раз.

**Ключевые слова:** РЛС, точность измерения координат воздушных целей, алгоритм объединения координат воздушных целей.

В практике полигона для контроля траекторий полета различных типов целей привлекаются РЛС из состава экспериментально-испытательной базы (ЭИБ) полигона. При этом, результаты сопровождения контрольных целей каждой РЛС рассматриваются отдельно. Таким образом, объединение координатной информации нескольких РЛС контролируемой цели является актуальной задачей.

Для простоты рассмотрим алгоритм объединение координатной информации двух РЛС, размещенных на плоскости в прямоугольной системе координат (рисунок 1).

Исходные данные для разработки указанного алгоритма:

- известны дальности и азимуты цели относительно каждой РЛС1 и РЛС2  $D_1$  и  $D_2$ , а также  $\beta_1$  и  $\beta_2$  соответственно:

- известно расстояние между двумя РЛС равно  $a$ , обе РЛС находятся на координатной оси 0-X;

Для рассмотренных условий, справедлива система уравнений:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = D_1^2, \\ (x - a)^2 + y^2 = D_2^2, \end{cases} \quad (1)$$

где  $x$  и  $y$  – координаты на плоскости;

$a$  – смещение РЛС2 по оси  $x$  (расстояние между РЛС1 и РЛС2);

$D_1$  – расстояние между РЛС1 и целью (дальность);

$D_2$  – расстояние между РЛС2 и целью (дальность).

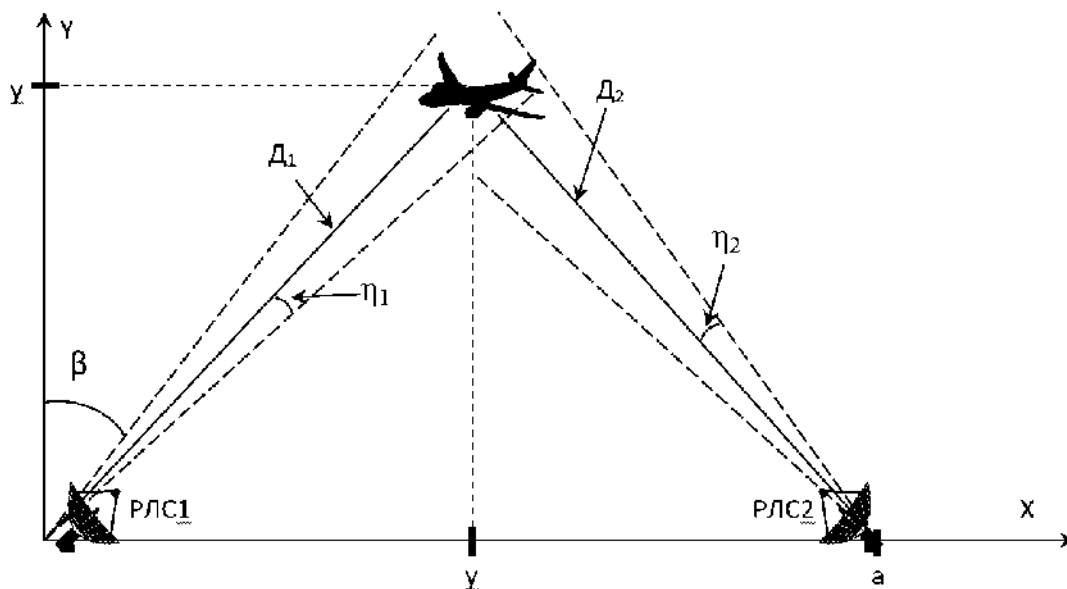


Рис. 1. Размещение РЛС1 и РЛС2 на позиции

После несложных преобразований (1) получаем:

$$\begin{cases} y = \sqrt{\frac{-D_1^4 - D_2^4 + 2D_2^2 D_1^2 + 2a^2 D_1^2 + 2a^2 D_2^2 - a^4}{4a^2}}, \\ x = \sqrt{D_1^2 - y^2}. \end{cases} \quad (2)$$

Рассмотрим модель объединения по системе (2) координат одиночной цели на выходе РЛС1 и РЛС2.

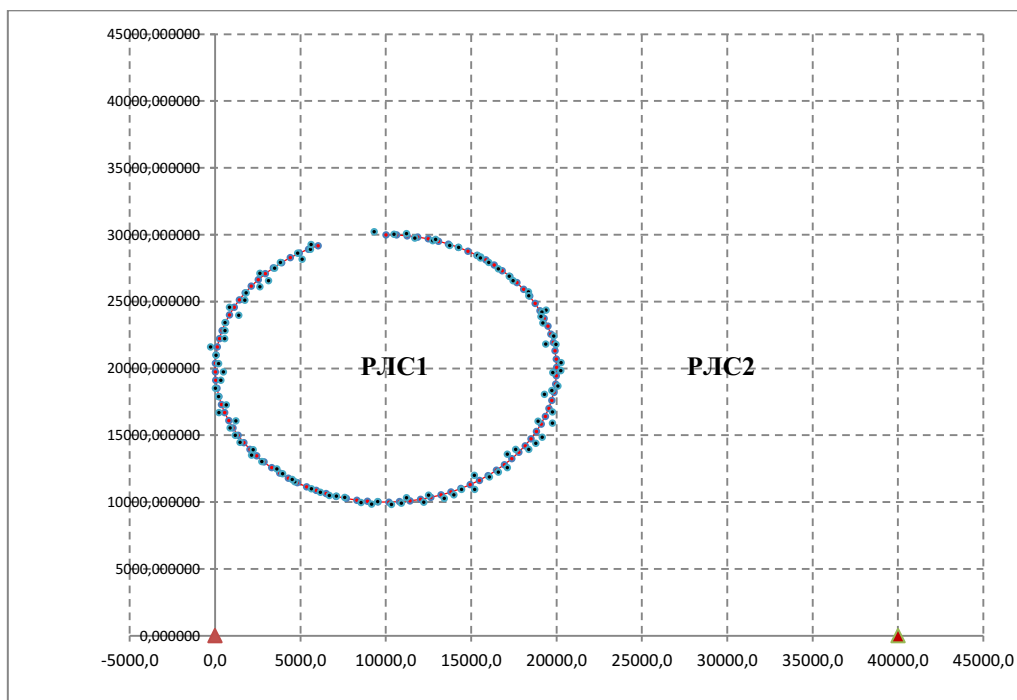


Рис. 2. Группировка из РЛС1 и РЛС2, проекция траектории полета цели на плоскость X – Y с отметками измерений координат цели

Исходные данные для модели (рис. 2):

- группировка из двух однотипных РЛС1 и РЛС2, имеющих координаты (X = 0, Y = 0) и (X = 40, Y = 0 км) соответственно;
- РЛС1 и РЛС2 вращаются синхронно с темпом обзора  $T_0 = 5$  с, ориентированы с ошибками близкими к нулю;
- траектория полета цели – «круговая» с параметрами радиус «круга»  $R = 10$  км, координаты центра круга (X = 20 км, Y = 20 км);
- путевая скорость цели – 25 м/с.

На рисунке 3 приведены результаты моделирования алгоритма объединения координатной информации от РЛС1 и РЛС2 в рассмотренных выше условиях – график зависимости величины снижения СКО измерения РЛС азимута от СКО измерений дальности до цели (для двух значений СКО измерения азимута цели каждой РЛС –  $\eta_{1,2}$ ):

$$K = \eta_1 / \eta_2, \quad (3)$$

$$\eta_{1,2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \Delta\beta_{1,2}^2}{N}}.$$

- где  $\eta_{1,2}$  – СКО измерения азимута цели без применения и с применением алгоритма координат целей по рассмотренному алгоритму соответственно;
- $N$  – количество измерений координат целей в эксперименте;
- $\Delta\beta$  – невязки измерений РЛС азимута целей.

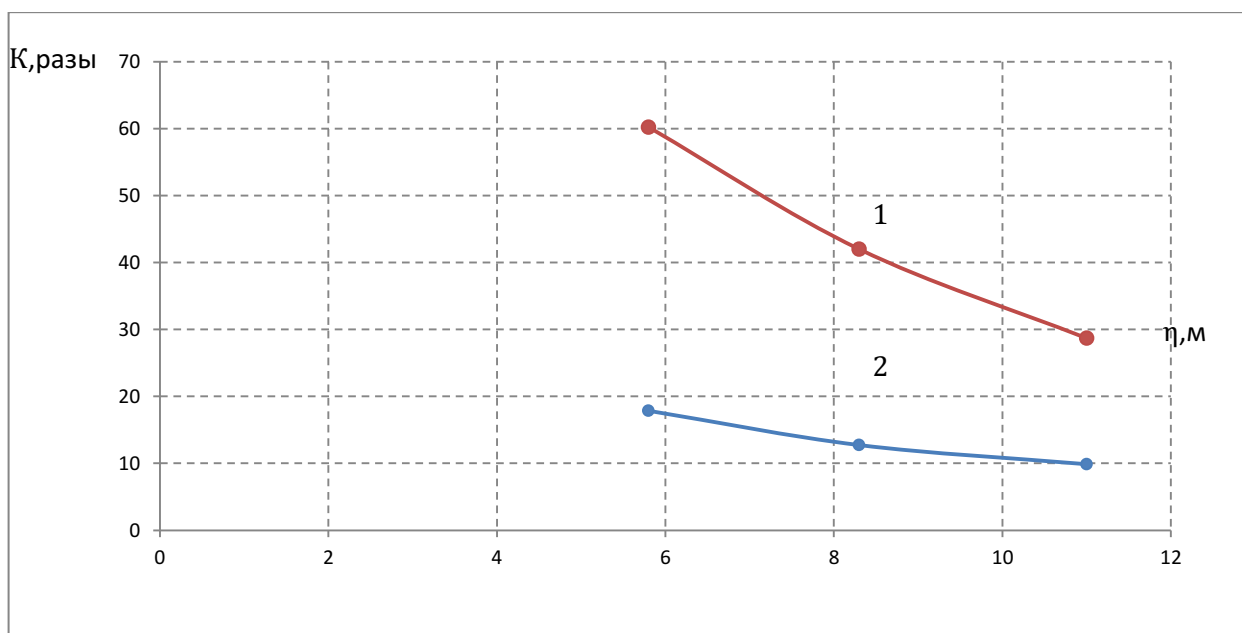


Рис. 3. График зависимости величины СКО измерения азимута  $K = \eta_1 / \eta_2$  от СКО измерений дальности до цели: 1 –  $\eta_1 = 18$  уг. мин., 2 –  $\eta_1 = 50$  уг. мин.

Анализ результатов моделирования показывает:

- величина СКО измерения азимута цели по результатам объединения координат целей снижается в десятки раз (от 10 до 60 для рассматриваемых условий);



- величина снижения СКО измерения азимута цели  $K$  тем больше чем больше ошибки измерения азимута цели РЛС  $\eta_1$  и чем меньше СКО измерения дальности цели РЛС  $\eta_d$ ;
- снижения СКО измерения азимута наблюдается при расстоянии между РЛС более 600-800 метров и в практически не зависит от параметров траектории полета целей.

**Вывод.** Требования к точности измерения координат воздушных целей, используемых в интересах полигонных испытаний, повышаются. Объединение координатной информации РЛС в группировку является одним из направлений решения этой задачи. Рассмотренный в статье алгоритм обработки данных нескольких РЛС позволяет значительно улучшить точность измерения азимута цели.

#### **Библиографический список**

1. Исследование и методология испытаний многопозиционных комплексов : научно-технический отчёт о НИР (шифр «Круговорот-16») / НИИЦ СПВО МН ; в. ч. 15644. – 2016.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ  
БЕСПЛАТФОРМЕННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЁТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
УПРАВЛЯЕМЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

**Никулин Д. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье показана возможность расширения объема измерительной информации осевых перегрузок и угловых скоростей летательного аппарата за счет использования информации, измеряемой инерциальными датчиками акселерометрического и угломерного каналов бесплатформенной инерциальной системой навигации управляемого объекта.

**Ключевые слова:** акселерометрический канал, бесплатформенная инерциальная навигационная система навигации, измерительная информация, перегрузка, система координат, угловая скорость, угломерный канал.

Для решения задач оценивания летно-технических характеристик (ЛТХ) управляемых летательных аппаратов (ЛА) используется траекторная и телеметрическая информация, полученная при испытаниях различными измерительными средствами и приборами. Из состава телеметрической информации (ТМИ) традиционно используется аналоговая информация, измеряемая датчиками угловых скоростей и осевых перегрузок, установленными в корпусе ЛА.

Как свидетельствует практика полигонных испытаний, в последнее время широкое применение получили ЛА, в составе которых реализована система управления, на основе использования бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС). При решении задачи управления движением ЛА (т. е. навигационной задачи) выполняется регулирование величин координат, характеризующих его движение таким образом, чтобы сделать их равными или близкими к заданным функциям [1].

В соответствии с определениями, принятыми в работе [2], при решении навигационной задачи используется навигационная информация, которая делится на первичную, исходную и начальную. Первичная информация о поступательном движении центра масс ЛА и об угловом положении определяется с помощью датчиков или измерительных приборов. В составе БИНС в качестве измерительных датчиков используются инерциальные датчики, которые тем или иным образом измеряют ускорение и вращение той системы координат, в которой они установлены, т. е. базовой системы координат. К таким датчикам относят измерители угловой скорости и измерители кажущегося ускорения. Каждый датчик угловой скорости и датчик кажущегося ускорения характеризуется осью чувствительности, или собственным измерительным направлением датчика. При этом датчик всегда измеряет величину, являющуюся проекцией угловой скорости или ускорения на ось чувствительности. Полный вектор ускорения или угловой скорости измеряется тремя датчиками, оси чувствительности которых, образуют трехмерный базис [1].

В состав БИНС любого типа входят инерциальный измерительный блок, так называемый бесплатформенный инерциальный блок (БИБ), содержащий акселерометры и датчики угловых скоростей, которые образуют акселерометрический (АК) и угломерный (УК) каналы, и вычислитель, реализующий алгоритм работы инерциальной навигационной системы. Информация, поступающая от измерительных блоков АК и УК, не подвергаясь каким либо преобразованиям, регистрируется цифровой ТМИ (ЦТМИ) и выводится в радиоканал в виде:

- проекций угловых скоростей  $\omega_{x_i}, \omega_{y_i}, \omega_{z_i}$  (рад/с) на оси приборной системы координат (ПСК) одноосного гиросtabilизированного блока (ОГИБ);
- проекций кажущихся ускорений  $\dot{W}_{x_i}, \dot{W}_{y_i}, \dot{W}_{z_i}$  - (м/с<sup>2</sup>) на оси ПСК ОГИБ.

Все остальные параметры, регистрируемые ЦТМИ, в той или иной степени подвержены преобразованиям вычислителем и не являются первичными.

Исходя из сказанного, можно увеличить объем измерений угловых скоростей и осевых перегрузок, действующих на ЛА, используя не только аналоговую информацию, но и ЦТМИ, что является крайне важным применительно к задачам параметрической идентификации динамических систем (движение ЛА в атмосфере следует рассматривать как динамическую, стохастическую систему) [3]. Необходимо также отметить, что измерения проекций угловых скоростей и кажущихся ускорений на оси ПСК проводятся на временные отсчеты, которые не совпадают с временными отсчетами измерений угловых скоростей и перегрузок в связанной системе координат (СвСК) и имеют разные частоты опроса, что и позволяет увеличить объем измеряемых параметров.

Для расширения объема измеренных данных необходимо установить связь между ПСК и СвСК. Для пересчета значений параметров УК и АК использованы следующие системы координат:

а) связанная система координат (СвСК)  $Ox_1y_1z_1$  – правая ортогональная с началом в центре масс изделия:

- ось  $Ox_1$  - направлена по продольной оси изделия;
- ось  $Oy_1$  - перпендикулярна оси  $Ox_1$  и лежит в плоскости вертикальной симметрии;
- ось  $Oz_1$  дополняет систему координат до правой;

б) приборная система координат (ПСК) -  $\hat{I}_i X_i Y_i Z_i$ , жёстко связанная с осями чувствительности (ОЧ) акселерометров БИБ блока ОГИБ (рис 1).

ПСК определяется через базовые плоскости I, II, III, которые связаны с ОЧ АК БИБ следующим образом:

- плоскость I – такая, что углы между ОЧ АК<sub>1,2</sub> и их проекциями на данную плоскость составляет  $\alpha_1, \alpha_2$  соответственно (рис. 1); при этом проекции ОЧ АК<sub>1,2,3</sub> на нормаль плоскости I имеют одинаковый знак;

- плоскость II – перпендикулярная к плоскости I, так, что линия пересечения плоскостей I и II образуют угол  $\beta_1$  с проекцией ОЧ АК<sub>1</sub> на плоскость I (см. рис 1);

- плоскость III – плоскость, перпендикулярная к плоскостям I и II.

Оси ПСК ориентированы следующим образом:

- ось  $\hat{I}_i X_i$  лежит на пересечении базовых плоскостей II и III, её положительное направление совпадает с направлением проекции ОЧ АК<sub>3</sub> на данную ось, а отрицательное с направлением проекций ОЧ АК<sub>1,2</sub>;

- ось  $\hat{I}_i Z_i$  лежит на пересечении базовых плоскостей I и III и образует с осями  $\hat{I}_i X_i$  и  $\hat{I}_i Y_i$  правую систему координат.

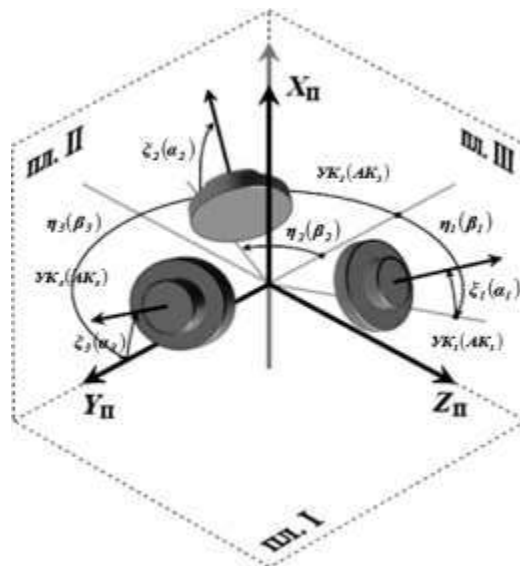


Рис. 1. Ориентация измерительных осей датчиков БИБ относительно ПСК в номинальном положении

Проекции угловой скорости на оси приборной СК одноосного гиростабилизированного блока  $\omega_{xi}, \omega_{yi}, \omega_{zi}$  связаны с осью чувствительности УК соотношениями:

$$\begin{pmatrix} \omega_{xi} \\ \omega_{yi} \\ \omega_{zi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \zeta_1 & -\cos \eta_1 \cdot \cos \zeta_1 & \sin \eta_1 \cos \zeta_1 \\ \sin \zeta_2 & -\cos \eta_2 \cdot \cos \zeta_2 & -\sin \eta_2 \cos \zeta_2 \\ \sin \zeta_3 & -\cos \eta_3 \cdot \cos \zeta_3 & -\sin \eta_3 \cos \zeta_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_{x\dot{e}ci} \\ \omega_{y\dot{e}ci} \\ \omega_{z\dot{e}ci} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Из выражения (1) следует:

$$\begin{aligned} \omega_{xi} &= \sin \zeta_1 \omega_{x\dot{e}ci} + \sin \zeta_2 \omega_{y\dot{e}ci} + \sin \zeta_3 \omega_{z\dot{e}ci}, \\ \omega_{yi} &= -\cos \eta_1 \cos \zeta_1 \omega_{x\dot{e}ci} - \cos \eta_2 \cos \zeta_2 \omega_{y\dot{e}ci} - \cos \eta_3 \cos \zeta_3 \omega_{z\dot{e}ci}, \\ \omega_{zi} &= +\sin \eta_1 \cos \zeta_1 \omega_{x\dot{e}ci} - \sin \eta_2 \cos \zeta_2 \omega_{y\dot{e}ci} - \sin \eta_3 \cos \zeta_3 \omega_{z\dot{e}ci}, \end{aligned}$$

где  $\zeta_i, \eta_i$  – программные углы, определяющие положение ОЧ датчиков угловых скоростей относительно ПСК.

Проекции кажущегося ускорения на оси ПСК ОГИБ  $\dot{W}_{xi}, \dot{W}_{yi}, \dot{W}_{zi}$  связаны соотношением с осью измерителя АК:

$$\begin{pmatrix} \dot{W}_{xi} \\ \dot{W}_{yi} \\ \dot{W}_{zi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \alpha_1 & -\cos \beta_1 \cdot \cos \alpha_1 & \sin \beta_1 \cos \alpha_1 \\ \sin \alpha_2 & -\cos \beta_2 \cdot \cos \alpha_2 & -\sin \beta_2 \cos \alpha_2 \\ \sin \alpha_3 & -\cos \beta_3 \cdot \cos \alpha_3 & -\sin \beta_3 \cos \alpha_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{W}_{x\dot{e}ci} \\ \dot{W}_{y\dot{e}ci} \\ \dot{W}_{z\dot{e}ci} \end{pmatrix} \quad (2)$$

где  $\alpha_i$ , и  $\beta_i$  – программные углы, связывающие ОЧ с ПСК (см. рис. 1).

Связь угловых скоростей СвСК и ПСК определяется в соответствии с самолётной схемой углов Эйлера следующими соотношениями:

$$\begin{pmatrix} \dot{\psi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\phi} \end{pmatrix} = M_9 \left[ M_\psi \begin{pmatrix} \omega_y \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega_z \\ 0 \end{pmatrix} \right] + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega_x \end{pmatrix}, \quad (3)$$

где  $\dot{\psi}, \dot{\vartheta}, \dot{\phi}$  – угловые скорости по рысканию, тангажу и вращению в приборной системе координат;

$\omega_x, \omega_y, \omega_z$  – угловые скорости по осям связанной системы координат;

$M_\psi, M_\vartheta, M_\phi$  – матрицы вращения по углам рыскания, тангажа и крена.

Матрицы переходов определяются следующими соотношениями:

$$M_\psi = \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix}, M_\vartheta = \begin{pmatrix} \cos \vartheta & \sin \vartheta & 0 \\ -\sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, M_\phi = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \phi & \sin \phi \\ 0 & -\sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}.$$

Далее необходимо определить уравнения измерений угловых скоростей в связанной системе координат. Для этого запишем уравнения (3) в развёрнутом виде:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} \dot{\psi} \\ \dot{\vartheta} \\ \dot{\phi} \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} \cos \vartheta & \sin \vartheta & 0 \\ -\sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \left[ \begin{pmatrix} \cos \psi & 0 & -\sin \psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \psi & 0 & \cos \psi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_y \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ \omega_z \\ 0 \end{pmatrix} \right] + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega_x \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \cos \vartheta & \sin \vartheta & 0 \\ -\sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_y \cos \psi \\ \omega_z \\ \omega_y \sin \psi \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega_x \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} \omega_y \cos \psi \cos \vartheta + \omega_z \sin \vartheta \\ -\omega_y \cos \psi \sin \vartheta + \omega_z \cos \vartheta \\ \omega_x + \omega_y \sin \psi \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \cos \psi \cos \vartheta & \sin \vartheta \\ 0 & -\cos \psi \sin \vartheta & \cos \vartheta \\ 1 & \sin \psi & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Соответственно, можно записать:

$$\begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \cos \psi \cos \vartheta & \sin \vartheta \\ 0 & -\cos \psi \sin \vartheta & \cos \vartheta \\ 1 & \sin \psi & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \dot{\psi} \\ \dot{\vartheta} \\ \dot{\phi} \end{pmatrix} = (M^*_{\tilde{N}\hat{E} \rightarrow \tilde{N}\hat{a}\tilde{N}\hat{E}})^{-1} \begin{pmatrix} \dot{\psi} \\ \dot{\vartheta} \\ \dot{\phi} \end{pmatrix}.$$

Обратная матрица  $(M^*_{\tilde{N}\hat{E} \rightarrow \tilde{N}\hat{a}\tilde{N}\hat{E}})^{-1}$  определяется следующим образом.

Вначале определяется транспонированная матрица:

$$(M^*_{\tilde{N}\hat{E} \rightarrow \tilde{N}\hat{a}\tilde{N}\hat{E}})^T = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ \cos \psi \cos \vartheta & -\cos \psi \sin \vartheta & \sin \psi \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \end{pmatrix},$$

и её определитель

$$\text{Det}(M^*_{\tilde{N}\hat{E} \rightarrow \tilde{N}\hat{a}\tilde{N}\hat{E}}) = \cos \psi \cos^2 \vartheta + \cos \psi \sin^2 \vartheta = \cos \psi,$$

Далее определяется союзная матрица:

$$\tilde{M}^*_{\tilde{N}\hat{E} \rightarrow \tilde{N}\hat{a}\tilde{N}\hat{E}} = \begin{pmatrix} -\cos \vartheta \sin \psi & \sin \vartheta \sin \psi & \cos \psi \\ \cos \vartheta & \sin \vartheta & 0 \\ \cos \psi \sin \vartheta & \cos \psi \cos \vartheta & 0 \end{pmatrix},$$

после чего определяется обратная матрица:

$$\begin{aligned} (M^*_{\tilde{N}\tilde{E} \rightarrow \tilde{N}_a\tilde{N}\tilde{E}})^{-1} &= \frac{1}{\text{Det}(M^*_{\tilde{N}\tilde{E} \rightarrow \tilde{N}_a\tilde{N}\tilde{E}})} \begin{pmatrix} -\cos \vartheta \sin \psi & \sin \vartheta \sin \psi & \cos \psi \\ \cos \vartheta & \sin \vartheta & 0 \\ \cos \psi \sin \vartheta & \cos \psi \cos \vartheta & 0 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} -\frac{\text{tg}\psi \cos \vartheta}{\cos \vartheta} & \frac{\text{tg}\psi \sin \vartheta}{\sin \vartheta} & 1 \\ \cos \varphi & \cos \psi & 0 \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Таким образом, уравнения измерений угловых скоростей в связанной системе координат можно записать следующим образом:

$$\begin{pmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{\text{tg}\psi \cos \vartheta}{\cos \vartheta} & \frac{\text{tg}\psi \sin \vartheta}{\sin \vartheta} & 1 \\ \cos \varphi & \cos \psi & 0 \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \dot{\psi} \\ \dot{\vartheta} \\ \dot{\phi} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Применив соответствующие матрицы перехода  $M_\psi, M_\vartheta, M_\phi$  получим уравнения, связывающие кажущиеся ускорения в ПСК и перегрузки, измеряемые датчиками перегрузок в СвСК:

$$\begin{pmatrix} \dot{W}_{x\tilde{i}} \\ \dot{W}_{y\tilde{i}} \\ \dot{W}_{z\tilde{i}} \end{pmatrix} = g_0 M_\phi M_\vartheta M_\psi \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix} \text{ и } \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix} = \frac{1}{g_0} M^T_\psi M^T_\vartheta M^T_\phi \begin{pmatrix} \dot{W}_{x\tilde{i}} \\ \dot{W}_{y\tilde{i}} \\ \dot{W}_{z\tilde{i}} \end{pmatrix} \quad (5)$$

Далее необходимо полученные показания осевых перегрузок привести к центру масс ЛА используя существующие методики и, используя методический подход, изложенный в работе [4] выполнить комплексирование результатов измерений выходных параметров динамической системы.

Таким образом, выполнив соответствующие преобразования измерительной информации, измеренной инерциальными датчиками АК и УК БИНС, можно существенно увеличить объем измерений угловых скоростей и осевых перегрузок, действующих на ЛА, что является крайне важным применительно к задачам параметрической идентификации динамических систем и, как следствие, повышения качества оценок ЛТХ ЛА.

### Библиографический список

1. Бранец В. Н. Введение в теорию бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – М. : Наука, 1992. – 256 с.
2. Матвеев В. В., Распопов В. Я. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. – СПб : Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 280 с.
3. Кузнецов В. И. Статистическая идентификация. Модели состояний и измерений // Промышленные АСУ и контроллеры (М). – 2014. – № 3. – С. 48–50.
4. Кузнецов В. И. Статистическая идентификация. Комплексирование измерительных данных // Промышленные АСУ и контроллеры. (М). – 2014. - № 12. – С. 30-33.

## НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА РАБОТ С АВАРИЙНЫМИ ЯДЕРНЫМИ БОЕПРИПАСАМИ

Павлов Ю. В.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье на основе проведенного анализа опасностей проведения работ с аварийными ядерными боеприпасами и риска для персонала аварийно-спасательных формирований установлено, что существующий методический аппарат не учитывает многофакторность и неопределенности возникновения и развития аварийных ситуаций.

**Ключевые слова:** неопределенность, оценка риска, обеспечение безопасности, опасность работ, ядерные боеприпасы.

Ядерное оружие (ЯО) в современных условиях остается, и в обозримой перспективе будет оставаться важнейшей составной частью вооружения Российской Федерации, одним из основных гарантов защиты национальных интересов. В тоже время, по своей физической сути оно таит в себе реальную угрозу государству, обществу и человеку в случае возможных аварий, техногенных катастроф и диверсий. Основной составной частью ЯО являются ядерные боеприпасы (ЯБП), поэтому обеспечение безопасности ЯБП и ЯО в целом на всех стадиях его жизненного цикла всегда было и остается задачей государственной важности.

С момента создания ЯО любой инцидент с ним рассматривается как чрезвычайная ситуация. При этом авария с ЯО (ЯБП) имеет геополитическое значение, и затраты по ликвидации ее последствий огромны. Поэтому в целях оперативного реагирования на аварию, принятию мер по недопущению распространения последствий аварии уделяется пристальное внимание готовности к действиям при аварии с ЯО (ЯБП).

В настоящее время особое внимание на государственном уровне в области обеспечения безопасности ЯО (ЯБП) придается решению задач [1]:

- 1) надзора и контроля над обеспечением безопасности ЯО (ЯБП) на всех стадиях его жизненного цикла;
- 2) предупреждения и пресечения терроризма в отношении ЯБП и ликвидации его последствий;
- 3) реагирования и ликвидации последствий аварий с ЯО (ЯБП).

В «Основах государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года», утвержденных приказом Президента РФ от 01.03.2012 г. № 539, особое внимание уделяется разработке и внедрению инновационных методов, средств комплексного анализа, прогнозированию и оценке состояний ядерной и радиационной безопасности (ЯРБ), выявлению рисков и управлению ими, а также научной-методической базе и программно-аппаратным средствам.

Все работы с аварийными ЯБП представляют собой угрозу жизни и здоровью персонала аварийно-спасательного формирования (АСФ) и связаны с наличием негативных факторов [2; 3], другими

словами, каждый сотрудник АСФ при ликвидации последствий аварий (ЛПА) с ЯБП подвергается риску. Согласно [4] риск определяется как вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда. Риск может оцениваться различными методами, при его описании вводится понятие «неопределенность» риска.

Анализ риска при работе с аварийными ЯБП заключается в определении численных значений параметров, представляющих опасность для персонала АСФ [5]. При этом используется вся имеющаяся информация, касающаяся свойств и характеристик аварийных ЯБП, развития во времени и пространстве физических процессов, месторасположения аварийных ЯБП и персонала АСФ, влияния различных факторов на опасность проводимых работ и др. и являющаяся в достаточной степени неопределенной. Неопределенность обусловлена некоторой неточностью, неполными сведениями об аварийном ЯБП, что не позволяет осуществить точное описание и прогноз негативных явлений, возникающих на фоне аварии [4].

Исследованиям риска в настоящее время уделяется достаточно большое внимание. Однако, несмотря на проведенные в данной области исследования, недостаточно изученными остаются вопросы влияния на риск проведения работ с аварийными ЯБП факторов различной природы и уровня. Для решения данной задачи необходимо выявить факторы, которые могут оказать влияние на опасность проводимых с ЯБП работ, оценить данные факторы с учетом их неопределенности и степени влияния на риск поражения персонала АСФ.

Недостаточность знаний о состоянии аварийного ЯБП и влияющих на уровень опасности работ с ним факторах является основой возникновения неопределенностей [6, 7]. Сложность ЯБП и точность, с которой можно его описать и проанализировать существующими методами, находятся в противоречии. Структурирование и установление связей и состояний большого количества элементов имеет нечеткий и размытый характер. Случайный характер значений большинства входных параметров, формирующих состояние аварийного ЯБП, переносится на случайный характер и неопределенность дальнейшего развития аварийной ситуации [8].

Само понятие неопределенность трактуется довольно неоднозначно, смысл его зависит от характера решаемой задачи. Разные направления ставят во главу ту или иную другую составляющую неопределенности (см. рис.). Различают следующие классы неопределенности: неточность (ошибка категорирования), незнание, недостаточность информации, субъективная вероятность, неполнота, расплывчивость [4].

Понятия неопределенности и риска различаются между собой. Вероятностный инструментарий позволяет более четко разграничить их. Неопределенность является существованием возможности, риск определяется как множество возможностей с исходами в нечетких мерах.

Обычно для работы с неточно известными величинами используется аппарат теории вероятностей. При этом предполагается, что неточность, независимо от ее природы, может быть отождествлена со случайностью. Однако следует различать случайность и нечеткость, которая и является главным источником неточности. Случайность связана с неопределенностью, касающейся принадлежности (непринадлежности) объекта к четкому множеству, в этом случае в качестве базовой теории используется теория вероятностей [4].

Сложность оценки риска заключается в том, что с ростом числа учитываемых факторов возрастает степень неточности или нечеткости. Неточность, например, связана с тем, что при проведении категорирования аварийного ЯБП не всегда удается достоверно оценить его состояние, тем самым категория ЯБП может быть завышена или занижена.



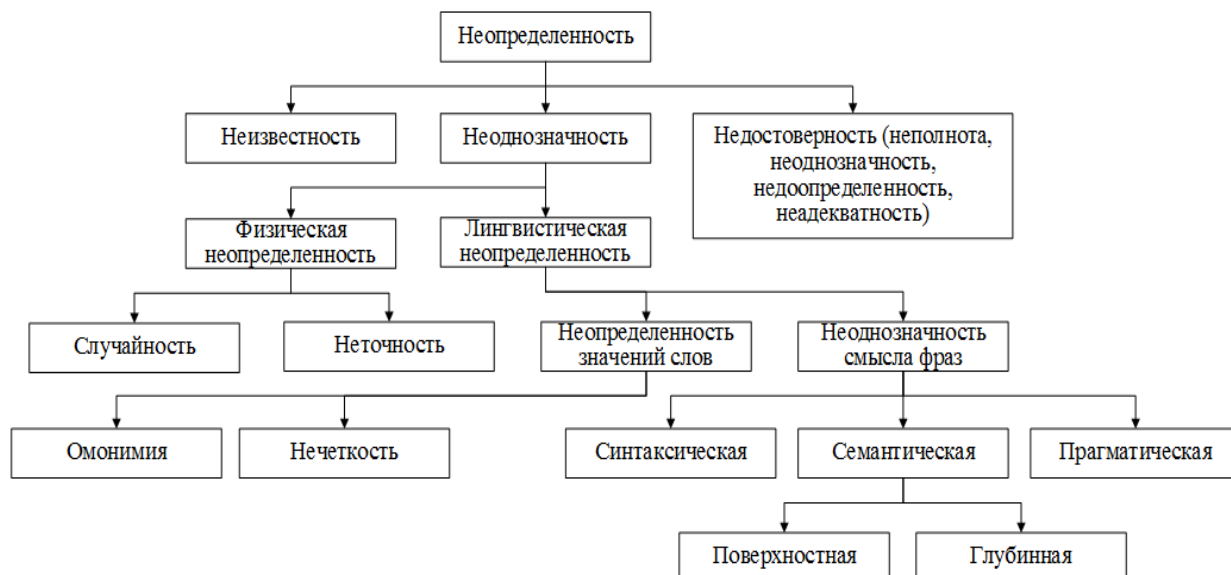


Рис. Основные виды неопределенности

Нечеткость возникает вследствие самого характера входной величины, а также определяется тем, что в конкретный момент времени не всегда удастся достоверно измерить (оценить) все входные величины.

Так, например, вероятность аварии можно выразить неким числовым значением, а можно описать качественно в виде нечетких значений, таких как «высокая», «средняя» и «низкая». Последний вариант в отдельных случаях представляется более естественным и достоверным. Однако возникает ряд трудностей, связанных с представлением нечеткой информации в вычислительных системах [6].

Следующим фактором неопределенности является недостаток знаний о протекающих в ЯБП процессах и необходимость использования различных допущений и приближений.

Неопределенность при оценке риска может быть связана с неопределенностью данных и недостатком достоверных данных.

Задача оценки риска является сложной, например, оценка риска для персонала АСФ не сводится к оценке риска ее компонентов без учета их взаимодействия. В некоторых случаях обработка единичного риска может иметь большее значение из-за воздействия риска на другую деятельность. Необходимо понимать связь последовательных действий и риска, чтобы предотвратить ситуацию, при которой действия по управлению одним риском приводят к катастрофической ситуации в другой области. Понимание сложности единичного риска или набора рисков крайне важно при выборе метода(ов) оценки риска.

Наибольшее влияние на выбор метода оценки риска оказывают [4]:

- характер и степень неопределенности оценки риска, основанной на доступной информации и соответствии целям;
- необходимые ресурсы: временные, информационные и др.;
- возможность получения количественных оценок выходных данных.

Таким образом, при анализе и оценке риска персонала АСФ при проведении работ с аварийными ЯБП необходимо оценить влияние на риск всех имеющихся факторов, связанных с неопределенностями и неточностями [9].

Для оценки риска необходимо использовать методику, которая должна соответствовать следующим основным требованиям [4]:

- быть научно обоснована и соответствовать рассматриваемым опасностям;
- давать результаты в виде, позволяющем лучше понять формы реализации опасностей и наметить пути снижения риска;
- быть повторяемой и проверяемой;
- быть простой и наглядной.

В настоящее время разработан ряд методик оценки риска. Проведенный анализ основных из них позволил выявить их достоинства и недостатки.

**1. Методика оценки риска нанесения ущерба, связанного с возможной реализацией *i*-го варианта одной из выявленных опасностей.** Риск ущерба определяется как произведение вероятности реализации выявленной опасности на тяжесть последствий от ее реализации:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_i, \quad (1)$$

где  $P_i$  – вероятность реализации выявленной опасности;

$C_i$  – предполагаемая тяжесть последствий.

Для того чтобы провести оценку риска при помощи данной методики, необходимо выполнить расчёты по каждой из выявленных опасностей на каждом рабочем месте. Методика является достаточно затратной по времени и ресурсам, имеет сложность в определении вероятности наступления некоторых событий, и не подходит для оценки индивидуального риска поражения человека.

**2. Методика оценки рисков на основе матрицы «вероятность – ущерб».** Сущность методики заключается в том, что эксперт для каждой ситуации определяет ранг вероятности её наступления (например: низкая, средняя, высокая) и соответствующий этой ситуации потенциальный ущерб (например: малый, средний, большой).

На пересечении соответствующего столбца и строки находится искомая условная величина риска. При этом величина риска может быть представлена и в количественном выражении (например, как показано в табл. 1).

Таблица 1

**Матрица «вероятность – ущерб»**

Ущерб	Вероятность		
	низкая (0,3)	средняя (0,7)	высокая (1,0)
большой (1,0)	0,3	0,7	1,0
средний (0,7)	0,2	0,5	0,7
малый (0,3)	0,1	0,2	0,3

Являясь достаточно простой в использовании, данная методика имеет один существенный недостаток – субъективность оценки. Результаты оценки будут полностью зависеть от мнения эксперта, поэтому необходимо модернизировать методику. Например, к оценке рисков можно привлечь нескольких экспертов, или совместить с методикой вербальных функций.

**3. Методика вербальных функций** позволяет практически исключить субъективизм при оценке вероятностей событий и их последствий, однако требует очень тщательной предварительной работы и высокой квалификации экспертов, составляющих вербальные описания различных ситуаций.

Сущность методики заключается в том, что каждому количественному значению вероятности наступления события ставится в соответствие вербальное описание вполне определённой ситуации.

Одна и та же ситуация может привести к различным исходам: от лёгкой травмы до смертельного случая (событие «отсутствие несчастного случая» не учитывается). Чтобы не запутаться в обилии возможных вариантов принимают в расчёт только два исхода: самый вероятный и самый неблагоприятный. Риски оцениваются для каждого исхода. В расчёт принимается больший риск. Если для снижения обоих рисков необходимо применить различные защитные меры, то должны быть учтены оба риска.

Отличительная особенность данной методики заключается в ее выраженной проактивности (направленность на овладение ситуацией для достижения поставленной цели). В данном случае риск оценивается без оценки частоты предполагаемого события.

Полученная оценка не является «риском» в точном соответствии с определением. Более того, можно утверждать, что эта оценка будет заведомо завышенной, а полное исключение риска может быть достигнуто только в результате устранения источника риска.

**4. Методика оценки рисков на основе оценки степени выполнения требований безопасности.** Сущность методики заключается в последовательной проверке на соответствие всем государственным нормативно-правовым актам в области безопасности и охраны труда. Считается, что выполнение всех этих требований исключает опасность. Недостатком данной методики является то, что нельзя получить количественную оценку уровня риска.

**5. Методика оценки рисков на основе системы Элмери [10].** Уровень рисков в подразделении и на предприятии оценивается по индексу безопасности (индекс Элмери):

$$I_{\text{Э}} = \frac{P_{\text{уд}}}{P_{\text{уд}} \cdot P_{\text{неуд}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $P_{\text{уд}}$  – количество пунктов, удовлетворяющих требованиям;

$P_{\text{неуд}}$  – количество пунктов, не удовлетворяющих требованиям.

По сути, данный индекс показывает, сколько процентов от всех действующих на рабочем месте опасных и вредных производственных факторов соответствуют нормам (требованиям).

Недостатком данной методики является отсутствие разделения опасных и вредных производственных факторов по степени вредности/опасности. То есть одинаковое влияние на конечную оценку окажут все выявленные нарушения, независимо от того, к каким последствиям они могут привести.

Данный недостаток осложняет процесс планирования мероприятий по уменьшению риска и значительно искажает истинную картину опасности на объекте.

**6. Методика оценки рисков на основе ранжирования уровня требований (индекс ОВР)** заключается в ранжировании требований по пунктам:

- пункты с индексом О содержат обязательные (наиболее важные, критические) требования безопасности;

- пункты с индексом В содержат важные требования безопасности, несоблюдение которых непосредственно не приводит к травме или к заболеванию, но указывает на недостаточный уровень организации деятельности по охране труда или может привести к отягчению последствий инцидента;

- пункты с индексом Р содержат рекомендации, которые сами по себе не являются обязательными, но свидетельствуют о внимании руководителей и работников к вопросам охраны труда, об уровне производственной культуры и трудовой дисциплины.

Индекс ОВР рассчитывается по формуле:

$$I_{ОВР} = \frac{k_1 \cdot n_{BO} + k_2 \cdot n_{BB} + k_3 \cdot n_{BP}}{k_1 \cdot n_{OO} \cdot k_2 \cdot n_{OB} \cdot k_3 \cdot n_{OP}}, \quad (3)$$

где  $k_1, k_2, k_3$  – весовые коэффициенты обязательной, важной и рекомендуемой группы;  
 $n_{OO}, n_{OB}, n_{OP}$  – общее количество обязательных, важных и рекомендуемых требований, соответственно;  
 $n_{BO}, n_{BB}, n_{BP}$  – количество выполненных обязательных, важных и рекомендуемых требований, соответственно.

Оценка по индексу ОВР позволяет более точно оценить действительный уровень рисков и указать на мероприятия, которые следует провести в первую очередь, а также на мероприятия с наибольшей ожидаемой результативностью.

Индекс ОВР непосредственно не связан с наличием и оценкой конкретных рисков на рабочем месте и основывается на предположении, что тяжесть последствий, связанных с возможными опасностями, уже учтена в требованиях охраны труда.

**7. Методика Файн – Кинни.** Проводится данная процедура таким образом, чтобы можно было взвесить, достаточно ли мер предосторожности уже предпринято, и что именно должно быть сделано, чтобы предотвратить возможные вредные последствия.

Методика заключается в присвоении опасному событию 3-х характеристик подверженности, вероятности и последствий, перемножении данных характеристик и присвоения итогового значения риска:

$$R = \Pi_1 \cdot \Pi_2 \cdot \Pi_3, \quad (4)$$

где  $\Pi_1$  – показатель, характеризующий подверженность опасному событию;  
 $\Pi_2$  – показатель, характеризующий вероятность наступления опасного события;  
 $\Pi_3$  – показатель, характеризующий последствия опасного события.

Расчетное значение сравнивается с табличным и принимается соответствующее решение в зависимости от конечного балла.

Методика во многом удовлетворяет требованиям, пользоваться ей достаточно просто, но недостаток заключается в том, что с ее помощью можно проверить какое-либо конкретное происшествие (риск происшествия), но нельзя получить интегральное значение для риска в целом по предприятию или профессионального риска.

**8. Интерактивная модель оценки и мониторинга рисков Клинского института охраны и условий труда.** В соответствии с моделью взвешивание классов условий труда производится с помощью присвоения им баллов в зависимости от возможного воздействия факторов рабочей среды на организм человека, характеризуемого индексом профзаболеваний  $I_{IT}$ . Чем выше балл, тем больше несоответствие фактического состояния условий труда по данному фактору действующим нормам и тем более выраженным становится опасное (вредное) его действие на организм.

Индивидуальный профессиональный риск (ИПР) работника вычисляется по формуле

$$ИПР = SUM \cdot \Pi_T \cdot \Pi_3, \quad (5)$$

где  $SUM$  – сумма взвешенных значений параметров интегральной оценки условий труда, здоровья, возраста и стажа;  
 $\Pi_T$  – показатель оценки травматизма на рабочем месте за истекший год;

$P_3$  – показатель оценки заболеваемости на рабочем месте за истекший год.

Сумма взвешенных значений находится по формуле

$$SUM = \frac{w_1}{15} \cdot ИОУТ + \frac{w_2}{5} \cdot Z + \frac{w_3}{5} \cdot B + \frac{w_4}{5} \cdot C, \quad (6)$$

где  $w_i$  – значения весовых коэффициентов;

$Z$  – показатель состояния здоровья работника;

$B$  – показатель возраста работника;

$C$  – показатель трудового стажа работника во вредных и (или) опасных условиях труда.

ИОУТ определяется по формуле

$$ИОУТ = \frac{100 \cdot ((PB - 1) \cdot 6 + P)}{2334}, \quad (7)$$

где  $PB$  – показатель вредности условий труда работника на рабочем месте;

$P$  – ранг, определенный по таблице 2;

100 – коэффициент пропорциональности;

2334 – число, характеризующее все теоретически возможные уникальные комбинации значений  $PB \geq 1$ , риск травмирования (РТ) и обеспеченность средствами защиты (ОЗ).

Таблица 2

Ранг в соответствии со значениями РТ и ОЗ

Ранг (P)	Значение РТ	Значение ОЗ	Характеристика риска травмирования
1	1	0	Риск травмирования низкий. Работник защищен СИЗ
2	1	1	Риск травмирования низкий. Работник не защищен (не обеспечен) СИЗ
3	2	0	Риск травмирования средний. Работник защищен СИЗ
4	2	1	Риск травмирования средний. Работник не защищен (не обеспечен) СИЗ
5	3	0	Риск травмирования высокий. Работник защищен СИЗ
6	3	1	Риск травмирования высокий. Работник не защищен (не обеспечен) СИЗ

Показатель вредности (ПВ) определяется в баллах в зависимости от классов условий труда, установленных на основе измерения и оценки уровней факторов производственной среды и трудового процесса при специальной оценке рабочих мест. Количество установленных баллов  $v$ , соответствующих классам условий труда.

Показатель ПВ вычисляется по формуле:

$$PB = (B_{\phi} - B_{\partial}) \cdot K_{\partial м}, \quad (8)$$

где  $B_{\phi}$  – сумма баллов для всех факторов на данном рабочем месте, характеризующая фактический уровень условий труда;

$B_{\partial}$  – сумма баллов для всех факторов рабочего места;

$K_{\partial м} = 0,5$  – коэффициент приведения к безразмерному виду, балл.

$$B_{\phi} = \sum_{i=1}^m v_i, \quad (9)$$

где  $v_i$  – вес в баллах, который установлен для каждого производственного фактора в зависимости от класса условий труда.

$$B_{\phi} = 2 \cdot m, \quad (10)$$

где  $m$  – число производственных факторов, присутствующих на данном рабочем месте.

Показатель травматизма зависит от количества случаев получения работниками травм на данном рабочем месте и тяжести последствий травмирования работника и определяется

$$P_T = K_C \cdot K_T, \quad (11)$$

где  $K_C$  – коэффициент, учитывающий количество случаев травматизма на рабочем месте за истекший год;

$K_T$  – коэффициент, учитывающий тяжесть последствий травмирования работников на рабочем месте за истекший год.

Рассмотренная модель является наиболее детально проработанной, учитывает максимальный перечень факторов, оказывающих влияние на безопасность труда и уровень профессионального риска. Однако в качестве существенных недостатков модели необходимо отметить сложность в применении и необходимость привлечения большого количества времени и сил.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. В процессе эксплуатации ЯБП может быть подвергнут аварийным воздействиям и перейти в аварийное состояние. С аварийными ЯБП персоналом АСФ проводятся работы, отличающиеся потенциальной опасностью, что не может исключить риск поражения персонала АСФ. Оценка риска работ с аварийными ЯБП связана с неопределенностью и недостатком достоверных данных. Существующий методический аппарат оценки риска работ в условиях многофакторности и неопределенности возникновения и развития аварийных ситуаций не позволяет использовать оценки риска как количественный показатель опасности проводимых работ с аварийными ЯБП и механизм принятия решений по снижению опасности поражения персонала АСФ. Необходимо при оценке риска работ с аварийными ЯБП учитывать влияние на опасность проведения работ факторов неопределенности.

### Библиографический список

1. О техническом регулировании : Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ.
2. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на ядерно- и радиационно опасные объекты. ПНАЭ Г-05-035-94 / Федеральное агентство по ядерной и радиационной безопасности. – М. : Госатомнадзор России, 1994.
3. Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей : Федеральный закон от 22.08.1995 № 151-ФЗ (ред. от 18.07.2017).
4. Методика оценки качества (эффективности) технических решений повышения безопасности ЯБП и их составных частей на основе комплексной оценки возможного ущерба. – НИЦ БТС, 2003.
5. Хохлов Н. В. Управление риском : учеб. пос. для вузов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239 с.
6. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – М. : Наука, 1981. – 206 с.

7. Шапиро Д. И. Принятие решений в системах организационного управления: использование расплывчатых категорий. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 184 с.
8. Зак Ю. А. Принятие решений в условиях нечетких и размытых данных: Fuzzy-технологии. – М. : ЛИБРОКОМ, 2013. – 352 с.
9. Королев В. Ю., Бенинг В. Е., Шоргин С. Я. Математические основы теории риска. – М. : Физматлит, 2007. – 544 с.
10. Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности. Система Элмери / Ин-т профессионального здравоохранения Финляндии. – 2-е обновл. изд. – Режим доступа: <http://government-nnov.ru/?download=1&id=84476>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус..

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ «НУЛЕВОЙ» ОБРАБОТКИ ТМИ

**Полтавец М. Б.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Ныркова М. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Ненашева И. М.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрен алгоритм «нулевой» обработки в качестве средства восстановления телеметрической информации в случае ее зашумления при передаче по линиям связи, дана оценка целесообразности применения алгоритма в обработке и анализе измерительной информации.

**Ключевые слова:** «нулевая» обработка, система остаточных классов, структурно-алгоритмические преобразования, телеметрическая информация.

Испытания новейших образцов ракетной техники в первую очередь предполагает получение информации о поведении изделия в ходе проведения летного эксперимента. При этом для обеспечения качественного анализа данных датчиковой аппаратуры и системы управления, установленных на изделии, на первый план выходят критерии полноты и качества получаемой телеметрии, высокие показатели которых гарантируют анализаторам сделать наиболее точное заключение о функционировании изделия, соответствии тактико-техническому заданию и характеристикам, заложенным в ходе его проектирования, а также выявления причин нештатных ситуаций, если таковые возникают в ходе испытаний.

В настоящей статье рассмотрен алгоритм методики «нулевой» обработки, основанный на использовании методов помехоустойчивого кодирования данных телеизмерений, представленных в системе остаточных классов (СОК), а также вопрос о целесообразности применения такого инструмента для восстановления искаженной помехами телеметрической информации.

При передаче телеметрической информации по каналам связи всегда существует вероятность того, что часть информации будет зашумлена. Метод кодирования с представлением значений анализируемых телеметрических параметров в системе остаточных классов обладает некоторой корректирующей способностью.

Методика «нулевой» обработки предполагает следующий алгоритм. Первой операцией является дополнительное кодирование значений телеметрируемых параметров на основе их структурно-алгоритмических преобразований (САП) для обнаружения и исправления ошибок телеизмерений.

Далее определяются границы временных интервалов регистрации значений параметра, подвергнутых прямому САП, заключенных между наибольшими соседними значениями абсолютных разностей закодированных данных.



Производится контроль показателей достоверности преобразованной САПТМИ, на основе инвариантов в виде свойств равноостаточности, получающихся при делении преобразованных данных телеметрических параметров, заключенных между границами их графических фрагментов, на величину минимального кодового расстояния. На этом этапе происходит выявление и исправление ошибок на основе отличий значений образов-остатков величин восстанавливаемого параметра, получающихся при делении преобразованных данных  $C_i$  на значение минимального кодового расстояния  $m^{(1)}$  от значения равноостаточности.

Следующая операция заключается в оценивании показателей достоверности восстановления значений параметра после первого этапа обработки на основе алгоритмов адаптивной нелинейной фильтрации (АНФ), после чего принимается решение о повторении цикла вышеуказанных операций кодирования, контроля показателей достоверности ТМИ, обнаружения и исправления оставшихся ошибок при новом этапе САП, обладающем другим  $m^{(2)}$ , отличным от первого варианта  $m^{(1)}$ , значением минимального кодового расстояния:  $m^{(2)} \neq m^{(1)}$ .

Рассмотрим представленный алгоритм более подробно.

Дополнительное кодирование зарегистрированных значений исследуемого параметра на основе их САП для обнаружения и исправления ошибок телеизмерений (прямое преобразование) заключается в перестановке местами младшего и старшего байта значения параметра (рисунок 1).

Результатом является последовательность закодированных значений анализируемого параметра, при этом временная шкала остается без изменений (рис. 2, 3).

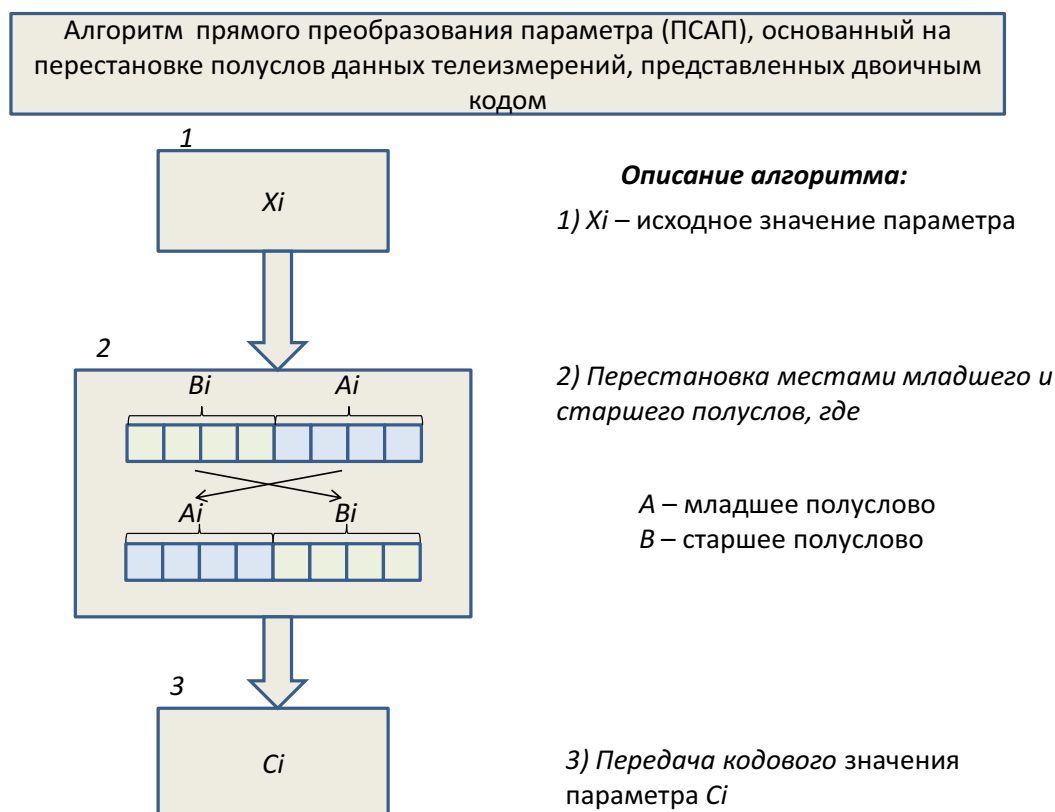


Рис. 1. Структура алгоритма, основанного на перестановке полуслов данных телеизмерений, представленных двоичным кодом

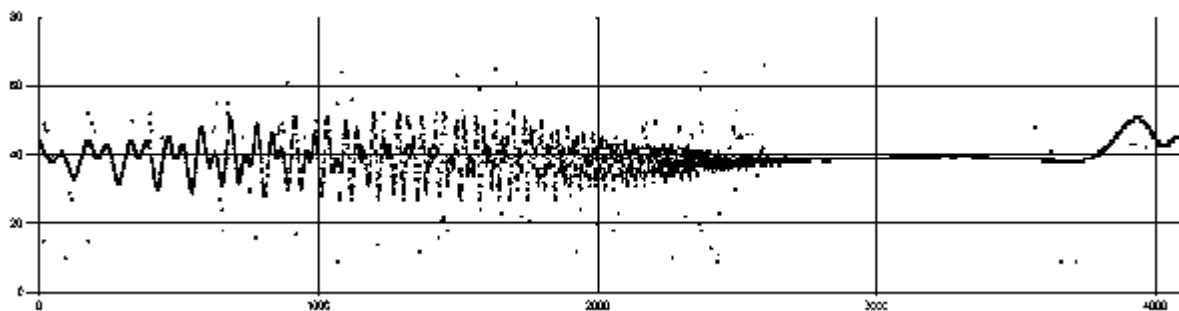


Рис. 2. Исходный параметр, искаженный помехами

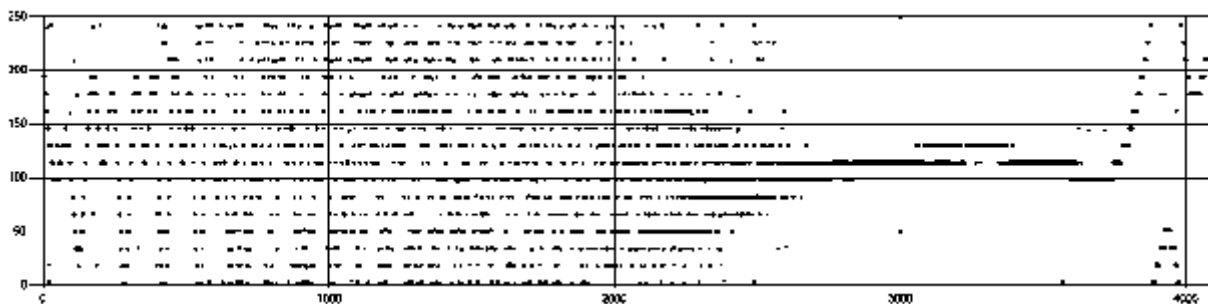


Рис. 3. Результаты прямого структурно-алгоритмического преобразования значения параметра, искаженного помехами

Далее согласно свойству равноостаточности определяются временные интервалы, на которых кодированный параметр заключен между наибольшими соседними значениями абсолютных разностей закодированных данных.

Для этого сначала определяются разрывы 1-го рода среди последовательности зарегистрированных значений параметра  $X_i$ . – вычисляется разность по модулю между последующим  $s_{i+1}$  и текущим  $s_i$  и при превышении значения  $3m$ , где  $m$  – минимальное кодовое расстояние определяется точка разрыва. Группа данных, составляющих каждый из фрагментов, заключенных между разрывами, обладает характерным для неё свойством – *равноостаточность* (рис. 4).

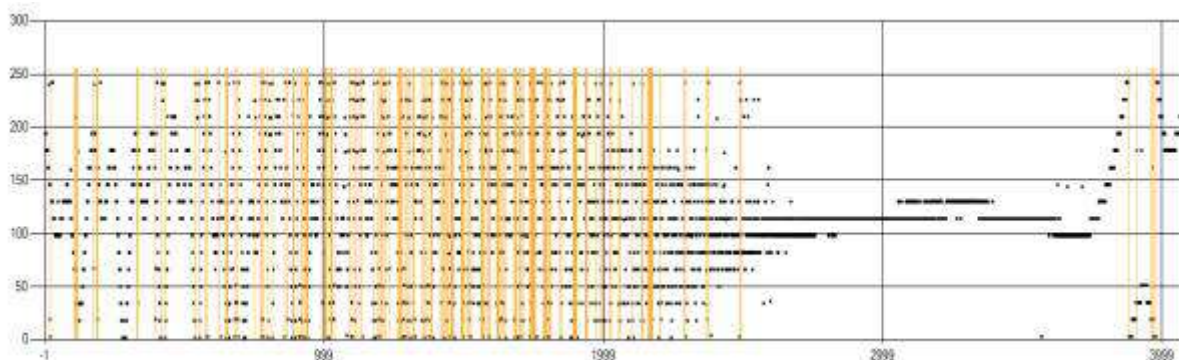


Рис. 4. Разрывы 1-го рода среди последовательности значений параметра  $X_i$

Производится контроль показателей достоверности ТМИ  $f_i$ , получающихся при делении значений параметра, заключенных между границами определенных ранее временных интервалов, на величину минимального кодового расстояния  $m$ .

По результатам контроля выполняется корректировка: определяется наиболее частое повторение значений показателя достоверности  $f_i$  и принятие его за текущее значение  $f_{\text{тек}}$ , все вычисленные значения показателя  $f_i$  заменяются на  $f_{\text{тек}}$ , – и исправление ошибок: вычисляются вспомогательные числа  $a_{i1} = c_{i1} - f_{\text{тек}}$  и определяется ближайшее число, кратное  $mb_{i2} = [\text{НОК}(m)] \cdot a_{i1}$ . Затем производится восстановление значения параметра  $c_i = b_{i2} + f_{\text{тек}}$ .

После проведения данной последовательности операций над всем массивом значений параметра выполняется обратное структурно-алгоритмическое преобразование (перемена местами старшего и младшего байта каждого значения массива  $C$ ), в результате чего получается массив восстановленных значений исходного телеметрического параметра. Блок-схема алгоритма «нулевой» обработки представлена на рисунке 5.

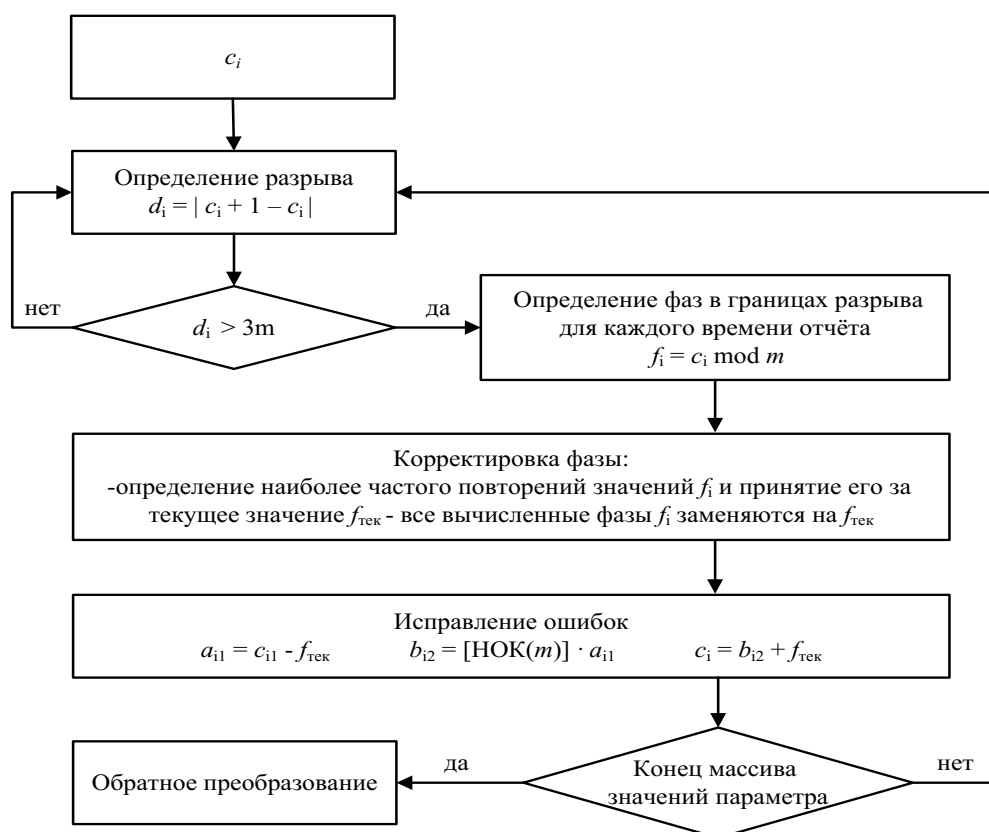


Рис. 5. Алгоритм восстановления ТМИ, искажённой помехами

Описанный алгоритм достаточно эффективен при восстановлении дешифрованной аналоговой телеметрической информации для ее дальнейшего анализа. Однако следует учесть, что существует ряд случаев, в которых применение «нулевой» обработки может привести к искажению исходной информации. В частности, при анализе параметров, получаемых от контактных датчиков, значения которых ограничены набором 0 и 1 («замкнуто» / «разомкнуто»). В условиях зашумленности исходных данных восстановить достоверные значения параметров контактного характера с помощью описанного алгоритма не представляется возможным в виду того, что факт замыкания или размыкания параметра может иметь очень краткий промежуток времени, в течение 1–3-х последовательных значений. И при попадании данного момента срабатывания параметра в зону зашумленности алгоритм не сможет уловить момент смены и возврата к исходному уровню состояния параметра. Аналогичная ситуация будет наблюдаться и в случаях попыток восстановления параметров высокочастотных датчиков.

Существенно влияет на уровень эффективности применения данного алгоритма и уровень зашумленности исходной информации. В этом случае алгоритм «нулевой» обработки и анализ информации должен проводиться исключительно на данных, прошедших «первичную» обработку, т.е. полученных в результате монтирования наиболее качественной информации полученной от разных приемно-регистрирующих устройств, монтажа телеметрии непосредственной передачи и запоминающих устройств с задержкой выдачи в линию передачи данных. Кроме того, для оценки уровня достоверности восстановления анализатор должен обладать определенным опытом и знаниями.

Здесь необходимо заметить, что «нулевая» обработка как таковая является частью этапа анализа ТМИ на уровне функции «время – параметр», который следует за этапом так называемой первичной обработки. Входной информацией первичной обработки является унифицированная кадровая структура и описывающие ее исходные данные, а выходной – дешифрованные параметры в единой временной шкале, которые и идут непосредственно на вход «нулевой» обработки.

Опыт применения существующих приемно-регистрирующих станций и «первичной» обработки регистрируемых ими структур ТМИ показал достаточно слабые внутренние возможности (функции) восстановления кадровой структуры по служебной информации телеметрического сигнала при сбоях синхронизации. В этом смысле включение алгоритмов «нулевой» обработки функционал приемно-регистрирующих станций с преддетекторным анализом телеметрического сигнала, как функции от времени, либо наличие преддетекторной записи участков «неуверенного» приема позволит существенно повысить показатели достоверности телеметрической информации. Таким образом, можно сделать вывод, что восстановление телеметрической информации с помощью «нулевой» обработки для дальнейшего анализа имеет право на существование при соблюдении ряда условий: достаточно низкий уровень «белого шума» в исходной информации, применение алгоритма восстановления только для параметров с относительно равномерным («нервным») характером изменения, исключение данного вида восстановления для контактных, быстроменяющихся параметров, цифровых данных и, безусловно, специалист, обладающий достаточным опытом в области анализа поведения телеметрируемых параметров при проведении летных испытаний.

#### **Библиографический список**

1. Червяков Н. И., Ляхов П. А., Копыткова Л. Б., Гладков А. В. Обработка информации в системе остаточных классов (СОК) : учеб. пос. – Ставрополь : СКФУ, 2016. – С. 225.
2. Горденко Д. В., Павлюк Д. Н., Шапошников Е. В., Кондрашов А. В., Горбачев А. В. Обнаружение ошибок с самоконтролем в модулярной арифметике // Вестник СевКавГТИ. – 2015. – Т. 1, № 1 (20). – С. 202–207.

## О РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКЕ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

**Попова Н. Ю.,**

научный сотрудник,

Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,

г. Балашиха, Московская область,

**Тургенев В. А.,**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,

Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,

г. Балашиха, Московская область

**Аннотация.** Проведен анализ профессиональной деятельности научно-педагогических работников высших учебных заведений. Определены подходы к формированию индивидуальной рейтинговой оценки научно-педагогических работников. Показано, что необходима корректировка рейтинговой оценки путем уточнения форм и видов деятельности научно-педагогических работников и начисления соответствующих баллов за эту деятельность.

**Ключевые слова:** научно-педагогические работники, рейтинговая оценка, рейтинг, научно-образовательная деятельность, балльная система оценки.

В научно-образовательной деятельности высших учебных заведений (вузов) наметилась тенденция на повышение требований к деятельности профессорско-преподавательского и научного составов (научно-педагогических работников) вуза.

Для оценки результативности профессиональной деятельности научно-педагогических работников используется понятие индивидуального рейтинга сотрудника: педагога или научного работника, рассчитываемого на основе результатов его работы за определённый период времени.

Для мониторинга деятельности сотрудников вуза, их сравнительной оценки применяются как ежеквартальные, так и ежегодные индивидуальные рейтинги. Первый из указанных рейтингов имеет ориентирующее (индикативное) значение, а второй непосредственно используется для оперативного управления научно-педагогической деятельностью руководством вуза.

Основными задачами рейтинговой оценки профессиональной деятельности научно-педагогических работников являются:

- повышение уровня объективности информации о процессе и результатах деятельности научно-педагогических работников и качества выполнения должностных и дополнительных обязанностей;
- стимулирование активности, повышение уровня мотивации научно-педагогических работников к профессиональному и личностному росту, развитие их творческой инициативы, улучшение конечных результатов труда.

По результатам рейтинговой оценки может проводиться ранжирование научно-педагогических работников по всем оцениваемым направлениям деятельности за определенный отчётный период.

Результаты проведения рейтинговой оценки научно-педагогических работников могут быть использованы при обосновании величины выплат материального стимулирования научно-педагогических работников вуза, начисляемых во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики», при подведении итогов их деятельности, при выдвижении кандидатов на конкурсы различного уровня, при решении кадровых вопросов и т. п.

К системе рейтингового оценивания предъявляются следующие основные требования:

- простота интерпретации результатов оценивания;
- ориентированность форм отчетности на первичные источники исходных данных;
- охват всех значимых направлений деятельности оцениваемых;
- отсутствие повторений в системе показателей и их непротиворечивость;
- относительность оценок, обеспечивающая возможность сравнения сотрудников различных должностных категорий и подразделений с различной тематической направленностью деятельности;
- максимально возможная достоверность результатов оценивания;
- объективный контроль исходных данных.

По нашему мнению, оценка научно-образовательной деятельности может быть проведена по следующим основным видам деятельности научно-педагогических работников: *служебно-административная, учебная и научная*. Кроме того, следует учитывать исходные базовые данные каждого оцениваемого сотрудника, которые учитывают квалификацию сотрудника и не учитывают результаты его деятельности в отчетном периоде.

Очевидно, что рейтинговую оценку научно-образовательной деятельности целесообразно начать с определения существенных и несущественных направлений деятельности научно-педагогических работников вуза. При этом каждый вуз самостоятельно определяет виды и формы деятельности, относимые к существенным или несущественным направлениям деятельности. В таблице представлены типовые виды и формы деятельности научно-педагогических работников вуза, на основе которых может быть осуществлено их рейтинговое оценивание [1].

Таблица 1

**Типовые виды деятельности научно-педагогических работников**

Вид деятельности	Типовые формы деятельности, необходимые для рейтинговой оценки	
	Существенные формы деятельности	Несущественные формы деятельности
Базовая	<ul style="list-style-type: none"> <li>- кадровая составляющая - должность, ставка;</li> <li>- квалификационная составляющая – наличие учёной степени, учёного звания, почётного звания, стажа;</li> <li>- членство в государственных академиях</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- членство в общественных академиях,</li> <li>- наличие спортивной квалификации и др.</li> </ul>
Служебно-административная	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа от имени вуза в государственных и иных (экспертных, конкурсных, аттестационных и др.) комиссиях и т.п.,</li> <li>- в координационных научно-технических советах, диссертационных советах;</li> <li>- членство в ученых советах вуза (факультета);</li> <li>- поощрения до руководителя вуза включительно;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наставничество (подтвержденное протоколом заседания кафедры);</li> <li>- работа в профкоме, в совете ветеранов вуза;</li> <li>- выполнение обязанностей руководителей сборных команд, спортивных секций и т. п.</li> </ul>

Вид деятельности	Типовые формы деятельности, необходимые для рейтинговой оценки	
	Существенные формы деятельности	Несущественные формы деятельности
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа в составе внешних комиссий по проверке вузов;</li> <li>- работа в составе комиссий в вузе;</li> <li>- работа в составе внешних комиссий; выполнение обязанностей тактического руководителя (куратора) группы студентов;</li> <li>- для руководителей кафедр: достижение кафедрой высоких результатов в учебно-методической или научной работе,</li> <li>- в подготовке научно-педагогических кадров, в совершенствовании учебно-экспериментальной базы вуза по итогам проверок, подведения итогов за учебный (календарный) год; выполнение обязанностей тактического руководителя (куратора) группы студентов;</li> <li>- для руководителей кафедр: достижение кафедрой высоких результатов в учебно-методической или научной работе,</li> <li>- в подготовке научно-педагогических кадров,</li> <li>- в совершенствовании учебной базы вуза по итогам проверок, подведения итогов за учебный (календарный) год</li> </ul>	
Учебная	<ul style="list-style-type: none"> <li>- присуждение премии и (или) медали за образовательную деятельность;</li> <li>- индивидуальное награждение по итогам образовательной деятельности;</li> <li>- проведение плановых занятий с представителями органов управления и (или) в системе профессионально-должностной подготовки структур вуза или вне вуза;</li> <li>- разработка рабочей программы по вновь вводимой учебной дисциплине (модулю, курсу) или внедрение по учебной дисциплине на основе современных информационных технологий электронных учебников, учебных пособий, интерактивной обучающей программы и т.п.;</li> <li>- проведение педагогического эксперимента (при условии получения соответствующего заключения и утверждения его ученым советом вуза или факультета);</li> <li>- получение оценки «отлично» за проведенное учебное занятие по итогам работы системы контроля учебных занятий;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа в редакционных советах и коллегиях периодических изданий вне вуза</li> </ul>

Вид деятельности	Типовые формы деятельности, необходимые для рейтинговой оценки	
	Существенные формы деятельности	Несущественные формы деятельности
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- публикация печатного и (или) электронного учебника (учебного пособия);</li> <li>- подготовка и проведение с обучающимися в соответствии с планом работы вуза (факультета) конференции, олимпиады и т.п.; руководство подготовкой выпускной квалификационной работы, защищённой с оценкой не ниже «хорошо»;</li> <li>- руководство подготовкой курсовой работой (проектом), защищённой с оценкой не ниже «хорошо»;</li> <li>- работа в государственной итоговой аттестации вуза (других вузах);</li> <li>- разработка, создание и модернизация учебной базы вуза (кафедры);</li> <li>- обеспечение качественного проведения учебно-методического сбора вуза или с участием вуза;</li> <li>- присуждение членам возглавляемого факультатива студентов наград по итогам их участия в конгрессно-выставочных мероприятиях, олимпиадах;</li> <li>- участие научного состава в учебно-методической работе вуза (при условии оформления приказом по вузу)</li> </ul>	
Научная	<ul style="list-style-type: none"> <li>- присуждение премии и (или) медали за научную деятельность;</li> <li>- индивидуальное награждение по итогам научной деятельности;</li> <li>- защита диссертации на соискание учёной степени, защита диссертации закреплённым адъюнктом (соискателем), докторантом;</li> <li>- выполнение обязанностей научного руководителя НИР, выполнение обязанностей ответственного исполнителя НИР;</li> <li>- реализация научных результатов;</li> <li>- публикация научно-методического труда, статей, монографий;</li> <li>- проведение экспертизы и (или) подготовка рецензий научно-методических, нормативных, руководящих документов;</li> <li>- разработка руководящих и методических документов для вуза, органов управления исполнительной власти; разработка,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие и количество закреплённых докторантов, аспирантов и соискателей учёных степеней (для научных руководителей, консультантов);</li> <li>- присуждение научной школе, в которой состоит оцениваемое лицо гранта или других знаков признания;</li> <li>- начало экспертизы по существу заявки на патент;</li> <li>- самостоятельная разработка экспериментальных установок в интересах базы научных исследований вуза</li> </ul>



Вид деятельности	Типовые формы деятельности, необходимые для рейтинговой оценки	
	Существенные формы деятельности	Несущественные формы деятельности
	создание и модернизация базы научных исследований по тематике вуза; - оппонирование или экспертиза (отзыв на автореферат) материалов диссертаций на соискание учёных степеней; - выступление с докладом на научно-технической конференции, семинаре по материалам исследований во внешних организациях; - обеспечение качественного проведения научной конференции, конгрессно-выставочных мероприятий вуза (с участием вуза); - получение положительного решения о выдаче патента	

По каждому элементу типовых форм видов деятельности работника экспертным путем устанавливается перечень оцениваемых результатов с присвоением каждому результату определенного балла. Интегральный рейтинг сотрудника зависит от полученных значений всех результатов служебно-административной, учебной и научной деятельности, например, от качества и количества проведенных занятий, общего количества написанных научных статей, монографий, разработанных нормативных документов и т. п.

Если обозначить  $\rho$  – накопленный (интегральный) рейтинг научно-педагогического работника за некоторое время, например, квартал или год, а  $R$  – его рейтинг в отчетном периоде, то очевидно, что должно быть

$$R = \Delta\rho. \quad (1)$$

Если, кроме этого, дополнительно предположить, что функция, определяющая зависимость интегрального рейтинга  $\rho$  от накопленных значений частных результатов деятельности, например, от общего количества написанных научных статей, монографий и т.п., приближенно может быть представлена первыми слагаемыми рядом Тейлора (для этого нужно дополнительно считать, что указанные факторы могут рассматриваться, как квазинепрерывные), то

$$R = \Delta\rho = \sum b_j \times z_j, \quad (2)$$

где  $b_j$  – значимость (балл)  $j$ -го результата деятельности работника;

$z_j$  – зафиксированное количество  $j$ -х результатов деятельности работника в рассматриваемом отчетном периоде.

В (2) суммирование производится по всем направлениям деятельности, учитываемых в системе рейтинговых оценок. При этом допускаются различные масштабы измерения  $b_j$  и  $z_j$ . Например, можно в качестве масштаба для измерения  $b_j$  выбрать какой-то определенный результат деятельности, например, опубликование научной статьи в журнале, входящем в перечень ВАК.

По результатам деятельности работника определяется текущая сумма баллов. После этого находится сумма базовых и текущих баллов, которая и определяет его рейтинг.

Недостаток данного метода заключается в известном субъективизме балльных оценок, а также в том, что при большом количестве показателей каждый из них занимает относительно небольшой удельный вес в общей сумме баллов. Но поскольку часто важны не абсолютные, а относительные значения рейтингов, то привязка к конкретным масштабам – несущественна; важно, чтобы выдерживались относительные значения значимостей (баллов). И для наглядности также желательно, чтобы значения рейтингов были не очень большими и не очень малыми – тогда результаты рейтингования будут лучше восприниматься.

Важно отметить следующие особенности выражения (1). Во-первых, в **R** отсутствует аддитивная постоянная. Другими словами, если все результаты деятельности работника в отчётный период – нулевые, то его рейтинг также должен быть равен нулю.

Во-вторых, при формировании рейтинга нужно предотвратить так называемый многократный счёт. Иначе результаты будут искажены. Например, если 3 работника некоторого подразделения опубликовали в соавторстве 1 монографию, то в индивидуальных рейтингах этих работников общий начисляемый балл за указанный результат должен быть разделён между ними. Иначе говоря, нельзя искусственно завышать индивидуальные рейтинги.

В-третьих, нельзя вводить дополнительные ограничения и для неоправданного занижения результатов деятельности. Например, если работником завоёвано индивидуальное призовое место в конкурсе, то совершенно неважно, на какую ставку оформлен этот сотрудник – 1/4, 1/2 или 1 (полная ставка). Достигнутый результат уже однозначно оценён, и поэтому для его учёта не следует вводить дополнительные дисконтирующие поправки в рейтинге типа умножения начисленного балла на величину ставки работника.

#### **Библиографический список**

1. Тургенев В. А., Фомин А. Н. К вопросу о рейтинговой оценке научно-педагогических работников // Гуманитарный вестник. – 2017. – № 1 (9). – С. 149–156.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЫХОДА РАКЕТЫ ИЗ ТРАНСПОРТНО-ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАЛЬНОМЕРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ УГЛОВОЙ СХЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ

**Потоцкий С. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Ветюгов В. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** В статье изложены существующие проблемы получения и обработки информации. Приведена методика определения параметров выхода ракеты из транспортно-пусковой установки с использованием дальномерно-пространственной угловой схемы наблюдения.

**Ключевые слова:** скорость выхода ракеты, измерительная информация, оптические средства.

Среди всего объема измерительных данных, регистрируемых в процессе летных испытаний, особое место занимают траекторные измерения, задачей которых являются измерения на определенных участках траектории на старте и финише требуемых параметров с заданными точностями. Старт это расстояние, скорость, ускорение, время и финиш высота, координаты X, Y, Z к получению которых привлекаются БНАП (бортовая навигационная аппаратура приема), РЛС (радио-локационная станция) и оптические средства измерений. При этом как показывает практика БНАП и РЛС имеют низкую точность, при невозможности получения информации через плазму, а оптические средства измерений нашли широкое применение. Их отличает достаточная точность измерений наряду с фиксацией и регистрацией соответствующих полету физических эффектов.

Основное условие получения траекторных измерений оптическим средством – это условие наблюдения объекта испытания, регистрация его изображения в поле зрения видеокамеры. Проблемным вопросом является захват объекта в поле зрения и его дальнейшее сопровождение, на старте – в виду динамических перемещений объектов испытания и на конечных участках – в виду неопределенности прихода объекта испытаний в область точки прицеливания по времени и в пространстве (до 10–100 м). Следовательно, для проведения измерений в таких условиях предпочтения отданы оптическим системам патрульного типа, захватывающие большие области наблюдения в пространстве.

Задача не решается только получением измерительной информации с применением широкоугольных оптических средств, для оценки параметров траектории необходимо провести её анализ и обработку.

Научно-методическое обеспечение обработки и анализа измерительной информации, наследуя опыт прошедших десятилетий, не в полной мере соответствует предъявляемым требованиям, и имеет существенные недостатки это:

- низкий уровень использования получаемых объемов измерительных данных, обусловленный устаревшими методами обработки;

- высокий уровень вносимых искажений при обработке первичных измерительных данных, практическая подмена результатов измерений их результатами математических преобразований;
- используемые математические модели не обладают свойствами инвариантности к изменениям условий функционирования, практически не применимы при анализе аварийных и нештатных ситуаций [3].

Возникает потребность в разрешении указанного противоречия, это связано с совершенствованием научно-методического обеспечения, что обуславливает актуальность диссертационного исследования, заключающегося в разработке нового научно-методического обеспечения для определения параметров траектории полета объектов испытаний, получаемых по результатам измерений широкоугольных оптических средств на старте и в необорудованных районах [2].

Для разрешения данной проблемы рассмотрим вариант на примере выхода ракеты из транспортно-пусковой установки (ТПУ), осуществляющейся двумя основными способами:

1 способ – ракета из ТПУ выбрасывается катапультной на определенную высоту, при достижении которой система разворота ориентирует продольную ось ракеты под требуемым углом к горизонтальной плоскости и запускается двигательная установка;

2 способ – ракета запускается с направляющих ТПУ при достижении двигательной установкой требуемой тяги.

Во избежание повреждения ТПУ начальная скорость бросания  $V_0$  должна быть не меньше заданной. В связи с этим при летных испытаниях образцов ВВТ определению начальной скорости выброса из ТПУ придается особое значение.

Движение ракеты при выбросе из ТПУ будем рассматривать как поступательное движение твердого тела под действием постоянной силы  $\vec{F}$  [1,5]:

$$\frac{d}{dt}(m\vec{V}) = \vec{F} = \text{const}, \quad (1)$$

$$m\vec{V} = \vec{F}t + m\vec{V}_0, \quad (2)$$

где  $m\vec{V}_0$  – количество движения тела в начальный момент времени  $t = 0$ ;

скорость  $\vec{V}$  – векторная величина, равная первой производной по времени от радиуса вектора  $\vec{S}$  центра масс ракеты.

$$\vec{V} = \frac{d\vec{S}}{dt}. \quad (3)$$

Модуль скорости  $V$  численно равен первой производной от длины пути по времени:

$$V = \frac{dS}{dt}. \quad (4)$$

или переходя к пределам:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}. \quad (5)$$

Длина пути пройденного центром масс ракеты за промежуток времени  $\Delta t_i$  согласно дальностно-пространственно-угловой модели равна:

$$S_{и_i} = \sqrt{D_{ПУ}^2 + D_{Pi}^2 - 2D_{ПУ}D_{Pi}\cos\theta_i}, \quad (6)$$

где  $S_{и_i}$  – расстояние между верхним срезом пусковой установки (ПУ) и, например, центром масс ракеты на моменты времени  $t_i$ ;

$D_{\text{ПУ}}$  – расстояние от измерительного поста до верхнего среза пусковой установки;

$D_{\text{Рi}}$  – расстояние от измерительного поста до центра масс ракеты;

$\theta$  – пространственный угол образованный визирными линиями с точки стояния измерительного поста на верхний срез ПУ и центр масс ракеты.

$D_{\text{Рi}}$  определяется по формуле:

$$D_{\text{Рi}} = \frac{L_{\text{Р}}}{l_{\text{ИРi}}} R_{\text{СРi}}, \quad (7)$$

где  $L_{\text{Р}}$  – длина ракеты;

$$l_{\text{ИРi}} = \sqrt{(x_{\text{Нi}} - x_{\text{Хi}})^2 - (y_{\text{Нi}} - y_{\text{Хi}})^2};$$

где  $x_{\text{Нi}}, y_{\text{Нi}}$  – картинные координаты среза головного обтекателя ракеты;

$x_{\text{Хi}}, y_{\text{Хi}}$  – картинные координаты нижней части среза ракеты;

$$R_{\text{СРi}} = \sqrt{x_{\text{СРi}}^2 + y_{\text{СРi}}^2 + F^2};$$

где  $x_{\text{СРi}} = x_{\text{Нi}}(1 - K) + x_{\text{Хi}}K$ ,

$y_{\text{СРi}} = y_{\text{Нi}}(1 - K) + y_{\text{Хi}}K$  – картинные координаты центра тяжести ракеты;

$K = \frac{L_{\text{Р}} - L_{\text{ЦТ}}}{L_{\text{Р}}}$  – коэффициент;

$L_{\text{ЦТ}}$  – расстояние от среза головного обтекателя до центра тяжести ракеты.

Для определения начальной скорости бросания ракеты делаем следующие допущения:

- на ракету действует постоянная сила  $F$ , которая представляет собой силу тяжести  $\vec{P}_F$  (при выбросе ракеты из катапульты) или силу тяги двигательной установки  $\vec{P}_{\text{ДВ}}$  (при запуске ракеты с направляющих пусковой установки);
- силой трения при движении по направляющим пусковой установки и силой лобового сопротивления пренебрегаем;
- двигатели разворота ракеты поворачивают ракету вокруг центра масс и дополнительной тяги не создают.

Уравнение (2) можно представить в виде [4]:

$$m\vec{V} = m\vec{W}t + m\vec{V}_0$$

или

$$\vec{V} = \vec{W}t + \vec{V}_0. \quad (8)$$

Модуль скорости на момент времени  $t_i$  можно записать

$$V_i = Wt_i + V_0. \quad (9)$$

где  $W$  – модуль ускорения ракеты.

Измеренным параметром на момент времени  $t_i$  является расстояние  $S_{\text{Иi}}$ , которое определяется по формуле (6). Расчетная величина  $S_{\text{Рi}}$  определяется по формуле (10):

$$S_{\text{Рi}} = V_0 t_i + \frac{W t_i^2}{2}. \quad (10)$$

Искомыми параметрами являются модуль ускорения  $W$  и начальная скорость бросания  $V_0$ .

Вычисление вектора оцениваемых поправок к начальным значениям  $W$  и  $V_0$  и их СКО производится методом наименьших квадратов по формулам (11):

$$\left. \begin{aligned} [\hat{\lambda}] &= [C]^{-1}[\Phi]^T[P][H] \\ [C] &= [\Phi]^T[P][\Phi] \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

[H]– вектор-столбец ошибок измерений. Он формируется по формуле (12):

$$[H] = \begin{bmatrix} S_{n_1} - S_{p_1} \\ S_{n_2} - S_{p_2} \\ \dots \\ S_{n_i} - S_{p_i} \\ \dots \\ S_{n_N} - S_{p_N} \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Матрица функций влияния (частных производных) формируется по формуле (13):

$$[\Phi] = \begin{bmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} \\ \dots & \dots \\ \varphi_{i1} & \varphi_{i2} \\ \dots & \dots \\ \varphi_{N1} & \varphi_{N1} \end{bmatrix}, \quad (13)$$

где

$$\varphi_{i1} = \frac{\partial v_i}{\partial W}, \quad \varphi_{i2} = \frac{\partial v_i}{\partial V_0}.$$

Матрица весов формируется по формулам (14), (15):

$$[P] = \begin{bmatrix} P_{11} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_{22} & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & P_{ii} & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & P_{NN} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

$$P_{ii} = \frac{1}{(S_{n_i} - S_{p_i})^2}. \quad (15)$$

Вычисление начальных значений  $W_H$  и  $V_{H0}$  для параметров  $W$  и  $V_0$  на момент времени середины интервала  $t_i = t_{S_i} + \frac{t_{S_{(i+1)}} - t_{S_i}}{2}$  производится по формулам (16), (17):

$$W_H = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n-2}; \quad (16)$$

$$V_{H0} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{0i}}{n-2}, \quad (17)$$

где  $n$  – число видеок кадров, взятых в обработку.

$W_i$  и  $V_{0i}$  определяются по формулам (2.112), (2.113):

$$W_i = \frac{S_{i+1}t_i - S_i t_{i+1}}{0,5(t_i t_{i+1}^2 - t_{i+1} t_i^2)}; \quad (18)$$

$$V_{0i} = \frac{S_i t_{i+1}^2 - S_{i+1} t_i^2}{0,5(t_i t_{i+1}^2 - t_{i+1} t_i^2)}. \quad (19)$$

Вычисленные значения поправок  $\hat{\lambda}_1, \hat{\lambda}_2$  прибавляются к значениям начальных условий параметров:

$$W = W + \hat{\lambda}_1,$$

$$V_0 = V_0 + \hat{\lambda}_2.$$

Определение параметров  $W$  и  $V_0$  и поправок к ним производится несколькими сближениями, пока разность расчетных скоростей  $\Delta V_p$  в текущем и предыдущем сближениях на интервале полетного времени 0,02 с не станет менее 0,5 м/с.

$$\Delta V_p = V_{p_k} - V_{p_{k-1}} \leq 0,5;$$

где  $V_{p_k} = W_k \times \Delta t + V_{0_k}$  – расчетная скорость в  $k$ -ом сближении;

$W_k, V_{0_k}$  – значения ускорения и начальная скорость бросания определенные в  $k$ -ом сближении ( $k = 1, 2, \dots 5$ ).

Оценки параметров  $\hat{\lambda}$  определяются по формуле (20):

$$\sigma_{\lambda} = \hat{\sigma}_0 \sigma_{\hat{\lambda}}. \quad (20)$$

где  $\hat{\sigma}_0$  – эталонного измерения, определяется по формуле (21):

$$\hat{\sigma}_0 = \sqrt{\frac{[H]^T [P] [H] - [H]^T [P] [\Phi] [\hat{\lambda}]}{n - 2}}. \quad (21)$$

где:  $[H]$  – вектор-столбец ошибок измерений;

$[P]$  – матрица весов;

$[\Phi]$  – матрица функций влияния (частных производных).

Разработанная методика пространственно-углового определения взаимного положения объектов на стартовом участке позволяет определить скорость выхода ракеты из пусковой установки по измерениям одного измерительного поста без использования опорных ориентиров, а именно не требует определение традиционных углов внешнего ориентирования снимка (азимута, угла места и угла наклона снимка).

### Библиографический список

1. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и основы математической теории обработки наблюдений. – М. : Гос. изд-во физико-математической литературы, 1962. – 352 с.
2. Пат. 2324199 РФ. Электронно-цифровое устройство измерения угловых координат быстро движущихся объектов / А. П. Манин, В. В. Васильев, В. А. Маларев, В. П. Орловский. – 10.05.2008. – Бюл. ФИПС № 13, 2008.
3. Потоцкий С. В., Кравченко А. В., Мухин А. В., Екимова М. Ю. Методика планирования сеанса измерений в районах боевых полей // Известия ТулГУ. – 2019. – Вып. 3. – С. 171–177.
4. Щукин А. Н. Теория вероятностей и ее применение в инженерно-технических расчетах. – М. : Советское радио, 1974. – 136 с.
5. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Справочник по физике: для инженеров и студентов вузов. – М., 1971. – 940 с.

## К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РК СН И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Рамазанов М. А.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье приводятся основные мероприятия, проводимые на полигоне, при проведении испытаний ракетных комплексов стратегического назначения (РК СН). Рассматриваются организационные и технические меры по обеспечению безопасности и условия безопасности при проведении испытательных работ (ИР). С целью исключения аварийности и травматизма личного состава (л/с) при испытаниях и эксплуатации вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) выявлены проблемы и предложены пути их решения, в том числе и при возникновении нештатной (аварийной ситуации) в полете ракетносителя (РН).

**Ключевые слова:** испытания, система аварийного подрыва ракеты (АПР), РК СН, исследовательский ракетный комплекс (ИРК), отделяющиеся части ракеты (ОЧР), требования безопасности (ТБ), ВВСТ.

На 4 Государственном центральном межвидовом полигоне Министерства обороны Российской Федерации (4 ГЦМП МО РФ) проводятся:

- испытания ВВСТ в интересах Ракетных войск стратегического назначения (РВСН), Воздушно-космических Сил (ВКС), Военно-морского Флота (ВМФ), Сухопутных войск (СВ);
- обеспечение тактических учений с боевой стрельбой соединений и частей ракетных войск и войсковой ПВО по планам боевой подготовки СВ во взаимодействии с учебными центрами боевого применения войсковой ПВО и ракетных войск, дислоцированными в позиционном районе полигона;
- начальные боевые стрельбы и показ ВВСТ иностранным делегациям.

В зависимости от степени важности и ответственности решаемых задач ИР, проводимые на полигоне, подразделяются на ИР первого, второго и третьего уровня. Запуски космических аппаратов и пуски ракет СН относятся к работам первого уровня.

Ответственность за обеспечение безопасности при подготовке и проведении ИР возлагается на начальника полигона [1].

Мероприятия по обеспечению безопасности работ на полигоне проводятся с целью обеспечения личной безопасности участников испытаний, предупреждения аварийности и травматизма при эксплуатации ВВСТ.

ТБ при подготовке и проведении пусков РН подразделяются на:

- ТБ на поверхности земли и в воздушном пространстве в районе стартовой позиции (СП), трассы полета (пространственная безопасность);
- ТБ на технической позиции (ТП), СП при работе с объектами испытаний (их транспортировании) и на технологическом оборудовании (технологическая безопасность).



Пространственная безопасность обеспечивается определением границ (секторов) опасных зон на СП, в полете, на боевых (испытательных) полях.

Границы определяет полигон на основании представленных опасных зон конструктором образца ВВСТ до начала работ. Полигоном проводится оценка размера и характера опасных зон с точки зрения обеспечения безопасных условий работы на территории полигона и в районах боевых (испытательных) полей. В случае невозможности их обеспечения полигон уведомляет главного конструктора о необходимости принятия дополнительных ТБ (конструктивной доработки изделия) для обеспечения безопасных условий работ.

На основе определенных опасных зон, полигон разрабатывает организационные меры:

- проведение облета (объезда) боевых полей, эвакуация населения из опасных зон;
- разработка планов (графиков) пооперационной эвакуации с СП;
- разработка списков лиц, остающихся в опасных зонах;
- введение временных режимов полетов (ВРП);
- наблюдение за воздушным пространством и т. д.

Районы опасных зон не должны выходить за пределы отчужденной территории полигона и арендуемых у Республики Казахстан согласно принятых и ратифицированных межправительственных соглашений.

Работы по поиску ОЧР (конструкции отработавших двигательных установок, головной обтекатель, переходные отсеки и СБО) проводятся группами поиска, назначенными приказанием начальника штаба полигона. Группы поиска в своей работе руководствуются методиками (инструкциями) обработки боевого поля при проведении поисковых работ.

Ответственность за соблюдение ТБ л/с группы поиска ОЧР, их эвакуацию с боевого поля и утилизацию возлагается на начальника группы поиска. Группа поиска обязана принимать необходимые меры по предотвращению степных пожаров в районах падения ОЧР.

Технологическая безопасность обеспечивается строгим выполнением требований уставных, распорядительных и эксплуатационных документов (на каждый агрегат, систему и комплекс в целом) с учетом наличия характерных для данного комплекса опасных и вредных эксплуатационных факторов.

На проведение любых работ назначается руководитель работ, который является начальником для всего л/с, участвующего в работах, и несет персональную ответственность за безопасное выполнение работ и соблюдение личным составом технологии испытаний, установленных ТБ. Л/с при проведении работ обязан неукоснительно соблюдать установленные ТБ, все операции выполнять только по команде руководителя работ. Срочность выполнения работ и другие причины не могут служить основанием для нарушения технологии испытаний, установленных ТБ и нарушений режима секретности [1].

Командиры и начальники всех степеней, руководители работ, лица, назначенные для контроля безопасности выполнения технологических операций, обязаны пресекать любые попытки нарушения технологии испытаний, ТБ, несанкционированные действия л/с при выполнении работ, запрещать (останавливать) работы, проводимые с нарушением ТБ.

До начала работ должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия, определенные техническим заданием. Все работы должны начинаться с проверки наличия и правильности оформления удостоверений на право самостоятельной работы, постановки задачи и инструктажа номеров расчетов, работоспособности средств связи и сигнализации, систем водоснабжения, вентиляции, освещения, пожаротушения [2].

Районы проведения работ, связанные с опасностью для л/с (пуск ракет), делятся на зоны. Количество и размеры зон района проведения опасных работ устанавливаются начальником полигона в зависимости от особенностей комплекса (системы), вида работ и местных условий, и определяются в методических рекомендациях по работе в опасных зонах.

Для контроля нахождения л/с в зонах проведения работ вводятся нарукавные повязки (повременной контроль) и жетоны (пооперационный контроль). Повязки делаются разных цветов в зависимости от времени эвакуации номера испытательного расчета из опасной зоны.

Номер жетона во все зоны и сооружения должен соответствовать номеру испытательного расчета. Нахождение номера расчета в зоне или сооружении определяется положением жетона на табло учета л/с, находящегося в сооружении (зоне).

На объектах, расположенных в опасной зоне, должно находиться только минимально необходимое количество л/с испытательного расчета и дежурной смены, которые должны быть проинструктированы руководителем работ по действиям при возможных аварийных ситуациях.

Основные проблемы обеспечения безопасности при проведении испытаний на 4 ГЦМП МО РФ связаны с эксплуатацией ИРК «Тополь-Э». Он предназначен для отработки СБО, разработан на базе снимаемого с дежурства РК «Тополь» и принят на снабжение полигонов в 2008 г. В составе комплекса используются межконтинентальные баллистические ракеты (МБР) Ж58, доработанные АО «Воткинский завод». Используемые в составе ИРК «Тополь-Э» МБР Ж58 выработали практически трехкратный гарантийный ресурс, как следствие, за последний пятилетний период эксплуатации ИРК аварийность при проведении пусков значительно возросла. Немалую роль в проблеме обеспечения безопасности играют специфические особенности испытательной трассы, которые заключаются в том, что ТП и СП находятся на территории РФ, а боевые (испытательные) поля, необходимые для приема ОЧР и трасса полета – на территории Республики Казахстан. Эти особенности требуют принятия беспрецедентных мер по обеспечению безопасности при возникновении аварийной ситуации.

С этой целью разработаны методические рекомендации [3], которые определяют типовой порядок действий должностных лиц полигона при подготовке и проведении испытаний, основные организационно-технические мероприятия по обеспечению безопасного проведения испытаний и ликвидации последствий аварийного пуска. Суть проводимых мероприятий при возникновении аварийной ситуации заключается в следующем:

- руководитель группы экспресс-анализа докладывает руководителю работ о возникновении аварийной ситуации в полете;
- группа экспресс-анализа по результатам анализа телеметрической информации определяет время прохождения команды «авария»;
- группа экспресс-анализа определяет геодезические координаты мест падения фрагментов РН с использованием расчетной аварийной трассы при штатном срабатывании системы АПР, с представлением доклада руководителю работ;
- группа экспресс-анализа, уточняет координаты мест падения ОЧР (фрагментов), полученных по оперативным данным полигонного измерительного комплекса (ПИК) с представлением доклада руководителю работ.

По указанию руководителя работ, должностные лица полигона организуют поиск ОЧР (фрагментов), доставку представителей промышленности к местам падения с целью их идентификации и оповещают соответствующие органы Республики Казахстан о возникновении аварийной ситуации в случае выхода фрагментов РН за границы боевых полей. При обнаружении фрагментов, группа поиска

осуществляет охрану, маскировку геодезическую привязку мест падения, принимают необходимые меры по предотвращению степных пожаров в районах падения остатков ракет и утилизацию фрагментов.

При нештатном срабатывании (или несрабатывании) АПР, алгоритм проводимых мероприятий существенно не меняется, за исключением того, что координаты мест падения фрагментов РН определяются только по получению траекторной измерительной информации средствами объективного контроля ПИК путем решения задачи прогноза. [3].

В качестве основных сил, действующий на объект при полёте в атмосфере, рассматриваются: аэродинамическая сила лобового сопротивления, сила притяжения Земли и силы инерции, вызванные вращением Земли. Прогноз точек падения при нештатном срабатывании системы АПР и уточненный при штатном определяется интегрированием дифференциальных уравнений, описывающих движение центра масс объекта в геоцентрической гринвичской системе координат (СК), которые имеют следующий вид:

$$\dot{\mathbf{R}} = \mathbf{V}, \quad \dot{\mathbf{V}} = \mathbf{g}(\mathbf{R}) - 2\boldsymbol{\omega}_3 * \mathbf{V} + \mathbf{A}(\mathbf{R}, \mathbf{V}) \mathbf{J}_{\text{вн}},$$

где

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}; \quad \mathbf{V} = \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix}; \quad \mathbf{g}(\mathbf{R}) = \begin{pmatrix} g_x \\ g_y \\ g_z \end{pmatrix};$$

$$g_x = -\frac{1}{|\mathbf{R}|} * (g_r x - g_m \frac{xz}{r_1}); \quad g_y = -\frac{1}{|\mathbf{R}|} * (g_r y - g_m \frac{yz}{r_1}); \quad g_z = -\frac{1}{|\mathbf{R}|} * (g_r z + g_m r_1);$$

$$g_r = \frac{b_0}{r^2} - \frac{3b_2}{2r^4} (3\text{Sin}^2\varphi - 1) + \frac{5b_4}{8r^6} (35\text{Sin}^4\varphi - 30\text{Sin}^2\varphi + 3) - \frac{\omega_3^2 r_1^2}{r};$$

$$g_m = \text{Sin}\varphi \text{Cos}\varphi \left[ \frac{3b_2}{r^4} - \frac{5b_4}{2r^6} (7\text{Sin}^2\varphi - 3) \right] + \frac{\omega_3^2 z r_1}{r};$$

где  $g_r$  – радиальная составляющая, направленная по линии радиус-вектора к центру Земли,  
 $g_m$  – меридиональная составляющая, перпендикулярная радиус-вектору и лежащая в плоскости меридиана соответственно.

$$\text{Sin}\varphi = \frac{z}{r}; \quad \text{Cos}\varphi = \frac{r_1}{r}; \quad r_1 = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad r = |\mathbf{R}|.$$

$A^T(\mathbf{R}, \mathbf{V})$  – матрица перехода между скоростной СК и центральной СК:

$$A^T(\mathbf{R}, \mathbf{V}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \text{ элементы которой задаются формулами:}$$

$$a_{11} = V_x/V; \quad a_{12} = V_y/V; \quad a_{13} = V_z/V;$$

$$a_{21} = a_{32} a_{13} - a_{33} a_{12}; \quad a_{22} = a_{33} a_{11} - a_{31} a_{13}; \quad a_{23} = a_{31} a_{12} - a_{32} a_{11};$$

$$a_{31} = (a_{12}z - a_{13}y)/c; \quad a_{32} = (a_{13}x - a_{11}z)/c; \quad a_{33} = (a_{11}y - a_{12}x)/c;$$

$$c = \sqrt{(a_{12}z - a_{13}y)^2 + (a_{13}x - a_{11}z)^2 + (a_{11}y - a_{12}x)^2};$$

$$\text{Угол наклона траектории: } \theta = \arctg \left| \frac{V_y}{\sqrt{V_x^2 + V_z^2}} \right|.$$

Вектор ускорения центра масс, обусловленный действием внешних аэродинамических сил  $J_{вн}$  в проекциях на оси скоростной СК, определяется формулами:

$$J_{вн,x} = g * q \frac{S_{MT}}{G_T} C_x(M); J_{вн,y} = 0; J_{вн,z} = 0,$$

где  $q = 0,7\rho M^2$  – скоростной напор;  
 $G_T$  – текущий вес объекта;  
 $S_{MT}$  – текущая площадь миделя;  
 $C_x$  – коэффициент силы лобового сопротивления.  
 Число Маха:

$$M = \frac{|V|}{20.046796\sqrt{T}}; g = g_c \left( \frac{r}{r+h} \right)^2,$$

где  $g_c$  – ускорение свободного падения = 9,80665 м/с<sup>2</sup>;  
 $h$  – геометрическая высота;  
 $r = 6356767$  м – условный радиус Земли, при котором  $g_c$  и вертикальный градиент ускорения на среднем уровне моря наиболее близки к истинным на широте 45° 32' 33".

Текущая высота над общим земным эллипсоидом:

$$h = r \left[ 1 - \frac{a}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2 / (1 - \alpha^2)}} \right].$$

При штатном срабатывании системы АПР точность прогноза координат падения фрагментов РН определяется с приемлемой точностью, так как состав конструкций известен, вследствие чего весовые характеристики объектов определяются с учетом фактических весов отдельных элементов конструкции и веса выгоревшего топлива. При нештатном срабатывании системы АПР для определения весовых характеристик и коэффициента силы лобового сопротивления для каждого фрагмента РН требуется проведение дополнительного анализа всей имеющейся информации (телеметрической, внешнетраекторной, видео и др.). Точность прогноза при этом существенно снижается [4].

Кардинальной мерой снижения аварийности РН в полете и повышение безопасности при проведении испытаний СБО является разработка нового ИРК с последующим принятием его на снабжение полигонов после завершения испытаний. Работы в этом направлении ведутся, по результатам которых создается ИРК нового поколения на базе РН Ж55, снимаемых с боевого дежурства. Принятие на снабжение полигонов, разрабатываемого ИРК в полной мере обеспечит достаточный уровень безопасности работ при проведении испытаний СБО.

### Библиографический список

1. Каракаев С. В. и др. Положение об организации и проведении ИР на 4 ГЦМП МО РФ. – М. : 4 ГЦМП МО РФ, 2014. – 165 с;
2. Каракаев С. В. и др. Руководство по организации и обеспечению безопасной эксплуатации ВВСТ в РВСН (РБЭ-2015). – М. : 4 ГЦМП МО РФ, 2015. – 126 с;
3. Каракаев С. В. и др. Методические рекомендации по порядку подготовки и проведения пусков СБО с использованием ИРК на 4 ГЦМП МО РФ. – М. : 4 ГЦМП МО РФ, 2019. – 36 с;
4. Заборовский В. И. и др. Методика определения атмосферного рассеивания СБО ракет. – М. : 4 ГЦМП МО РФ, 2002. – 15 с.

## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ НАУЧНЫХ КАДРОВ В ГРАЖДАНСКИХ ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Руф Р. А.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной статье приведены требования для поступления в аспирантуру и адъюнктуру. Рассмотрены проблемы, с которыми военнослужащие сталкиваются при поступлении в адъюнктуру и причины, по которым военнослужащие не могут обучаться в аспирантуре.

**Ключевые слова:** адъюнктура, аспирантура, правила приёма, высококлассных специалистов.

Мы живем в эпоху динамичного развития науки и техники, основой которого, конечно же, выступает образование. В современных условиях проходит переход Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) на новый качественный уровень, соответствующий инновациям в военном деле, поддержанию их способности в любых условиях военно-политической и стратегической обстановок гарантировать стабильное развитие страны. В настоящее время растет необходимость подготовки высококлассных специалистов, профессионалов военного дела.

Проблемы, вынесенные на обсуждение в данной статье, актуальны не только для ВС РФ, но и для системы образования в целом.

Одной из задач строительства ВС РФ является наращивание эффективности системы подготовки военных научных кадров.

Одной из основных форм подготовки научных и научно-педагогических кадров в высших учебных заведениях (ВУЗ) и научно-исследовательских учреждениях (НИУ) ВС РФ является адъюнктура.

В качестве кандидатов на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре рассматриваются офицеры:

- имеющие образование не ниже высшего (квалификации специалитет или магистратура) и военно-учетные специальности, соответствующие профилю подготовки в ВУЗе;
- имеющие опыт практической работы на офицерских должностях, положительно зарекомендовавшие себя по службе, с которыми может быть заключен контракт на время обучения в адъюнктуре и на 5 лет военной службы после ее окончания.

При условии соблюдения перечисленных требований, по рекомендациям ученых советов вузов в качестве кандидатов для обучения в адъюнктуре могут рассматриваться офицеры непосредственно после окончания обучения в вузе по образовательным программам магистратуры.

Предварительный и профессиональный отбор кандидатов в адъюнктуру осуществляется в несколько этапов.

Первоначально офицером подается рапорт по команде в срок до 1 февраля года поступления, в котором указываются следующие сведения:

- воинское звание;
- фамилия, имя, отчество;
- воинская должность (дата назначения);
- дата рождения;

- сведения об уровне образования (вуз, дата завершения обучения, полученная квалификация и специальность).

При получении положительной резолюции рапорт вместе с личным делом, служебной карточкой и учебным делом направляется в вуз до 1 марта года поступления.

Учебное дело состоит из следующих документов:

- заверенная копия диплома с приложением государственного образца об окончании учебного заведения высшего профессионального образования;
- список опубликованных научных работ (или реферат, выполненный по избранной научной специальности);
- служебная характеристика;
- копия удостоверения личности офицера (лицевая сторона);
- почтовый и электронный адрес;
- 2 фотографии 3 × 4 в военной форме, цветные, матовые, без уголка;
- заключение военно-врачебной комиссии о годности к зачислению в адъюнктуру (для лиц, поступающих в адъюнктуру по очной форме подготовки).

Третьим этапом является проведение вступительных испытаний экзаменационной комиссией вуза в сроки, установленные правилами приёма на обучение по программам адъюнктуры, утвержденные вузом по следующим предметам:

- специальная дисциплина (в зависимости от выбранной научной специальности);
- иностранный язык (по выбору);
- философия.

При выполнении вышеуказанных требований и успешной сдаче вступительных испытаний, испытуемый поступает в адъюнктуру [1].

Однако на практике кандидат на поступление в адъюнктуру сталкивается со следующими проблемными вопросами:

- довольно ограниченное количество мест в адъюнктуре и большое количество кандидатов создают очень высокий конкурс при поступлении;
- по окончании очной адъюнктуры военнослужащий распределяется на новое место службы.

Альтернативной формой подготовки научных кадров высшей квалификации является аспирантура.

В качестве кандидатов на обучение по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, так же как и в адъюнктуре, рассматриваются граждане, имеющие образование не ниже высшего (квалификации специалитет или магистратура).

Предварительный и профессиональный отбор кандидатов в аспирантуру так же осуществляется в несколько этапов.

Как и при поступлении в адъюнктуру, первоначально офицеру необходимо подать рапорт по команде с просьбой разрешить поступление в аспирантуру.

В случае получения положительной резолюции необходимо собрать и предоставить в приемную комиссию вуза следующие документы:

- заявление о приеме в аспирантуру на имя ректора;
- заключение предполагаемого научного руководителя по результатам собеседования;
- список опубликованных и приравненных к ним научных работ;
- документ, удостоверяющий личность, гражданство;
- документ установленного образца, удостоверяющий образование соответствующего уровня;
- заполненную анкету;

- документы, подтверждающие индивидуальные достижения поступающего (представляются по усмотрению поступающего);

- две фотографии поступающего размером 3 × 4 с правым уголком без головного убора.

Третьим этапом является проведение вступительных испытаний экзаменационной комиссией вуза по следующим предметам:

- специальная дисциплина, соответствующая программе подготовки научно-педагогических кадров и направлению подготовки аспирантов;

- иностранный язык (по выбору);

- философия [2].

Рассмотрев требования к поступлению в адъюнктуру и аспирантуру можно прийти к выводу, что они практически идентичны, но при поступлении в аспирантуру возникает ряд проблемных вопросов:

- военнослужащий лишен права проходить обучение по очной форме, поскольку аспирантура предусматривает обучение в гражданском вузе, в котором не предусмотрена военная служба;

- заочная форма подготовки научных кадров в аспирантуре, как правило, не предусматривает обучение за счет средств федерального бюджета, поэтому военнослужащий вынужден оплачивать обучение самостоятельно.

На законодательном уровне деятельность адъюнктуры регламентирована нормативными правовыми документами Министерства обороны, а деятельность аспирантуры – аналогичными документами Министерства образования и Федеральными законами Российской Федерации. Данные руководящие документы предусматривают предоставление обучаемым схожих прав, однако на практике военнослужащие, проходящие обучение в аспирантуре, могут столкнуться с некоторыми трудностями в их реализации:

- в приказе Министра обороны № 6 от 18.01.2016 г. нет упоминания об аспирантуре, что приводит к сложностям получения учебного отпуска для прохождения вступительных испытаний в аспирантуре, а также для промежуточной аттестации;

- при составлении плана командировок на год, представляется возможным внести пункт о командировании на учебу военнослужащего с оплатой суточных, проезда и проживания в месте сдачи промежуточной аттестации, но военнослужащий не может воспользоваться данной командировкой, так как гражданское учебное заведение для вызова на учебу военнослужащего может отправить справку-вызов, которая не является основанием для командировки;

- военнослужащий не может реализовать право на оплату стоимости проезда к месту прохождения аттестации и обратно, поскольку в действующем законодательстве имеются противоречия в порядке предоставления воинских перевозочных документов военнослужащим, убывающим в учебные отпуска.

Для решения проблем повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России, необходимо пересмотреть или внести дополнения в нормативно-правовую базу по порядку подготовки научных военных кадров в гражданских вузах Российской Федерации.

### **Библиографический список**

1. Об организации деятельности адъюнктуры военных образовательных организаций высшего образования, организации дополнительного профессионального образования и научных организаций Министерства обороны Российской Федерации : Приказ Министра обороны РФ от 18.01.2016 № 6.

2. Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре : Приказ Минобрнауки России от 12.07.2017 № 13.

**СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ОРГАНИЗАЦИЮ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКУ ВЕЩЕВОГО  
ИМУЩЕСТВА ПЕРСОНАЛА ВС РФ**

**Свиридова А. Н.,**

студент,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Золоев М. С.,**

студент,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Сахнова З. Б.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область;

**Якименко М. Ю.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной работе предлагается техническое решение проблемы обеспечения бесперебойного процесса подвоза материальных средств, хранения вещевого имущества ВС РФ в специальных вакуумных пакетах. Эффективность доставки вещевого имущества от завода изготовителя до складов и баз, а в перспективе до производственно – логистических центров.

**Ключевые слова:** вакуум, материально-техническое обеспечение, вещевое имущество.

Сегодня всестороннее обеспечение Вооруженных сил Российской Федерации (ВС РФ) тесно взаимосвязано с достижениями в области научно – технического развития. Так на систему вещевого обеспечения войск (сил) возложена функция содержания вещевого имущества по действующим нормам снабжения с целью создания условий, способствующих качественному выполнению войсками задач в различных условиях обстановки. Актуальность современного подхода к вопросу хранения и транспортировки вещевого имущества для соединений и частей ВС РФ в мирное и военное время, не может не волновать должностных лиц системы материально-технического обеспечения (СМТО). Так для технического решения данной проблемы со стороны сил и средств материально-технического обеспечения (МТО) предлагается использовать метод вакуумирования, сущность которого заключается в укладке, накоплении, содержании, транспортировке и хранении вещевого имущества поступающего по нормам снабжения для соединений и частей ВС РФ, а так же специальной одежды и имущества медицинской службы в специальные вакуумные пакеты.

В настоящее время по нормам вещевого обеспечения у военнослужащих в пользовании имеется несколько комплектов вещевого имущества и отдельных элементов обмундирования по сезонам носки. Имеющаяся складская инфраструктура и места хранения вещевого имущества в подразделениях соединений (воинских частей) не всегда могут обеспечить качественное хранение данного имущества. Кроме этого, при произведении расчётов подвоза вещевого имущества, применяемый коэффициент использования



грузоподъемности (КИГ) требует корректировки, так как был рассчитан на вещевое имущество, снятое с норм снабжения. Эффективность доставки вещевого имущества от завода изготовителя до складов и баз, а в перспективе до производственно-логистических центров характеризуется значительным объёмом перевозимого груза при КИГ транспорта подвоза для вещевого имущества – 0,5 раз.

При использовании вакуумной упаковки объём всесезонного комплекта полевого обмундирования (ВКПО), уменьшается в  $\approx 2,67$  раза, или на 62,56 %. При возможности использования специализированного оборудования в производственных масштабах эффект экономии от высвобождаемого пространства может быть увеличен до заявленных производителем 75 %.

Благодаря использованию компрессионных (вакуумных) пакетов, а каждый вакуумный пакет имеет клапан, сделанный из нескольких толстых защитных слоёв, вещевое имущество защищено от сырости (пакеты водонепроницаемые), запахов, насекомых, а также воздействия отравляющих веществ и радиационной пыли.

В данном контексте необходимо сделать акцент на доступной цене специальных вакуумных пакетов в сравнении с гофрокартонной упаковкой и возможности ее многократного использования.

Обязав изготовителя – поставщика вещевого имущества в интересах вооруженных сил упаковывать вещевое имущество по ростам и размерам в вакуумные пакеты мы уменьшим объём упакованного вещевого имущества до 75 %. Кроме того, для хранения комплектов зимних вещей в подразделениях воинских частей целесообразно использовать вакуумные пакеты для одежды с вешалкой.

В то же время будет целесообразным несколько усложнить процесс вакуумирования за счет наполнения остаточного объема вакуумного пакета азотом, или другим газом, не поддерживающим процессы окисления. Обладая инертными свойствами, азот позволяет вытеснить кислород и предотвратить реакцию окисления.

Промышленные применения газообразного азота обусловлены его инертными свойствами. Газообразный азот пожаро- и взрывобезопасен, препятствует окислению, гниению.

Применение данного метода хранения просто обязано найти свою актуальность в соединениях, частях и учреждениях ВС РФ. В соответствии с нормами содержания вещевого имущества для соединений, частей и учреждений ВС РФ, а так же обеспечения специальной одежды и имущества сотрудников медицинской службы, в которых вопрос хранения обретает более острый характер, так как для обеспечения раненых и больных, находящихся в них на излечении, хранимое имущество должно быть защищено от всевозможного поражения пыли, грязи и микроорганизмов, а так же воздействия противником средствами радиационного, химического и бактериологического оружия или других неблагоприятных факторов.

Предлагается возложение обязанностей по укладке имущества в вакуумные пакеты и откачки излишествовавшего воздуха, а также по мере необходимости создания среды замедляющей процессы окисления путем совмещения должности водителя. В процессе внедрения должности водителя – вакуумщика в рамках действующей организационно – штатной структуры СМТО ВС РФ не приведет к ее увеличению. Подготовка специалистов предлагаемой должности не будет требовать особых навыков, усложнения процесса обучения младших специалистов тыла ВС РФ, а так же дополнительных затрат на внедрение оборудования для вакуумирования вещевого имущества и специальной одежды медицинского персонала по причине имеющихся достаточного количества бытовых пылесосов в каждом подразделении соединений и частей ВС РФ.

В данной работе предлагается решение проблем системы всестороннего обеспечения ВС РФ в области организации процессов подвоза материальных средств и хранения вещевого имущества,

а также специальной одежды и имущества сотрудников медицинской службы с использованием вакуумных упаковок различных размеров. Использование на практике данных решений значительно повысит эффективность при организации перевозок материальных средств, а именно повышение защищённости от воздействия отравляющих веществ, радиационной пыли, запахов, влажности и насекомых. Способствует продлению сроков хранения вещевого имущества, специальной медицинской одежды и другого имущества, позволяя также минимизировать затраты финансовых ресурсов на хранение и доставку материальных средств. Выше рассмотренная форма и способы в данной работе может способствовать повышению функциональности системы всестороннего обеспечения и стать одним из направлений совершенствования СМТО ВС РФ.

Результаты проведенной научной работы показывают, что вещевое имущество и специальная одежда сотрудников медицинской службы, являясь самым лёгким и объёмным материальным средством, хранимым в транспорте подвоза звеньев МТО ВС РФ, требуют особых условий хранения, но благодаря развитию технологий и повсеместному внедрению их, в частности применения вакуумных пакетов различного размера может способствовать развитию СМТО ВС РФ. Применение данного метода позволит пересмотреть устоявшиеся принципы вещевого обеспечения и специальной одежды сотрудников медицинской службы от завода изготовителя до непосредственных получателей. Предлагаемые в работе способы хранения вещевого имущества опираются на практику, имеющую место в гражданском секторе, однако до сих пор не используемые в ВС РФ.

#### **Библиографический список**

1. Ашкинази Л. А. Вакуум для науки и техники. – М. : Наука. Гл. ред. физико-математической литературы, 198.
2. Данилин Б. С. Вакуум и его применение. – М. : Трудрезервиздат, 1958.
3. Демков, В. В. Методика повышения эффективности планирования подвоза материальных средств во фронтовой операции : дис. ... канд. военных наук. – СПб : ВАТТ, 2004. – 131 с.
4. Контейнерные перевозки // Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Н. С. Конарев. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1994.
5. Курашов В. И., Фомина М. Г. Вакуумная техника: средства откачки, их выбор и применение : учеб. пос. – КГТУ, 1997.
6. Отчет ВНК ВС РФ об исследованиях на командно-штабном учении ДВО «ВОСТОК 2010», 17.07.2010. – М. : ВНК ВС РФ, 2010. – 189 с.
7. Типовые схемы механизации погрузочно-разгрузочных работ и методика их разработки. – Л. : ВАТТ, 1997. – 89 с.

## АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННОГО ФРАГМЕНТА ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Старусев А. В.

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** Предложен метод, который позволяет определить необходимый и достаточный объем обеспечения информационного фрагмента поведенческой системы. Применение данного метода на практике позволит подготовить информацию, необходимую для дальнейшего изучения, модернизации и наращивания возможностей поведенческой системы.

**Ключевые слова:** поведенческая система, матрица сложности, матрица достижимости, объем информации.

Современная информационная система – это набор информационных технологий, направленных на поддержку жизненного цикла информации и включающего три основных процесса: обработку данных, управление информацией и управление знаниями [1]. В настоящее время в эпоху информатики, дальнейшего развития современных информационных систем на передний план выходят проблемы систем нового типа, так называемых поведенческих систем (ПС). ПС – это целенаправленные системы, изменяющие свое поведение, в частности изменяющие свое положение в пространстве и во времени, согласно своим разнообразным целям и с учетом меняющейся обстановки [2]. Отличительной особенностью поведенческих систем являются наличие у них и активное использование ими процессов прерывания и запуска физических процессов. Поэтому для поведенческих систем на передний план выходят проблемы дискретных процессов, а в современной математике и информатике доминирует дискретная математика [3].

Для анализа проходящих информационных потоков во фрагменте ПС необходимо решить одну из задач по декомпозиции системы на подсистемы, которые обеспечат экстремум заданного критерия разбиения, учитывающего удобство последующего детального анализа. В свою очередь, необходимо отметить главную структурную особенность целенаправленных поведенческих систем – это обязательное наличие у них информационно-системной избыточности в специально организованной форме запаса, резерва, ресурса, необходимого и достаточного для решения задач, возникающих на каждом этапе жизненного цикла системы.

Исходными данными для рассматриваемой нами задачи являются множество различных типов входных, выходных и промежуточных данных и множество необходимых процедур их преобразования [4; 5]. Рассмотрим совокупность взаимосвязанных матричных и графовых моделей, обеспечивающих формальный анализ и определение характеристик изучаемой ИС, а также формализованные методы представления результатов изучения и анализа систем управления [6–9].

При этом исходными данными для анализа, систематизации и формирования требований к блок-схеме обработки данных изучаемой ПС является информация о парных отношениях между наборами информационных элементов, формализуемая в виде матрицы смежности.

Пусть  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_S\}$  - множество информационных элементов, где  $S$  – их число. Под матрицей смежности  $B$  понимается квадратная бинарная матрица, проиндексированная по обеим осям множеством информационных элементов и содержащая 1 в позиции  $(i, j)$ ,  $i, j = \overline{1, S}$ , если между информационными элементами  $d_i$  и  $d_j$  существует отношение  $R_o$  такое, что для получения информационного элемента  $d_j$  непосредственно необходимо обращение к информационному элементу  $d_i$ . Наличие такого отношения между  $d_i$  и  $d_j$  обозначается в виде  $d_i R_o d_j$ , а отсутствие -  $\overline{d_i R_o d_j}$ , чему соответствует запись 0 в позиции  $(i, j)$  матрицы смежности  $B$ .

Считаем, что каждый элемент достижим из самого себя, т. е.  $d_i R_o d_i$ ,  $i = \overline{1, S}$ .

Матрица смежности ставится в соответствие граф информационных взаимосвязей  $G(D, R_o)$ , множеством вершин которого является множество информационных элементов, а другая  $(d_i, d_j)$  соответствует записи 1 в позиции  $(i, j)$  в матрице смежности  $B$ , т. е. соответствует удовлетворению условия  $d_i R_o d_j$ .

Отметим, что под матрицей достижимости  $M$  понимается квадратная бинарная матрица, пронумерованная одинаковым образом по осям множеством информационных элементов  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_S\}$ . Запись 1(0) в каждой позиции  $(i, j)$ ,  $i, j = \overline{1, S}$  матрицы достижимости соответствует наличию либо отсутствию для всех упорядоченных информационных элементов  $(d_i, d_j)$  отношения достоверности  $R$ , обладающего свойством транзитивности. Информационный элемент  $d_j$  достижим из информационного элемента  $d_i$  ( $d_i R_o d_j$ ), если на графе информационных взаимосвязей  $G(D, R_o)$  можно указать направленный путь от вершины  $d_i$  к вершине  $d_j$  (либо  $i=j$ ). Анализ матрицы  $M$  дает возможность определить входные, выходные, промежуточные и обновленные данные.

Информационные элементы, строки которых в матрице  $M-E$  не содержат единиц, являются выходными элементами ПС, а информационные элементы, соответствующие нулевым столбцам матрицы  $M-E$ , являются входными элементами ПС.  $E$  – единичная матрица вида  $E = \|e_{ij}\|$ , где

$$e_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i=j, i, j=1, 2, \dots, S. \\ 0, & \text{если } i \neq j. \end{cases} \quad (1)$$

Остальные информационные элементы являются промежуточными элементами.

Следует отметить, что анализ подмножеств отношений достижимости  $M$  дает возможность определить множество обновляемых информационных элементов.

Пусть  $A(d_j)$  – множество предшествования информационного элемента  $d_i$ ,  $x$  – выходной информационный элемент ПС, а  $x'$  – обновленная версия  $x$ .

Тогда, если для информационного элемента  $y \in A(d_j)$   $xRy \wedge y\overline{R}x'$ , то  $x'Ry$ , т. е. если  $x$  предшествует  $y$  и  $y$  не предшествует  $x'$ , то для получения  $y$  следует использовать  $x'$  – обновленную версию  $x$ .

В целом необходимо отметить, что взаимосвязь между процедурами обработки данных и информационными элементами отражается с помощью матрицы технологии. В свою очередь, использование технологической матрицы смежности позволяет определить в дальнейшем технологическую матрицу достижимости процедур обработки данных.

**В заключении необходимо подчеркнуть**, что рассмотренная совокупность матричных и графовых моделей позволяет подготовить информацию, необходимую для последующего синтеза фрагментов ПС, определить необходимый и достаточный объем информационного обеспечения фрагмента, входные и выходные данные, порядок включения моделей для выполнения требуемой последовательности обработки данных. Рассмотренный метод позволяет учесть энтропийные процессы окружающего мира на базе методологии псевдохауса, реализуемого посредством концепции информационно-системной избыточности в форме среды радикалов, где под радикалами понимается реальные или идеальные, или смешанные информационно-системные модули, с помощью которых ПС выстраивает свою целенаправленную поведенческую активность.

### Библиографический список

1. Советов Б. Я., Цехановский В. В. Информационные технологии : учеб. для прикладного бакалавриата. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 263 с.
2. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. – М. : КУРС, 2019. – 384 с.
3. Чечкин А. В. Математическая информатика. – М. : Наука, 1991. – 412 с.
4. Мамиконов А. Г., Кульба В. В. Синтез оптимальных модульных систем обработки данных. – М. : Наука, 1986. – 275 с.
5. Старусев А. В. Анализ аварийных факторов и системы «оператор – управляемое активное средство – среда» при испытаниях специальной техники // Труды Военно-космической академии им. А. Ф. Можайского. – 2017. – № 658. – С. 192–200.
6. Бададян Л. В., Михолап Л. А., Старусев А. В. и др. Вопросы современной науки : колл. науч. монография. – М. : Интернаука, 2019. – Т. 40. – 118 с.
7. Лобейко В. И. Современные подходы к организации испытаний сложных систем. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2006. – 332 с.
8. Старусев А. В., Михолап Л. А., Гончаров А. М. Пути и способы моделирования сложных динамических систем специального назначения в интересах получения объективных результатов испытаний // Фундаментальные и прикладные проблемы эффективности научных исследований и пути их решения : сб. ст. Междунар. науч.-практич. конф. – Волгоград, 2020. – С. 109–112.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ

**Тесленко Е. А.,**

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Баранчук Н. А.,**

доктор педагогических наук, заместитель начальника  
по военно-политической работе – начальник отдела,  
Военный инновационный технополис «ЭРА»,  
г. Анапа,

**Тесленко Д. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Екимова М. Ю.,**

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье проводится анализ существующего научно-методического обеспечения определения траектории, обработки и анализа измерительной информации. Рассмотрена математическая модель состояний динамической системы.

**Ключевые слова:** модели, измерения, параметры, система, состояние.

Существующее и применяемое в практике (полигонных) испытаний научно-методическое обеспечение обработки и анализа измерительной информации, наследуя традиции прошедших десятилетий, не соответствует изменившимся условиям современности, имеет следующие недостатки:

- низкий уровень использования получаемых объемов измерительных данных, обусловленный устаревшими методами комплексирования измерительных данных различных измерительных средств;
- высокий уровень вносимых искажений при обработке первичных измерительных данных, практическая подмена результатов измерений результатами их математических преобразований, что обусловлено применением устаревших методов обработки и анализа измерительных данных, принимаемыми допущениями, не соответствующими условиям реальной практики;
- используемые математические модели не обладают свойствами инвариантности к изменениям условий функционирования, практически не применимы при анализе нештатных и аварийных ситуаций, в практическом большинстве случаев являются детерминированными, что ограничивает возможности их применения к решению задач в реальных условиях;
- применяемые методы обработки и анализа измерительных данных не ориентированы к условиям априорной неопределённости параметров информационной обстановки, не обладают устойчивостью при реализации широких диапазонов функционирования анализируемых систем и средств измерений, не обеспечивают получение оценок при нарушениях стационарности параметров систем.

Указанные недостатки усиливаются действующими факторами неопределённости, такими как:

- неопределённость параметров распределения систематических и случайных составляющих погрешностей в результатах измерений, проявление аномальных погрешностей;

- неопределённость в описании стохастических свойств динамических систем и характера их изменений, в том числе при возникновении нештатных и аварийных ситуаций;

- неопределённость и стохастический характер действующих возмущений, приводящих к нарушениям стационарности параметров применяемых моделей анализируемых систем и процессов измерений.

Отмеченные недостатки существующего научно-методического обеспечения обработки и анализа измерительной информации не могут быть компенсированы за счёт увеличения объёмов измерений, повышения точности и достоверности измерительных данных, поскольку в настоящее время и в ближайшей перспективе следует учитывать углубление **основного противоречия** – возрастание статистической неоднородности экспериментальных данных, приводящее к нарушению условий принадлежности анализируемых результатов измерений к единой генеральной совокупности и невозможности корректного использования аппарата теории вероятностей и математической статистики для получения оценок характеристик обрабатываемых объектов при многократном проведении испытаний при различных режимах функционирования их систем и средств измерений.

Разрешение этого противоречия возможно за счёт наиболее полного использования привлекаемых к анализу измерительных данных, регистрируемых в статистически неоднородных условиях (полигонных) испытаний, раскрытия априорной неопределённости параметров информационной обстановки и увеличения объёмов выборки оценок параметров и состояний анализируемых систем приведением их к условиям статистической однородности. Это требует:

- разработки научно-методического обеспечения оценивания характеристик объектов обработки и их систем на основе использования оценок траекторий состояний нелинейных динамических стохастических систем с нестационарными параметрами, получаемых по результатам анализа измерительных данных в статистически неоднородных условиях (полигонных) испытаний и априорной неопределённости параметров информационной обстановки, приведения их к условиям статистической однородности и увеличения за счёт этого объёма выборки;

- автоматизации технологических процессов обработки и анализа измерительной информации на основе реализации новейших информационных технологий.

Одним из важнейших вопросов, возникающих в процессе анализа физических систем, является математическое описание состояний изучаемых объектов и процессов измерений их выходных параметров в процессе функционирования. Такое изучение заключается в установлении соответствующих математических моделей состояний, оценивании состояний и параметрической идентификации динамических систем на выбранных математических моделях по результатам измерений, получаемых в процессе испытаний и экспериментов.

Идентификация параметров и оценивание состояний динамических систем обычно предполагает, что выбраны определенные формы математических моделей состояний, математических моделей процессов измерений, и сводится к определению состояний и неизвестных параметров заданных моделей. Оценки неизвестных параметров определяются путем установления оптимального соответствия выбранной формы математической модели, определяющей глубину ее формализации, и параметров такой модели имеющимся априорным данным и результатам измерений. При этом всякий раз приходится учитывать то, что для выбранной математической модели можно определить оптимальные оценки параметров, однако это не является гарантией их пригодности в случаях, когда модель неверна.

Традиционно формализация моделей состояний динамических систем и процессов измерений их выходных параметров, которые бы в наибольшей степени позволяли учитывать возможные возмущающие факторы, предпринималась в углублении степени формализации используемых математических моделей за счет расширения их вектора параметров. Это в ряде случаев привело к противоположному эффекту, когда была утрачена практическая возможность решения задач параметрической идентификации динамических систем и оценивания их состояний. Основные причины такого противоречия связаны, прежде всего, с нарушением фундаментальных свойств наблюдаемости [2; 4] используемых моделей при увеличении размерности вектора оцениваемых параметров.

Рассмотрим математическую модель состояний динамической системы.

Известны попытки использования в задачах параметрической идентификации реальных физических систем, являющихся по существу системами бесконечной размерности, упрощенных моделей состояний и измерений, т. е. таких, которые заведомо содержат погрешности формализации [5; 6; 8; 9] и описывают лишь некоторую проекцию состояний реальных динамических систем или систем измерений. Однако имеется ряд возражений, не позволяющих в достаточной степени обосновать широкое практическое применение имеющихся теоретических разработок в задачах оценивания состояний и идентификации параметров моделей состояний реальных динамических систем и средств измерений.

В целях решения задач оценивания состояний и параметрической идентификации динамических систем необходимо, прежде всего, решить принципиальный вопрос о возможности адекватного описания реальных динамических систем математическими моделями конечной размерности. Здесь условие адекватного описания [3] рассматривается в отношении интересующего вектора параметров и состояний ограниченной размерности. В связи с этим целесообразно рассмотреть следующее:

Всякая динамическая система, представленная в пространстве состояний бесконечной размерности, может быть адекватно описана относительно вектора фазовых координат конечной размерности математической моделью состояний, содержащей векторную марковскую составляющую формирующего шума.

Доказательство сформулированного утверждения приведено для случая нелинейной моделей состояний.

Пусть реальная нелинейная динамическая система описывается с точностью до векторного формирующего шума  $\omega(t)$ , имеющего нулевое среднее  $E\{\omega(t)\} = 0$  и  $\delta$  – коррелированную матрицу интенсивностей

$$\text{cov}\{\omega(t) \cdot \omega^T(t - \tau)\} = \mathbf{Q}_\omega \cdot \delta(t - \tau)$$

математической моделью вида

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}[\mathbf{x}(t), t] \cdot \omega(t), \quad (1)$$

где  $\mathbf{f}[\cdot]$  – векторная функция;

$\mathbf{x}[t]$  – вектор фазовых координат в фазовом пространстве  $\Omega_x^\infty$  бесконечной размерности;

$\mathbf{g}[\cdot]$  – матрица интенсивностей формирующего шума.

Представив уравнение (1) в виде

$$\begin{bmatrix} \dot{\mathbf{x}}_1(t) \\ \dot{\mathbf{x}}_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}(t), t] \\ \mathbf{f}_2[\mathbf{x}(t), t] \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{g}_1[\mathbf{x}(t), t] \\ \mathbf{g}_2[\mathbf{x}(t), t] \end{bmatrix} \cdot \omega(t)$$

можно выделить ту часть уравнений состояний, которая является моделью конечной размерности и адекватно описывает вектор параметров и состояний  $\mathbf{x}_1(t) \in \Omega_x^n$

$$\dot{\mathbf{x}}_1(t) = \mathbf{f}_1[\mathbf{x}(t), t] + \mathbf{g}_1[\mathbf{x}(t), t] \cdot \omega(t).$$



Поскольку векторная функция  $\mathbf{f}_1[\mathbf{x}(t), t]$  включает полный вектор параметров и состояний  $\mathbf{x}(t) \in \Omega_{\mathbf{x}}^n$ , то может быть преобразована к виду

$$\mathbf{f}_1[\mathbf{x}(t), t] = \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), \mathbf{x}_2(t), t]. \quad (2)$$

Разложение этой функции в ряд Маклорена [1, 7] относительно вектора имеет вид

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}(t), t] = & \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] + \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \cdot \mathbf{x}_2(t) + \\ & + \frac{1}{2!} \cdot \mathbf{x}_2^T(t) \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \left[ \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \right]^T \cdot \mathbf{x}_2(t) + \dots \end{aligned}$$

Для суммы членов разложения начиная со второго, можно записать

$$\begin{aligned} \mathbf{b}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) \triangleq & \mathbf{E} \left\{ \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \cdot \mathbf{x}_2(t) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{2!} \cdot \mathbf{x}_2^T(t) \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \left[ \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \right]^T \cdot \mathbf{x}_2(t) + \dots \right\} \end{aligned} \quad (3)$$

что позволяет выделить высокочастотную составляющую  $\mathbf{g}^*[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t)$  формирующего шума

$$\begin{aligned} \mathbf{g}^*[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t) \triangleq & \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \cdot \mathbf{x}_2(t) + \\ & + \frac{1}{2!} \cdot \mathbf{x}_2^T(t) \cdot \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \left[ \frac{\partial}{\partial \mathbf{x}_2} \mathbf{f}_1[\mathbf{x}_1(t), 0, t] \right]^T \cdot \mathbf{x}_2(t) + \dots - \mathbf{b}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) \end{aligned} \quad (4)$$

для которой первый статистический момент  $\mathbf{E}\{\mathbf{g}^*[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t)\} = 0$ , а векторная составляющая  $\mathbf{u}(t)$  является медленно меняющимся марковским формирующим шумом.

С учетом соотношения (3) и выражения (4) модель (2) можно представить в виде

$$\dot{\mathbf{x}}_1(t) = \mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), \mathbf{0}, t] + \mathbf{b}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) + \mathbf{g}^*[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t),$$

где функция  $\mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), \mathbf{0}, t]$  не зависит от вектора  $\mathbf{x}_2(t)$  и поэтому справедливо следующее:

$$\mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), 0, t] = \mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), t].$$

С учётом последнего выражения уравнение модели состояний нелинейной динамической системы, адекватной реальной нелинейной динамической системе на векторе параметров и состояний конечной размерности  $\mathbf{x}_1(t) \subset \mathbf{x}(t)$ , можно представить в виде

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}_1(t) = & \mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), t] + \mathbf{b}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) + \mathbf{g}^*[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t) + \mathbf{g}_1[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \\ & \boldsymbol{\omega}(t) \equiv \mathbf{f}[\mathbf{x}_1(t), t] + \mathbf{b}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) + \tilde{\mathbf{g}}[\mathbf{x}_1(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t), \end{aligned} \quad (5)$$

что доказывает справедливость утверждения для нелинейных динамических систем.

Уравнение (5) для описания вектора  $\mathbf{x}_1(t) \in \Omega_{\mathbf{x}}^n$  фазовых координат  $\mathbf{x}_1(t) \subset \mathbf{x}(t)$  нелинейной динамической системы можно отождествить с динамической системой конечной размерности

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}[\mathbf{x}(t), t] + \mathbf{b}[\mathbf{x}(t), t] \cdot \mathbf{u}(t) + \mathbf{g}[\mathbf{x}(t), t] \cdot \boldsymbol{\omega}(t), \quad (6)$$

полагая, что вектор параметров и состояний  $\mathbf{x}(t)$  математической модели эквивалентен вектору  $\mathbf{x}_1(t)$  фазовых координат реальной динамической системы, а вектор  $\mathbf{u}(t)$  является медленно меняющейся марковской составляющей с априорно неизвестными параметрами распределения.

Описание изучаемых объектов и процессов их функционирования математическими моделями с последующим решением задач оценивания состояний и идентификации параметров таких моделей по результатам измерений, получаемых в процессе испытаний и экспериментов основывается на том, что оценки неизвестных параметров определяются путем установления оптимального соответствия

выбранной формы математической модели определяющей глубину ее формализации, и параметров такой модели имеющимся априорными данными и результатам измерений [10].

Понятие оптимальности предполагает, что установлены свойства действующих в процессе функционирования динамической системы случайных возмущений. А также случайной помехи в результатах измерений ее выходных параметров, что приводит к необходимости исследовать свойства указанных случайных факторов.

#### **Библиографический список**

1. Ильин В. А., Садовничий В. А., Сендов Бл. Х. Математический анализ. – М. : Наука, 1979. – 720 с.
2. Красовский А. А. Справочник по теории автоматического управления. – М. : Наука, 1987. – 712 с.
3. Кротов В. Ф., Гурман В. И. Методы и задачи оптимального управления. – М. : Наука, 1973. – 448 с.
4. Кузнецов В. И. Адаптивная фильтрация в задачах параметрической идентификации нестационарных динамических систем // Двойные технологии. – 2008. – № 1.
5. Кузнецов В. И. Применимость конечномерных моделей состояния и измерений в задачах параметрической идентификации динамических систем // Двойные технологии. – 2008. – № 2.
6. Кузовков Н. Т., Салычев О. С. Инерциальная навигация и оптимальная фильтрация. – М. : Машиностроение, 1982. – 216 с.
7. Корн Г., Корн М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Мир, 1982. – 831 с.
8. Ли Р. Оптимальные оценки, определение характеристик и управление. – М. : Наука, 1966. – 190 с.
9. Мехра Р. Идентификация и адаптивная фильтрация Калмана // Механика : сб. ст. – 1971. – № 3. – С. 34–51.
10. Тесленко Е. А. Математические модели состояний и измерений динамической системы, ориентированной к статистической неоднородности условий испытаний // Известия Тульского государственного университета. – 2018. – № 6. – С. 185–194.

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННАЯ СТАНЦИЯ «ВЕРЕСК»: ВЛИЯНИЕ ДАЛЬНОМЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ КООРДИНАТ

**Тулаев В. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Семке А. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Маслова О. В.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматриваются результаты исследования влияния учёта дальномерной информации на приведение первичной угломерной информации с подвижной точки ее отсчета к неподвижной путем определения поправки на смещение визирной оси измерительного канала.

**Ключевые слова:** оптические средства траекторных измерений, дальномерная информация, азимут, угол места.

Эффективное использование оптических средств, находящихся на вооружении, а также получение и обработка оптико-электронной траекторной информации являются одной из задач полигонного измерительного комплекса.

На текущий момент полигонные измерительные пункты оснащены мобильными оптико-электронными станциями (МОЭС) траекторных измерений «Вереск». МОЭС «Вереск» предназначена для сопровождения объектов измерения с подвижных и стационарных измерительных пунктов с целью проведения траекторных измерений полета целей, обработки и передачи результатов измерений и видеоизображения в реальном масштабе времени и на магнитных носителях информации [1; 2]. Основные характеристики:

- диапазон угловых перемещений оптико-электронного теодолита (ОЭТ):

а) по азимуту –  $540^\circ$ ;

б) по углу места – от минус 5 до плюс  $185^\circ$ ;

- диапазон измеряемых дальностей, км:

а) по диффузно отражающему объекту с ЭПР более  $5 \text{ м}^2$  и коэффициентом отражения более 70 % при МДВ, равной 20 км – 1–10;

б) по объекту, снабженному уголковым отражателем, при МДВ, равной 20 км, – 1–20;

- средняя квадратическая погрешность (СКП) измерения дальности, м:

а) по диффузной поверхности – 3;

б) по уголкового отражателю – 1.

Недостатком МОЭС «Вереск» является отсутствие измерений дальномерного канала по мало-размерным целям, что не позволяет в дальнейшем приводить первичную угломерную информацию

с подвижной точки ее отсчета к неподвижной путем определения поправки на смещение визирной оси измерительного канала.

Поправки по Аз и УМ ( $\Delta\alpha$  и  $\Delta\lambda$ ) на приведение первичной угломерной информации МОЭС «Вереск» к геодезической точке привязки станции вычисляются по формулам [3]:

$$\Delta\alpha_j = \arctg(bz / Dj\cos\lambda_j), \quad (1)$$

$$\Delta\lambda_j = \arctg(by / Dj), \quad (2)$$

где  $b_y, b_z$  - базовое смещение визирной оси измерительного канала;

$D_j$  – текущее расстояние до характерной точки в  $J$ -ом измерении;

$\lambda_j$  – истинное значение угла места в  $J$ -ом измерении.

Из формул (1), (2) видно, что основное влияние на значения поправок по Аз и УМ оказывает дальность до измеряемого объекта. Количественные оценки этого влияния определены в ходе настоящего исследования с помощью использования дальномерной информации от внешних, относительно МОЭС «Вереск», источников информации. Для этого использованы геодезические измерения дальности до ориентиров и, вычисленные при вторичной обработке измерений значения дальности до летательного аппарата (ЛА) относительно МОЭС «Вереск».

Для оценки влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат были использованы измерения МОЭС «Вереск» по ориентирам ПИР-5 и ВП-1 с дальностями до станции 2 040 и 1 110 м соответственно. Значения дальности и эталонные величины угловых координат Аз и УМ получены по результатам геодезических измерений. Оценка влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат проводилась в следующей последовательности [4]:

- формирование массива измерений МОЭС «Вереск» по ориентирам на АРМ «Павлин» в режиме AVI-файла;
- внесение в AVI-файл измерений значений дальности, полученных по результатам геодезических измерений;
- внесение в AVI-файл измерений поправок по Аз и УМ, полученных с использованием программы обработки AVI-файла ориентиров;
- определение истинных значений Аз и УМ на ориентиры с использованием программы «Павлин» с учётом дальностей;
- расчёт среднего значения истинных Аз и УМ на ориентиры, определённых с учётом дальностей;
- исключение значений дальности из AVI-файла измерений с использованием сохранённого файла состояния;
- определение истинных значений Аз и УМ на ориентиры с использованием программы «Павлин» без учёта дальностей;
- расчёт среднего значения истинных Аз и УМ на ориентиры, определённых без учёта дальностей;
- расчёт разностей значений Аз и УМ на ориентиры, полученных в результате геодезических измерений, от осреднённых истинных значений Аз и УМ, определённых с использованием дальностей и без такового;
- построение диаграммы влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат для ориентиров ПИР-5 и ВП-1.

В таблице 1 и на рисунке 1 приведена оценка влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат для ориентиров ПИР-5 и ВП-1.

Оценка влияния дальности на точность определения Аз, УМ

Азимут					Угол места				
геодезический	истинный с Д	Δ, с	истинный без Д	Δ, с	геодезический	истинный с Д	Δ, с	истинный без Д	Δ, с
Ориентир ПИР -5									
171°33'56"	171°33'59"	3	171°33'17"	39	-1'15"	-1'15"	0	-1'39"	24
Ориентир ВП-1									
200°18'04"	200°18'08"	4	200°16'52"	72	51'57"	51'41"	16	53'19"	82

Для оценки влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат были использованы измерения МОЭС «Вереск» при испытаниях изделия, дальность от которого до станции изменялась в пределах от 6,5 до 20 км и далее. Значения дальности определены в результате расчёта целеуказаний на МОЭС «Вереск» с использованием траекторной информации, полученной при вторичной обработке измерений.

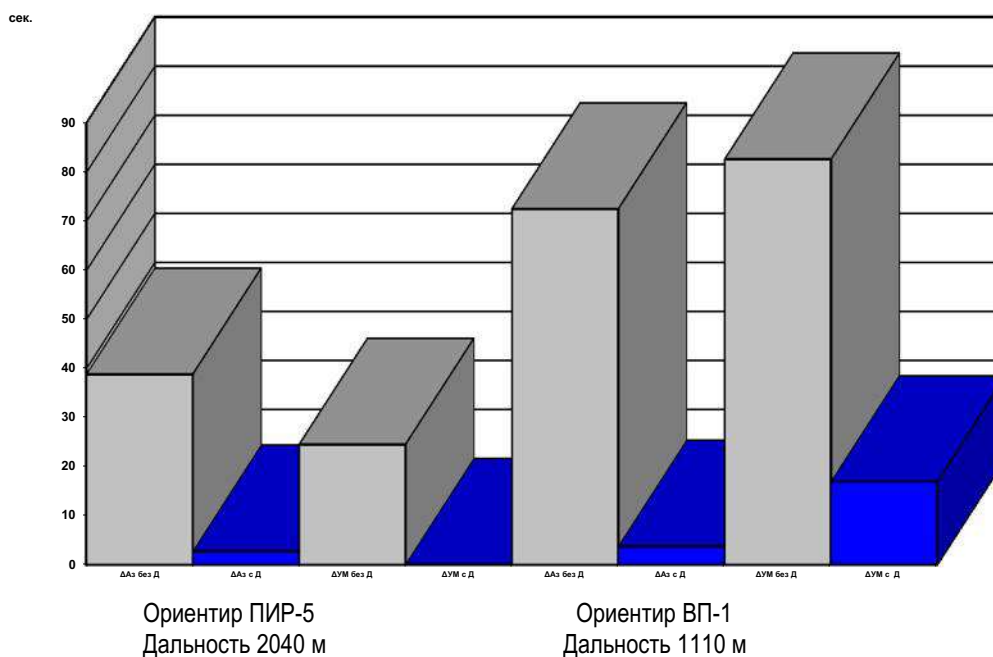


Рис. 1. Оценка влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат для ориентиров ПИР-5 и ВП-1

Оценка влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат проводилась в следующей последовательности [4]:

- формирование массива измерений МОЭС «Вереск» по изделию на АРМ «Павлин» в режиме AVI-файла;
- внесение в AVI-файл измерений значений дальности, полученных в результате расчёта целеуказаний;
- определение истинных значений Аз и УМ на изделие с использованием программы «Павлин» с учётом дальностей;

- исключение значений дальности из AVI-файл измерений с использованием сохранённого файла состояния;
- определение истинных значений Аз и УМ на изделие с использованием программы «Павлин» без учёта дальностей;
- расчёт разностей истинных значений Аз и УМ на изделие, полученных с использованием дальностей и без дальностей;
- построение графика оценки влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат изделия.

В таблице 2 и на рисунке 2 приведена оценка влияния дальномерной информации на точность определения угловых координат изделия.

Таблица 2

**Оценка влияния дальности на точность определения Аз, УМ**

Дальность, м	Азимут			Угол места		
	истинный с Д	истинный без Д	Δ, с	истинный с Д	истинный без Д	Δ, с
006501,3	81°07'15"3	81°07'02"3	13,0	0°05'34"0	0°05'26"4	7,6
006509,6	81°01'00"4	81°00'47"4	13,0	0°38'13"3	0°38'05"8	7,5
006576,7	80°08'41"4	80°08'28"5	12,9	1°43'47"5	1°43'40"0	7,5
006726,3	78°17'35"1	78°17'22"5	12,6	3°14'03"8	3°13'56"5	7,3
006981,5	75°30'40"5	75°30'28"4	12,1	5°03'43"7	5°03'36"6	7,1
007371,4	71°56'32"9	71°56'21"4	11,5	7°08'48"4	7°08'41"7	6,7
007927,8	67°48'02"9	67°47'52"1	10,8	9°27'37"4	9°27'31"2	6,2
008686,1	63°18'10"3	63°18'00"4	9,9	11°47'29"4	11°47'23"7	5,7
009676,6	58°39'12"2	58°39'03"2	9,0	13°50'05"3	13°50'00"1	5,2
010922,6	54°04'17"9	54°04'09"7	8,2	15°21'53"8	15°21'49"2	4,6
011647,4	51°51'29"7	51°51'22"1	7,6	15°54'27"9	15°54'23"7	4,2
012443,3	49°44'09"2	49°44'02"1	7,1	16°18'26"0	16°18'22"1	3,9
013303,0	47°43'58"7	47°43'52"1	6,6	16°33'46"9	16°33'43"2	3,7
014174,2	45°56'39"0	45°56'32"8	6,2	16°40'14"8	16°40'11"3	3,5
015039,9	44°22'29"4	44°22'23"5	5,9	16°39'39"2	16°39'35"9	3,3
015899,3	42°59'42"9	42°59'37"4	5,5	16°34'34"0	16°34'30"9	3,1
016750,8	41°46'21"1	41°46'15"9	5,2	16°25'30"6	16°25'27"7	2,9
017591,6	40°40'23"9	40°40'18"9	5,0	16°12'21"5	16°12'18"7	2,8
018420,3	39°41'28"0	39°41'23"3	4,7	15°56'32"3	15°56'29"6	2,7
019211,6	38°48'08"1	38°48'03"5	4,6	15°38'22"5	15°38'19"9	2,6
019983,4	38°00'02"5	37°59'58"1	4,4	15°18'28"9	15°18'26"4	2,5
000000,0	37°16'21"0	37°16'21"0	0,0	14°57'11"9	14°57'11"9	0
000000,0	36°54'33"7	36°54'33"7	0,0	14°45'01"5	14°45'01"5	0

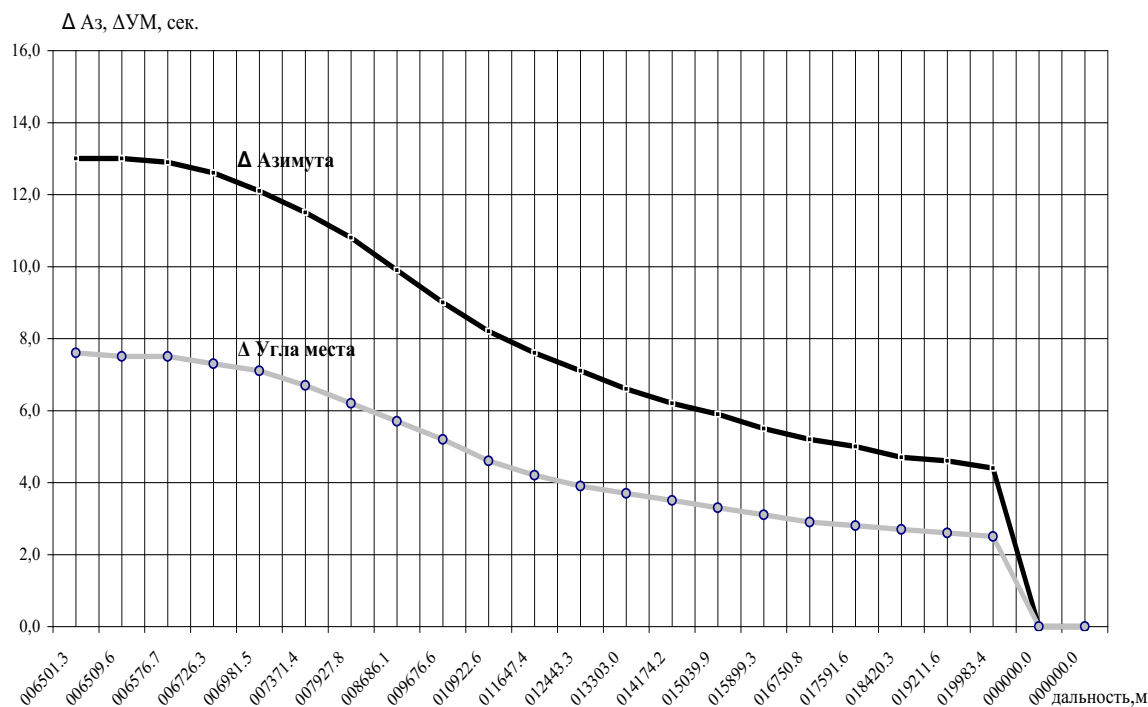


Рис. 2. Оценка влияния дальности на точность определения Аз, УМ

Анализ данных, приведенных в таблице 1 и на рисунке 1, показывает, что приведение первичной угломерной информации с подвижной точки ее отсчета к неподвижной путем определения поправки на смещение визирной оси измерительного канала с использованием дальномерной информации позволяет привести ошибки определения истинных значений азимута и угла места к значениям ниже паспортных (менее 5"). Для ориентира ВП-1 ошибка определения угла места составила 16", что можно объяснить разными характерными точками (ХТ) наведения на ориентир при проведении геодезических измерений и при обработке на АРМ «Павлин».

Из таблицы 2 и рисунка 2 видно, что поправки по азимуту и углу места на приведение первичной угломерной информации МОЭС «Вереск» к геодезической точке привязки станции имеют тенденцию к уменьшению по мере отдаления объекта измерения от МОЭС «Вереск», и на расстоянии около 19 км становятся меньше паспортных погрешностей станции.

Таким образом, использование дальномерной информации от внешних, по отношению к МОЭС «Вереск» систем измерений, позволяет корректировать истинные (рассчитанные) значения азимута и угла места в диапазоне от 1'40" до 4" на расстояниях от 1 км до 20 км.

### Библиографический список

1. Оружие и технологии России: энциклопедия. XXI век / под ред. С. Б. Иванова. – М. : Оружие и технологии, 2005. – Т. 11: Оптико-электронные системы и лазерная техника. – 719 с.
2. Мобильная оптико-электронная станция «Вереск». – Режим доступа: <http://roe.ru/catalog/vozdushno-kosmicheskie-sily/aerokosmicheskie-tekhologii/veresk/>.
3. Инструкция по эксплуатации АРМ «Павлин» в составе МОЭС «Вереск». РБП 002.00.00.000 И. Технологический парк космонавтики «ЛИНКос», г. Москва.
4. Программное обеспечение АРМ оператора послеполётной обработки траекторной информации изделия «Вереск». Руководство оператора. ЛКТП.00053-01 34 01-1. Технологический парк космонавтики «ЛИНКос», г. Москва.

**ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТНО-НЕЗАВИСИМОЙ БАЗЫ  
АППАРАТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Тургенев В. А.,**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,  
г. Балашиха, Московская область,

**Уральсков В. А.,**

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,  
г. Балашиха, Московская область

**Аннотация.** Проведен анализ эксплуатации учебно-тренировочных средств на базе объектов с длительными сроками эксплуатации. Определено, что более 89 % учебно-тренировочных средств для подготовки операторов имеют сроки эксплуатации более 16 лет, поэтому их интенсивная эксплуатация обуславливает необходимость подготовки специалистов-операторов в течение длительного времени, что предполагает необходимость наличия большого комплекта запасных частей. Разнесение аппаратной составляющей на элементы накладывает дополнительную нагрузку на проектирование аппаратной части учебно-тренировочных средств путем повышения требований к специальному программному обеспечению в части универсализации программного обеспечения.

**Ключевые слова:** учебно-тренировочные средства, контроллер управления, замена узлов управления, микроконтроллеры, типовые элементы.

Рассматривая и анализируя сроки эксплуатации учебно-тренировочных средств (далее – УТС) объектов с длительными сроками эксплуатации, например, пунктов управления различных структур Вооруженных сил или атомных электростанций [1] представленных в таблице 1, можно увидеть, что УТС, постоянно используемые в этих структурах, а также в госкорпорациях «Роскосмос» и «Росатом», использование которых активно начато после аварии на Чернобыльской АЭС, имеют длительные сроки эксплуатации:

Таблица 1

Атомные электростанции и типы тренажеров

Тип АС	АЭС	Типы тренажеров	Проект референтного энергоблока	Ввод в работу, год
ВВЭР	Балаковская АЭС	ПМТ	ВВЭР-1000 (В-320)	1993
ВВЭР	Балаковская АЭС	АТ	ВВЭР-1000 (В-320)	1999
БН	Белоярская АЭС	АТ	БН-600	2000
ЭГП	Билибинская АЭС	АТ	ЭГП-6	2002
ВВЭР	Волгодонская АЭС	АТ	ВВЭР-1000 (В-320)	2001
ВВЭР	Волгодонская АЭС	ПМТ	ВВЭР-1000 (В-320)	2004
ВВЭР	Калининская АЭС	ПМТ	ВВЭР-1000 (В-320)	2001
ВВЭР	Калининская АЭС	ПМТ	ВВЭР-1000 (В-338)	2003



Тип АС	АЭС	Типы тренажеров	Проект референтного энергоблока	Ввод в работу, год
ВВЭР	Кольская АЭС	МФТ	ВВЭР-440 (В-230)	1998
ВВЭР	Кольская АЭС	ПМТ	ВВЭР-440 (В-213)	2000
РБМК	Курская АЭС	АТ	РБМК-1000 (1 очередь)	1997
РБМК	Ленинградская АЭС	ПМТ	РБМК-1000 (1 очередь)	2003
ВВЭР	Нововоронежская АЭС	АТ	ВВЭР-1000 (В-187)	1990
ВВЭР	Нововоронежская АЭС	АТ	ВВЭР-440 (В-179)	1998
РБМК	Смоленская АЭС	ПМТ	РБМК-1000 (2 очередь)	1999
ВВЭР	Калининская АЭС	ПМТ	ВВЭР-1000 (3-й облок)	2008
РБМК	Смоленская АЭС	АТ	РБМК-1000 (3-й блок)	2010

Проанализировав таблицу 1, получаем таблицу 2 со сроками эксплуатации УТС.

Таблица 2

Сроки эксплуатации УТС

№ п/п	УТС АС, %	Срок эксплуатации, лет
1	11	>27
2	37	>21
3	42	>16
4	11	>10

Более 89 % УТС (см. табл. 2) для подготовки операторов имеют сроки эксплуатации более 16 лет, а почти половина УТС имеет срок эксплуатации более 20 лет.

Постоянная интенсивная эксплуатация указанных объектов обуславливает необходимость подготовки специалистов-операторов на базе УТС в течение длительного времени, что предполагает наличие в составе УТС большого комплекта запасных частей и изделий (ЗИП), обеспечивающих их работоспособность.

Принимая во внимание тенденции технического прогресса и невозможность (экономическую нецелесообразность) поддержания производства элементов УТС в течении длительного времени эксплуатации (десятки лет), необходимо акцентировать внимание на современных особенностях построения тренажерных комплексов и тренажеров [2].

Анализ процесса создания тренажерного комплекса показывает, что он включает в себя подсистемы и модули УТС, рассматриваемые как распределяемые ресурсы, которые сосредоточены в рамках систем, объединяющих однотипные элементы. Тренажёр формируется из необходимых для его функционирования компонентов. И если мы говорим об аппаратной составляющей, то имеется набор модулей (контроллеров), которые охватывают всю номенклатуру имитируемых изделий от средств индикации до средств коммутации и контроля.

Построение первых УТС для систем управления базировалось на фактическом дублировании штатной техники и, соответственно, стоимость таких УТС, могла быть сопоставима с ценой объекта эксплуатации. В дальнейшем для эксплуатации стали использоваться ЭВМ как отечественной, так и импортной разработки с управляющими элементами на базе полупроводниковых дискретных элементах. На следующем этапе, при появлении микроконтроллеров, функции большого количества элементов и часть управления была передана на уровень исполнения контроллерами, а точнее их микропрограммному специальному математическому обеспечению.

Анализ ГОСТов [3; 4], направленных на практический расчёт необходимых элементов ЗИП для получения требуемого коэффициента надежности сложных технических систем, каковыми являются УТС, и рассматривая типовые элементы ПЭВМ в составе автоматизированных рабочих мест, целесообразно подобную практику замещения типовых элементов аппаратной составляющей применить и к «внутренней» начинке УТС.

Если разделить типовой контроллер управления на составляющие:

- типовая сетевая часть, например, по стандартному протоколу Ethernet для связи с внешними устройствами и ЛВС УТС и типовую шину CAN [6] для связи с элементами аппаратной составляющей «внутри» шкафов, стоек УТС, обеспечивающий выдачу информационных управляющих сигналов;
- силовая или индикативная часть, обеспечивающая ввод-вывод информации на средства коммутации и индикации.

Использование протокола CAN [5], широко используемого, например, в автомобильной промышленности, имеет следующие преимущества: возможность работы в режиме жесткого реального времени, простота реализации и минимальные затраты на использование, высокая устойчивость к помехам, арбитраж доступа к сети без потерь пропускной способности, надёжный контроль ошибок передачи и приёма, широкий диапазон скоростей работы, *большое распространение технологии, наличие широкого ассортимента продуктов от различных поставщиков*, – и недостатки: небольшое количество данных, которое можно передать в одном пакете (до 8 байт), большой размер служебных данных в пакете (по отношению к полезным данным).

Последнее преимущество и определяет предлагаемый новый подход к построению УТС, в котором возможна замена узлов управления микроконтроллеров на типовые элементы, работающие по протоколу шины CAN, любого в том числе и российского производства. Нагрузка в изготовлении УТС ляжет на написание универсального специального программного обеспечения, обеспечивающего прием-передачу информации из CAN-канала и передачу управляющей информации к силовым элементам коммутации и индикации.

На рисунке 1 представлен типовой контроллер CAN канала, имеющий стоимость менее 100 рублей, за счет массовости и типового использования в различных областях промышленности и в первую очередь автомобилестроения. Требования к надежности и работе в реальном масштабе времени, необходимые для эксплуатации, например, в автотранспорте, достаточно высокие, а качественные характеристики как проводящей среды, так и протокола позволяют положительно рассматривать как протокол обмена информацией внутри УТС.



Рис. 1. Типовой CAN контроллер, обеспечивающий подключение к сети по протоколу CAN

Рассматривая же «силовую» составляющую, а именно силовые элементы, такие как реле коммутаций, силовые транзисторы и элементы ввода информации, то они имеют широкую номенклатуру, достаточно низкую стоимость и позволяют отойти от «интеллектуальной» составляющей – специального программного обеспечения.

Для примера на рисунке 2 представлен типовой микроконтроллер АТmega2560 с характеристиками:

- тактовая частота: 16 МГц;
- напряжение: 5 В;
- предельные напряжения: 5–20 В;
- рекомендуемое напряжение питания: 7–12 В;
- макс. сила тока с одного вывода: 40 мА;
- цифровые входы-выходы: 54;
- цифровые входы-выходы с поддержкой ШИМ: 15;
- аналоговые входы: 16;
- Flash-память: 256 КБ (8 из них используются загрузчиком);
- SRAM: 8 КБ;
- EEPROM: 4 КБ.

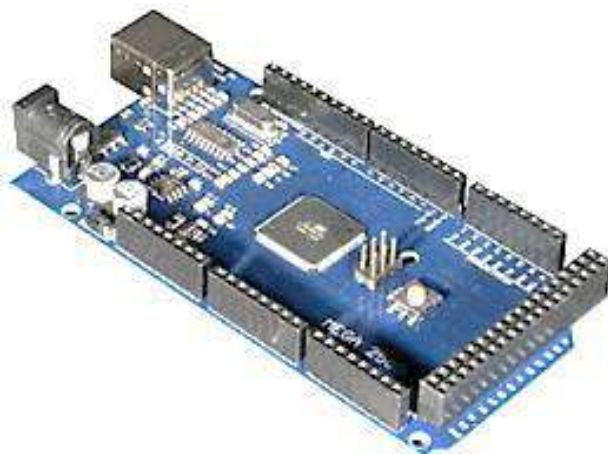


Рис. 2. Универсальный микроконтроллер на базе АТmega 2560

Анализируя представленные характеристики становится понятно, что поддержка одним контроллером до 80 различных элементов управления и индикации достаточно для обеспечения моделирования панели управления практически любой штатной аппаратуры.

Таким образом, разнесение аппаратной составляющей на элементы накладывает дополнительную нагрузку на проектирование аппаратной части УТС. Повышаются требования к разрабатываемому специальному программному обеспечению в части универсализации программного обеспечения, используемого внутри микроконтроллеров, при полном поддержании внешних протоколов. Применение предлагаемого подхода позволяет значительно продлить сроки эксплуатации перспективных УТС не оглядываясь на развитие технического прогресса и выбывание специфических производственных мощностей из цикла производства.

### **Библиографический список**

1. Концепция развития тренажерного парка концерна «Росэнергоатом» на период 2005–2010 годы // ОАО «Концерн Росэнергоатом». – 2004.
2. Тренажёрные комплексы и тренажёры. Технологии разработки и опыт эксплуатации / В. Е. Шукшунов, В. В. Циблиев, С. И. Потоцкий и др. ; под ред. В. Е. Шукшунова. – М. : Машиностроение, 2005. – 384 с.
3. ГОСТ 27.507-2015. Межгосударственный стандарт. Надежность в технике запасные части, инструменты и принадлежности оценка и расчет запасов.
4. ГОСТ РВ 27.3.03-2005. Надежность военной техники. Оценка и расчёт запасов в комплектах ЗИП.
5. ГОСТ Р ИСО 15765-4—2014. Транспорт дорожный. Передача диагностических сообщений по локальной сети контроллера (DOCAN).

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ КРОССПЛАТФОРМЕННОЙ БИБЛИОТЕКИ QT  
ДЛЯ РАБОТЫ С БАЗАМИ ДАННЫХ ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ  
ПОЛИГОННЫХ ИСПЫТАНИЙ**

**Бибик А. К.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Князев С. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Харченко Н. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** В статье рассмотрены основные пути совершенствования информационной составляющей системы объективного контроля полигонных испытаний на основе современных инструментальных систем разработки программного обеспечения.

**Ключевые слова:** полигонные испытания, программное обеспечение, сбор, обработка, система объекта контроля.

В процессе развития системы полигонных испытаний и в особенности ее информационной составляющей в значительной степени повысилась роль инструментальных средств разработки программного обеспечения сбора, обработки и отображения результатов экспериментов системы объективного контроля (СОК).

Программное обеспечение СОК достаточно сложное и должно соответствовать многим требованиям. Кроме пользовательских требований, налагаемых на удобство и возможности программного продукта, есть и другие требования, касающиеся разработки программного обеспечения. Большую роль здесь играют средства, которыми программист пользуется в процессе своей работы. Во многих случаях бывает удобно владеть инструментарием, который имеет достаточно широкую область применения и может служить для решения большого количества задач разного масштаба: от построения небольших программ для создания мощных программных комплексов. Также часто возникает вопрос о поддержке нескольких программных платформ, т. к., ориентируясь только на одну платформу Windows, можно потерять большое количество потенциальных пользователей в тех случаях, когда возникает необходимость перехода на другие операционные системы.

В настоящее время наиболее широко используется инструментарий разработки программных средств библиотеки Qt.

Qt расширяет возможности программиста с помощью набора макросов, метаинформации и сигнально-слотовых соединений, но использует при этом лишь средства языка C++ [1] и является совместимым со всеми распространёнными современными его компиляторами.

Наряду с традиционным для предыдущих версий Qt способом создания пользовательских интерфейсов, основанный на виджетах визуальных элементах интерфейса (кнопки, флажки, выпадающие

списки, поля ввода, слайдеры и т.д.), Qt ставит большой акцент на использовании технологии QtQuick. В Qt некоторые нововведения коснулись и синтаксиса для создания сигнально-слотовых соединений.

Для разработки программ с использованием библиотеки Qt была создана интегрированная среда разработки Qt Creator [2]. Её первая версия была представлена одновременно с официальным выпуском Qt 4.5.0. Это полноценная кроссплатформенная среда для создания новых проектов и работы с ними.

В настоящее время программное обеспечение (ПО) в интересах информационного обеспечения СОК совершенствуется по пути создания информационно-аналитической системы обеспечения полигонных испытаний на основе существующих кроссплатформенных инструментальных средств, таких как Qt.

Основой любой информационно-аналитической системы является база данных [3] для хранения большого количества информации различного назначения и различных форматов.

Кроме перечисленных преимуществ библиотека Qt обладает широкими возможностями для работы с базами данных, и все модули библиотеки имеют открытый код. Широкие возможности библиотеки Qt, тем не менее, ограничены возможностью приобретения и использования баз данных для создания информационно-аналитической системы объективного контроля.

В целом вся система объективного контроля предназначена для регистрации данных, обработки исходных данных (данных ВСИ, ТИ, РТИ), проведения совместного и событийного этапов обработки и предоставления результатов обработки в виде разнообразных электронных таблиц, диаграмм, графиков, удобных для проведения углубленного анализа результатов испытаний ВВТ и их документирования. Хранение и обработку такого объема информации может обеспечить СУБД среднего класса.

Структурная схема построения информационно-аналитической системы СОК с использованием библиотеки Qt приведен на рисунке.

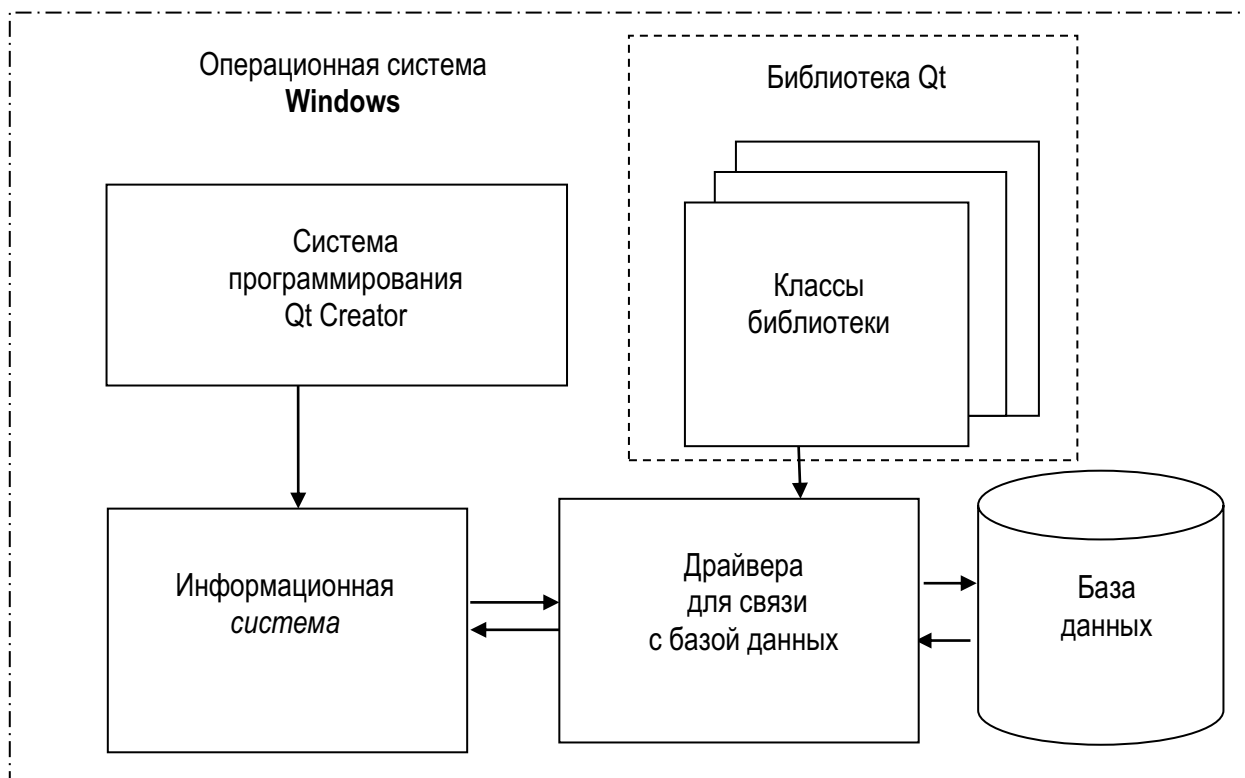


Рис. Структурная схема построения информационно-аналитической системы СОК с использованием библиотеки Qt

Исходя из характера задач и возможностями приобретения базы данных, наиболее приемлемыми в существующих условиях являются СУБД InterBase компании Borland и СУБД MySQL.

В библиотеке Qt имеются драйверы для работы со многими существующими системами управления базой данных (СУБД). Список используемых в библиотеке Qt драйверов приведен в таблице.

Одной из особенностей использования драйверов Qt является то, что из-за лицензионных ограничений не все драйверы входят в состав издания Qt с открытым исходным кодом (Qt Open Source Edition). При настройке конфигурации Qt драйверы InterBase и MySQL можно либо непосредственно включить в состав Qt, либо использовать как подключаемые модули (plugins). Qt поставляется вместе с SQLite – общедоступной, не нуждающейся в сервере базой данных.

Таблица

**Список драйверов библиотеки Qt**

<b>Драйвер</b>	<b>База данных</b>
QDB2	IBM DB2 версии 7.1 и выше
QIBASE	InterBase компании Borland
QMYSQL	MySQL
QOCI	Oracle
QODBC	ODBC ( SQL Server)
QPSQL	PostgreSQL версий 6.x и 7.x
QSQUTE	SQLite версии 3 и выше
QSQUTE2	SQLite версии 2
QTDS	Sybase Adaptive Server

При настройке конфигурации Qt драйверы InterBase и MySQL можно либо непосредственно включить в состав Qt, либо использовать как подключаемые модули (plugins).

Qt также позволяет легко программировать такие распространенные идиомы баз данных, как отображение зависимых представлений для записей, связанных отношением «главная-подчиненные» (master-detail), и возможность многократной детализации выводимых на экран данных (drill-down).

Одной из особенностей работы с Qt является соединение с базой данных и выполнение запросов. Для выполнения запросов в InterBase и MySQL необходимо сначала установить соединение с базой данных. Обычно настройка соединений с базой данных выполняется отдельной функцией, которую вызывают при запуске приложения.

Например:

```
bool createConnection()
{
    QSqlDatabase *db = QSqlDatabase::addDatabase("QOCI8");
    db->setHostName("mozart.kon ko rdia.edu");
    db->setDatabaseName("musicdb");
    db->setUserName("gbatstone");
    db->setPassword("T17aV44 ");
    if (!db->open()) {
        db->lastError().showMessage();
        return false;
    }
}
```

После установки соединения можно применять QSqlQuery для выполнения любой инструкции SQL, поддерживаемой используемой базой данных. Ниже приводится пример выполнения команды SELECT:

```
QSqlQuery query;
query.exec("SELECT title, year FROM cd WHERE year >= 1998");
После вызова функции exec() можно посмотреть результат запроса:
while (query.next()) {
    QString title = query.value(0).toString(); int year = query.value(1).toInt();
    cerr << "qPrintable(title)» " << "year» << "end»;
}
```

Другой особенностью работы с Qt является табличное представление данных. Во многих случаях табличное представление является самым простым представлением набора данных для пользователей. При работе с СУБД InterBase и MySQL необходимо воспользоваться классом QSqlTableModel и его подклассом QSqlRelationalTableModel. Класс QSqlTableModel и его подкласс QSqlRelationalTableModel используются для просмотра и взаимодействия пользователей с данными, хранимыми в базе данных.

Некоторые базы данных не поддерживают внешние ключи. В этом случае необходимо убрать фразы FOREIGN KEY. Информационная система будет работать, но база данных не будет поддерживать целостность данных на уровне ссылок.

Конструктор этого класса очень похож на конструктор, который использовался бы для создания формы, построенной для модели, отличной от SQL-модели:

Конструктор начинается с создания объекта QSqlTableModel. Мы передаем this в качестве родителя, чтобы владельцем модели стала форма. Затем создается QTableView для визуального отображения модели. Конструктор Form принимает имя поля данных, которое будет выбрано при выводе на экран диалогового окна.

Еще одна особенность работы с Qt заключается в создании форм по технологии «master-detail». Конструктор создания форм начинается с настройки модели SqlRelationalTableModel, которая управляет таблицей.

Вызов set Relatione указывает модели на то, что ее поле содержит идентификатор внешнего ключа из таблицы и что вместо идентификаторов необходимо выводить на экран содержимое соответствующего поля.

Если пользователь переходит в режим редактирования этого поля (например, нажимая клавишу F2), модель автоматически выведет на экран поле с выпадающим списком имен, и если пользователь выбирает другое поле, то таблица будет обновлена.

Настройка представления таблицы выполняется аналогично. Единственным существенным отличием является применение QSqlRelationalDelegate вместо делегата по умолчанию. Именно этот делегат обеспечивает работу с внешними ключами.

```
trackModel=new QSqlTableModel(this);
trackModel->setTable("track");
trackModel->setHeaderData(Track_Title, Qt::Horizontal,tr("Title"));
trackModel->setHeaderData(Track_Duration, Qt::Horizontal,tr("Duration"));
```

Для пользователей, предпочитающих иметь дело с высокоуровневым интерфейсом базы данных, который не требует знания синтаксиса SQL, классы QSqlTableModel и QSqlRelationalTableModel



являются наиболее приемлемыми. Эти классы представляют таблицы SQL в том же виде, как и классы других моделей Qt. Они могут использоваться самостоятельно для кодирования в программе просмотра и редактирования данных или могут подключаться к представлениям, с помощью которых конечные пользователи будут сами просматривать и редактировать данные.

**Вывод.** Таким образом, рассмотренные особенности работы с кроссплатформенной библиотекой Qt позволят разработчикам информационно-аналитической системы решить наиболее важные проблемы при работе с базами данных и в частности проблемы разработки пользовательского интерфейса.

#### **Библиографический список**

1. Земсков Ю. В. Программирование на C++ с использованием Qt4: Издательство ZI-soft. – Волгоград, 2007. – 346 с.
2. Алексеев Е. Р., Злобин Г. Г. Программирование на языке C++ в среде Qt Creator. – М. : ALT Linux, 2015. – 247 с.
3. Камаев В. А., Костерин В. В. Современные технологии программирования 2-е издание. – М. : Высшая школа, 2006. – 453 с.
4. Бланшет Ж., Симмерфилд М. Qt4: программирование GUI на C++. – М. : КУДИС-ПРЕСС, 2007. – 575 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ  
НА РАННИХ ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

**Чистов К. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Рамазанов М. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматриваются этапы проектирования летательных аппаратов, как вид научной деятельности. Исследуется возможность использования автоматизированных компьютерных систем на ранних этапах проектирования.

**Ключевые слова:** летательный аппарат, автоматизация, компьютерные системы, этапы проектирования.

В современном мире, где прогресс не стоит на месте, появляется потребность в новых летательных аппаратах (ЛА) и транспортных космических системах (ТКС), которые будут более безопасными, экологичными и энергоэффективными. Однако высокая себестоимость и длительный период создания ЛА замедляют темпы развития отрасли. Проектирование ЛА – очень сложный и наукоемкий процесс.

Существуют различные пути увеличения интенсивности и экономической эффективности производства наукоемких изделий. Один из них — это автоматизация этапов разработки и проектирования. При этом контроль каждого этапа должен производиться специалистами ракетно-космической отрасли. Основным средством автоматизации научных исследований являются компьютерные системы, с помощью которых производятся математическое и имитационное моделирование, автоматизация расчетов.

Характеризуя возможности автоматизации на различных этапах научных исследований, можно отметить, следующее [3].

1. Автоматизация практически невозможна на этапах: постановки задачи; поиска, обобщения, анализа и индексации первичной информации; разработки приоритетных направлений; выбора критериев оценки результатов, методов, средств; вывода новых закономерностей, новых теорий, направлений науки.

2. Частичная автоматизация возможна на этапах: сопоставительного анализа результатов; фундаментальных исследований; разработки практических рекомендаций.

3. Высокий уровень автоматизации достигается на этапах: наблюдения; физического моделирования; извлечения, преобразования первичной информации; прикладных исследований; определения эмпирических зависимостей.

4. Полная автоматизация возможна на этапах: математического моделирования; имитационного моделирования; поиска, сортировки, фильтрации, накопления, хранения информации.

В основном автоматизации подлежат трудоемкие вычислительные процессы и процессы глубокого анализа. При этом автоматизация должна быть высокоэффективной и экономически выгодной, тогда ее использование оправдывает себя.

Рассмотрим, этапы процесса проектирования ЛА [2]:

1. Разработка технического задания (ТЗ).
2. Подготовка и выпуск технического предложения.
3. Разработка эскизного проекта.
4. Разработка технического проекта.
5. Выпуск рабочей документации на опытные изделия и модели.
6. Изготовление опытных изделий и проведение их наземной отработки.
7. Летно-конструкторские испытания.

Выделим первые два этапа. ТЗ – результат комплексных поисковых научных исследований, на основании которых формируются предпосылки целесообразности создания нового ЛА. На этапе разработки технического задания осуществляется анализ развития рынка на ближайшие 20 лет, составляется прогноз основных параметров ЛА, изучается состояние и перспективы зарубежных аналогичных разработок. На этом этапе проводится оценка создания нового изделия с экономической точки зрения, подсчитываются расходы и прибыли в процессе эксплуатации изделия (для коммерческих заказов). В разработанном техническом задании наряду с другими требованиями задают летно-технические характеристики как исходные данные для проектирования [4].

На этапе подготовки технического предложения выполняются следующие работы (рис.).

1. Проводится техническое и технико-экономическое обоснование разработок.
2. Рассматриваются альтернативные варианты конструктивных и технологических решений, соответствующих летно-техническим характеристикам.
3. Решаются задачи баллистического проектирования для каждого варианта, в результате чего появляется возможность определять оптимальные проектно-баллистические параметры, энергомассовые и геометрические характеристики проектируемого изделия.
4. Осуществляется оценка эффективности альтернативных вариантов ЛА с учетом экономических затрат, сроков создания, технологичности, надежности и т.д.

Техническое предложение представляет собой совокупность конструкторских решений, которые содержат техническое и технико-экономическое обоснования нескольких вариантов изделия, отвечающих требованиям технического задания. Затем, производится их сравнительная оценка и определяется наиболее приемлемый вариант, соответствующий оптимальным показателям качества.

Для полного анализа процесса проектирования, с точки зрения автоматизации, стоит добавить, что на этапах разработки эскизного и технического проекта и выпуска рабочей документации в ракетостроении уже широко распространены системы автоматизированного проектирования (САПР) различного уровня: AutoCAD, Autodesk Inventor, SolidWorks, Компас 3D, NX, CATIA и другие. За счет них автоматизация достигается на этапах физического, математического и имитационного моделирования. Дальнейшим развитием данных систем являются системы автоматизированного исследовательского проектирования (САИП). САИП включает все средства обеспечения САПР: техническое, математическое, информационное, программное, лингвистическое, методическое. Кроме того, автоматизированное исследовательское проектирование тесно связано с автоматизированной системой научных исследований (АСНИ) [1].

На этапах экспериментальной отработки изделия необходимо выбрать методику проведения испытаний, что подразумевает планирование, организацию и обработку полученных экспериментальных данных. Для реализации этих процессов возможно использование АСНИ.

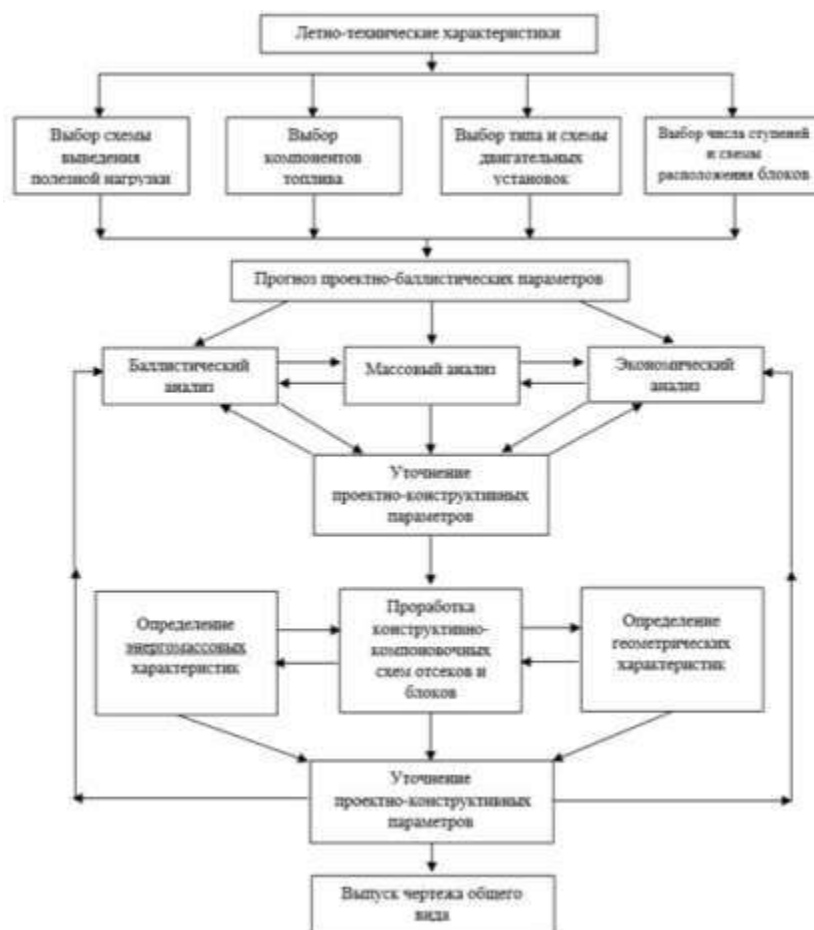


Рис. Логическая модель решения основных проектно-конструкторских задач на этапе разработки технического предложения

**Выводы.** Этап разработки ТЗ – это творческий процесс и автоматизация может его затруднить, стать серьезной проблемой. При формировании технического предложения также присутствует творческая составляющая, поэтому полная автоматизация всего этапа в настоящее время маловероятна. Автоматизация за счет компьютерных систем представляется возможной для решения задач баллистического проектирования для каждого варианта, разрабатываемого ЛА, определения оптимальных проектно-баллистических параметров, энергомассовых и геометрических характеристик.

#### Библиографический список

1. Ледяев А. П., Быков В. П., Ватулин Я. С., Мигров А. А. Автоматизация исследовательского проектирования // Известия ПГУПС. – 2014. – № 2. – С. 165–169.
2. ГОСТ 2.103-2013. Единая система конструкторской документации стадии разработки: межгосударственный стандарт: издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2014 г. № 1794-ст / разработан ВНИИН-МАШ. АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика». – Введен впервые. – М. : Стандартформ, 2019. – Введ. 2015-07-01.
3. Круглов В. И., Ершов В. И., Чумадин А. С., Курицына В. В. Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении : учеб. пос. – М. : Логос, 2011. – 432 с.
4. Мухамедов Л. П. Основы проектирования транспортных космических систем : учеб. пос. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 265 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ АВАРИЙНОГО ВЗРЫВА БОЕПРИПАСА ПРИ ГРУППОВОМ ХРАНЕНИИ В СТАЦИОНАРНОМ ХРАНИЛИЩЕ

Шевченко А. Г.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассмотрены возможные этапы инициирования боеприпасов при групповом хранении, показана необходимость принятия дополнительных мер, обеспечивающих групповую взрывобезопасность боеприпасов.

**Ключевые слова:** боеприпас, групповое хранение, взрывобезопасность, взрыв, развитие аварии.

Задачи поддержания боеприпасов (БП) в установленных степенях готовности, обеспечение их сохранности и обеспечения безопасной эксплуатации напрямую зависят от соблюдения правил эксплуатации БП. Особую роль при эксплуатации БП играет этап хранения, который характеризуется такими свойствами как сохраняемость боевых и эксплуатационных свойств, групповая и ядерная взрывобезопасность (для ядерных боеприпасов (ЯБП)).

Масштаб последствий аварии в местах хранения БП и размеры ущерба при аварии БП могут иметь колоссальные размеры. В случае взрыва одного или группы БП поражающие факторы взрыва распространяются по пространству, разделяющему их, и оказывают инициирующее действие на заряды соседних БП. Таким образом, взрыву подвергается практически вся группа БП, т.е. хранилище в целом. Отсюда вытекает необходимость прогнозировать поведение взрывчатых веществ в опасных ситуациях при различных воздействиях на конструкцию БП, а также комплексно исследовать явления взрыва при хранении БП с целью поиска возможностей управления безопасностью их хранения.

Это, безусловно, требует развития представлений о характере протекания взрывных процессов при массовом взрыве, а также поиска новых решений по управлению безопасностью в процессе хранения БП.

Условия хранения БП определяются эксплуатационными документами на конкретный тип БП.

Под условиями хранения понимают совокупность факторов влияющих на сохранение заявленных параметров характеристик БП в течение гарантийного срока службы и при необходимости за его пределами, а также на возможность проявления всех видов опасности, присущих БП [1].

Таким образом, целью этапа хранения является сохранение параметров боевых и эксплуатационных характеристик БП на заданном уровне в течение гарантийного срока службы и при необходимости за его пределами.

Достижение данной цели обеспечивается решением нескольких задач, из которых основными являются соблюдение эксплуатационных требований при хранении и обеспечение безопасности (групповой взрывобезопасности, групповой ядерной взрывобезопасности (для ЯБП)) исключение или снижение до допустимого уровня нерегламентированных воздействий.

Содержание хранения БП как эксплуатационного мероприятия включает следующие работы:

- приём БП на хранение;
- хранение в течение установленного срока;
- выдача с хранения.

При необходимости процесс хранения может прерываться для технического обслуживания, транспортирования, перевода в различные степени технической готовности.

Количество БП, одновременно находящихся в помещении, определяется размерами, полезной площадью этого помещения, условиями выполнения требований безопасности, изложенных в общих и частных эксплуатационных документах на БП, и устанавливается для каждого конкретного типа БП.

БП хранятся в установленной степени технической готовности в контейнерах или без них в специально оборудованных помещениях.

Согласно работы [2] под аварией БП понимают событие, которое наступает в результате повреждений, неисправностей БП, нерегламентированных воздействий на БП и приводит или может привести к причинению вреда вследствие разрушения, взрыва или сгорания БП, а также проявлению присутствующих БП видов опасностей.

Применительно к проблеме хранения БП, схема развития аварии приведена в таблице.

Таблица 1

Схема развития аварии

Последовательность событий	Необходимые условия
Инициирование	Удар, трение, тепловой нагрев, разряд статического электричества и другие начальные импульсы
Горение	Обеспечение критических параметров (давление, скорость горения, удельная теплота) в зоне начального очага
Переход во взрыв или детонацию	Образование ударной волны
Детонация	Ударная волна с параметрами выше критических

Анализ работы [3] показал, что для обоснования требований по групповой взрывобезопасности при хранении конкретных БП необходимо проведение анализа свойств входящих в его состав взрывчатых веществ (ВВ) в различных физических состояниях и влияние условий хранения на эти свойства.

Для определения влияния взрывоопасных факторов на вероятность возникновения взрыва ВВ необходимо провести моделирование процессов возникновения и развития инициирования БП. Схема инициирования БП в условиях группового хранения представлена на рисунке 1.

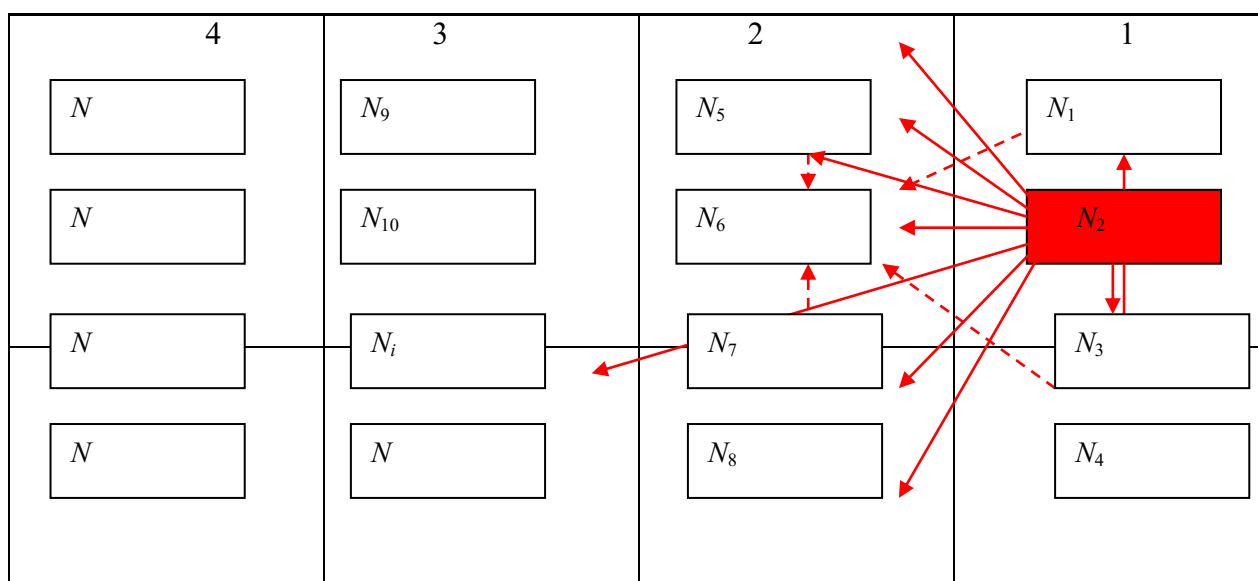


Рис. Схема инициирования БП в условиях группового хранения

Предположим, что БП ( $N_2$ ) инициирован под воздействием внешних факторов. Образующиеся осколочные элементы, с учетом эффекта экранирования, воздействуют только на БП, находящиеся в зоне «видимости», вызывая, в свою очередь, их инициирование. Вероятность инициирования  $P_{ин}$  зависит от ряда факторов и является их функцией:

$$P_{ин} = \int (R, \alpha, m, \mathcal{G}_{оск}, n), \quad (1)$$

- где  $R$  – расстояние между БП;  
 $\alpha$  – угол подхода осколка к поверхности БП;  
 $m$  – масса осколка;  
 $\mathcal{G}_{оск}$  – скорость поражающих элементов;  
 $n$  – количество осколков.

Самым очевидным исходом инициирования является  $N_2-N_6$ , но это маловероятно из-за воздействия осколочного поля на торец БП. Остальные исходы обусловлены цепочными реакциями:  $N_2-N_3-N_6$ ,  $N_2-N_7-N_6$ ,  $N_2-N_1-N_6$ ,  $N_2-N_5-N_6$ . Кроме того, будет иметь место и воздействие на БП  $N_i$ .

Вероятность поражения БП зависит как от энерговооруженности осколка, так и от угла подхода поражающего элемента к поверхности контейнера, а также взаимной экранировки последних друг другом. Анализ работы [3] показал, что в данных условиях БП  $N_1$  и  $N_3$  инициируются с вероятностью 0,80...0,98. Инициирование боеприпасов  $N_5$  и  $N_7$  зависит от их расположения относительно  $N_2$ , при подходе осколков со стороны наконечника вероятность инициирования практически равна 0, а со стороны днища колеблется в пределах 0,25...0,65.

Вероятность инициирования  $N_i$  чрезвычайно мала из-за малого угла подхода осколочных элементов к корпусу БП:  $\alpha < 25^\circ$ . Вероятности инициирования БП в условиях группового хранения в зависимости от скорости поражающих элементов, геометрических размеров и угла подхода представлены в таблице 2.

Таблица 2

**Вероятности инициирования БП в условиях группового хранения**

Номер пассивного сектора	Сектор с активным БП						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	0,42	0	0	0,93	0,75	0
2	0,42	1	0,42	0	0,75	0,93	0,75
3	0	0,42	1	0,42	0	0,75	0,93
4	0	0	0,42	1	0	0	0,75
5	0,93	0,75	0	0	1	0,42	0
6	0,75	0,93	0,75	0	0,42	1	0,42
7	0	0,75	0,93	0,75	0	0,42	1
$N_i$	0	0	0,75	0,93	0	0	0,42

Инициирование БП зоны «прямой видимости» при заданных условиях хранения происходит во временном интервале от 0,0018 до 0,0053 с без учета времени реакции БП. В идеальном случае разновременность инициирования БП  $N_6$  будет равна 0. Реально же очевидно влияние вышеуказанных факторов на вероятность поражения: массы и скорости осколков, угла рикошета, коэффициента формы осколка и, пусть незначительного, смещения БП под воздействием воздушной ударной волны. Анализ значений вероятности инициирования БП в условиях группового хранения в зависимости от скорости

поражающих элементов, геометрических размеров и угла подхода показал, что при нахождении активного БП в секторе 1 сектора 2-й, 5-й и 6-й инициируются с вероятностями 0,42, 0,93 и 0,75 соответственно. Вероятность инициирования всей группы БП в этом случае будет равна 0,989. Аналогично и по другим секторам [2].

Таким образом, для обоснования безопасности при хранении конкретного БП необходимо знание всего комплекса взрывчатых свойств входящих в его состав ВВ и влияние условий хранения на эти свойства.

Вероятность инициирования ВВ при аварийном воздействии зависит от расстояния между БП, угла подхода осколка к поверхности БП, массы и скорости осколка, а также количества осколков. Анализ показал, что независимо от того, в каком секторе находится инициированный БП, вероятность инициирования всей группы без использования дополнительных мер близка к единице.

### **Библиографический список**

1. Балаганский И. А., Мержиевский Л. А. Действие средств поражения и боеприпасов : учеб. – Новосибирск : НГТУ, 2004. – 408 с.
2. Ильин В. В., Козлов В. В., Севрюков И. Т. Развитие теории анализа аварийной ситуации при хранении взрывчатых веществ : монография / НОУ ВПО «Зап.-Урал. ин-т экономики и права». – Пермь, 2012. – 187 с.
3. Бабкин А. В., Велданов В. А., Грязнов Е. Ф. Средства поражения и боеприпасы : учеб. / под общ. ред. В. В. Селиванова. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 984 с.



## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА 4 ГЦМП МО РФ

**Абрашев К. Ю.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Мартынов О. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Гончаров А. М.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены возможности комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БЛА), с целью применения в интересах 4 Государственного межвидового полигона МО РФ для решения задач по поиску остатков материальной части испытуемых изделий (образцов ВВТ), обеспечения безопасности при проведении различных экспериментов.

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат, целевая нагрузка, вероятность обнаружения, дальность прямой радиовидимости, безопасность.

В настоящее время уделяется большое внимание разработке беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Существующие на сегодняшний день технологии и тенденции их развития позволяют БЛА успешно выполнять задачи, которые в прошлом требовали затраты значительных сил и средств. Главное достоинство БЛА – отсутствие на борту человека, благодаря чему имеется возможность выполнять сложные и опасные задачи. Проведение испытаний с применением современных высокотехнологичных БЛА, способных нести на своем борту различные виды полезных грузов, позволит решить следующие задачи:

- осуществление поиска и осмотра остатков материальной части изделий;
- своевременное обнаружение посторонних лиц в секторах стрельбы;
- обнаружение и своевременное принятие мер по тушению пожаров.

На 4 ГЦМП МО РФ можно использовать малогабаритные летательные аппараты массой 20–30 кг, не требующие аэродромного обеспечения. Запуск таких аппаратов производится с помощью специального устройства (катапульты) или с руки оператора.

Малогабаритный БЛА состоит из:

- планера;
- силовой установки;
- пилотажно-навигационной системы;
- целевой нагрузки.

Основные лётно-технические характеристики:

- взлетная масса – до 40 кг;
- радиус действия – до 120 км;

- размах крыла – до 2,5 м;
- время полета – 1–4 ч;
- высота полета – 0,25–5,0 км;
- скорость полета – 60–140 м/с;
- масса полезной нагрузки – 1–3 кг.

Целевая нагрузка определяет основную функциональность БЛА, и может быть выполнена в виде:

- системы оптических устройств;
- приемо-передающего оборудования.

Система оптических устройств размещается непосредственно в корпусе БЛА или жестко прикреплена к нему. Совместная установка телевизионной и инфракрасной камер позволит существенно повысить информативность получаемого изображения. Вероятность обнаружения объекта (образца ВВТ, остатков ЗУР, мишеней) с использованием БЛА зависит от следующих параметров: способа поиска; количества обнаруженных объектов; плотности распределения объектов в районе поиска; размера района поиска; технических характеристик планера БЛА.

Однако на обнаружение объектов оказывает влияние и ряд случайных факторов, в результате чего заранее нельзя наверняка утверждать, будет или не будет обнаружен объект при данных условиях, и способах поиска. Иначе говоря, обнаружение объекта при его поиске является случайным событием, а поэтому, характеризуя возможность обнаружения объекта и, следовательно, эффективность его поиска, необходимо использовать соответствующие методы теории вероятностей.

Вероятность обнаружения объекта может быть определена по формуле:

$$P = \frac{N}{\rho \times S}, \quad (1)$$

- где  $P$  – вероятность обнаружения объекта;  
 $N$  – количество обнаруженных объектов;  
 $\rho$  – плотность распределения объектов в районе поиска;  
 $S$  – площадь района поиска.

Плотность распределения объектов в районе поиска определяется как отношение общего числа объектов к размерам района поиска

$$\rho = n \div S, \quad (2)$$

- где  $\rho$  – плотность распределения объектов в районе поиска;  
 $n$  – число объектов;  
 $S$  – площадь района поиска.

Размер района поиска зависит от параметров полета БЛА и технических характеристик оптической системы. К таким параметрам относятся: высота полета, время нахождения летательного аппарата в полете, его скорость и удаление точки запуска БЛА от района поиска, углы поля зрения оптической системы. Размер района поиска определяется:

$$S = D_{бд} \times L_{ш}, \quad (3)$$

- где  $D_{бд}$  – расстояние от ближней до дальней границы района;  
 $L_{ш}$  – ширина области просмотра оптической системы.

$$D_{бд} = t_{п} \times V_{бла}, \quad (4)$$

- где  $t_{п}$  – время нахождения БЛА в районе поиска;  
 $V_{бла}$  – скорость полета БЛА.

$$t_{п} = t_{тх} - 2t_{уд}, \quad (5)$$

где  $t_{ТТХ}$  – время нахождения БЛА в полете по ТТХ;  
 $t_{уд}$  – время, полета БЛА от точки запуска до ближней границы района поиска.

$$t_{уд} = D_{пу} \div V_{бла}, \quad (6)$$

где  $D_{пу}$  – дальность от точки запуска БЛА до ближней границы района поиска.

При этом необходимо учесть, что расстояние до дальней границы района поиска  $D_{рп}$  ограничивается дальностью прямой радиовидимости  $R$ , на которой обеспечивается управление летательным аппаратом с наземного пункта управления, поэтому:

$$D_{рп} \leq R, \quad (7)$$

Дальность прямой радиовидимости рассчитывается по формуле:

$$R = 3,57 \times (\sqrt{H_{прд}} + \sqrt{H_{прм}}), \quad (8)$$

где  $R$  – дальность прямой радиовидимости, км;

$H_{прд}$  – высота расположения передающей антенны, м;

$H_{прм}$  – высота расположения приемной антенны, м.

Из приведенных формул видно, что вероятность обнаружения объекта в силу существенной разницы в высоте полета БЛА и высоте наземных антенн будет зависеть от дальности прямой радиовидимости и как следствие от увеличения высоты полета БЛА.

БЛА возможно использовать для обеспечения безопасности при проведении натуральных экспериментов. Для первичной оценки ситуации с целью исключения ложной тревоги можно использовать БЛА с камерой. Высокая скорость полёта и минимальное время вылета позволят ему быстро достигнуть отдалённых участков сектора стрельбы. Оператор БЛА может осмотреть интересующий его участок, понять необходимость выезда подвижной группы и принять соответствующее решение. Для выполнения такой задачи БЛА должен обладать средствами визуального обнаружения, как в светлое, так и в тёмное время суток. В светлое время видеочамера должна иметь возможность распознавания человека на открытом пространстве с высоты в 50–100 м. Для визуального обнаружения целей в ночное время суток БЛА оборудуется тепловизором. Человек обнаруживается тепловизором на удалении до 300 м.

Применение БЛА для обнаружения пожаров является одним из самых эффективных инструментов дистанционной разведки. Полученная объективная информации позволяет грамотно организовывать мероприятия по предупреждению и ликвидации степных пожаров, возникающих вследствие падения горящих остатков материальной части, оперативно реагировать на изменения обстановки, что в конечном результате отражается на эффективности, качестве и своевременности выполнения поставленных задач.

БЛА должен иметь самодостаточный, целостный, логически завершённый комплекс программно-аппаратных средств, предполетной подготовки и планирования полета на видео и аэрофотосъемку, сопровождения полета и коррекции полетного задания.

Проанализировав комплексы с БЛА российского производства, для проведения испытательных работ на 4 ГЦМП МО РФ могут применяться такие как: «Орлан-10» или «Supercam – 350»

Комплекс беспилотной воздушной разведки и наблюдения с беспилотными летательными аппаратами «Орлан-10» разработан российским предприятием ООО «Специальный технологический центр».

Комплекс позволяет контролировать протяженные объекты в труднодоступной местности. Может использоваться для поисковых работ. Сложные метеословия не станут помехой при использовании комплекса благодаря высокой устойчивости беспилотного аппарата. При построении БЛА Орлан-10 использовалась модульная архитектура, что позволяет менять состав бортового оборудования весьма

оперативно, а также перевозить БЛА в разобранном виде. Беспилотный летательный аппарат Орлан-10 оснащен фотоаппаратом и гиросtabilизированной телевизионной камерой.



Рис. 1

Наземный пункт управления (НСУ) позволяет одновременно управлять 4 аппаратами. Любой из аппаратов может быть использован в качестве ретранслятора, для передачи сигналов управления более удаленным БЛА.

Возможности комплекса:

- оперативная замена полезной нагрузки и состава бортового оборудования;
- обеспечение видео- и фотосъемки в сочетании с регистрацией текущих параметров (координаты, высота, номер кадра);
- использование в сложных метеоусловиях и с ограниченных площадок;
- размещение контрольно-измерительной аппаратуры внутри консолей крыла;
- наличие бортового генератора позволяет использовать активные нагрузки в течение всего полета;
- использование одного БЛА в качестве ретранслятора для остальных.

Компоновочная схема с разборным фюзеляжем, наилучшим образом соответствуют решаемым задачам и обеспечению удобства транспортировки комплекса БЛА. Дополнительный объем внутри консолей крыла беспилотника позволяет разместить на борту широкий спектр аппаратуры полезной нагрузки.

«Орлан-10» может быть оснащен сразу несколькими типами целевого оборудования, одновременно на одном беспилотнике могут быть смонтированы фото- и видеокамера, тепловизор, радиопередатчик для передачи изображения на пульт и даже ретранслятор сигнала. Последний будет полезен для одновременного использования нескольких "Орланов", в том числе и за пределами рекомендованного радиуса действия. Благодаря этому можно производить наблюдение несколькими средствами без необходимости возвращения на базу и замены оборудования.

Российский беспилотный самолет «Supercam – 350», производства «Беспилотные системы» (г. Ижевск), спроектирован специально для суровых российских условий и предназначен для аэрофотосъемки и видеосъемки.



Рис. 2

Конструктивное исполнение с модульной архитектурой позволяет оперативно менять полезные нагрузки БЛА и варьировать состав бортового оборудования. Герметичное исполнение модуля системы управления и полезной нагрузки существенно продлевает срок службы дорогостоящего оборудования при регулярной эксплуатации беспилотника.

БЛА имеет разборную конструкцию со сменными крыльями. В случае жесткой посадки крылья автоматически отсоединяются от центроплана для снижения энергии удара и сохранения БЛА. Отделяемые от центроплана крылья, облегчают транспортировку, уменьшая габариты кейса, специальная система крепления крыла к центроплану позволяет ему самостоятельно отделяться в случае жесткой посадки, снижая энергию удара и предохраняя самолет от поломки, в случае поломки заменяется только крыло.

Аппарат и специальное программное обеспечение применяется для авиационного беспилотного патрулирования трасс, которое заключается в контроле состояния трасс на основе просмотра материалов, полученных с использованием видеокамеры, цифровой фотокамеры или тепловизора, установленной на беспилотном летательном аппарате.

Оснащение полигона комплексами БЛА расширит возможности экспериментальной испытательной базы, повысит оперативность и достоверность полученной информации, сократит время принятия решений, особенно в тех условиях, когда выполнение задач сопряжено с риском для жизни и здоровья людей.

При выборе БЛА необходимо учитывать не только стоимость, параметры дальности и продолжительности полета, но и работоспособность всех компонентов комплекса (средств запуска, аккумуляторов, полезной нагрузки и аппаратуры наземной станции управления) в возможных реальных условиях эксплуатации.

Для обеспечения летных экспериментов максимальная дальность полета должна быть 90–100 км.

### **Библиографический список**

1. Сечин А. Ю., Дракин М. А., Киселева А. С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования.
2. Применение цифровых оптических систем для беспилотных летательных аппаратов. – Режим доступа: [https://www.uav.ru/%2Farticles/%2Fopteq\\_uav](https://www.uav.ru/%2Farticles/%2Fopteq_uav), ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Венцель Е. С. Теория вероятностей : учеб. для студентов вузов. – М. : Академия, 2003.
4. Дмитриев В. И., Галимов А. Ф., Пылаев Н. А. Энергетический расчёт участка между беспилотным летательным аппаратом и подвижным объектом, составной радиопередачи // Труды ВАС. – 2015. – № 91. – 2015.

## ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ГРУППОВЫХ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

**Бердюгин С. Ю.,**

начальник лаборатории,

Череповецкое высшее военное инженерное училище радиоэлектроники,

г. Череповец, Вологодская область,

**Митрахович В. А.,**

доктор педагогических наук, профессор,

филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос профессиональной подготовки обучающихся в условиях быстрого технического развития современных специализированных комплексов и процесс формирования нормативов, как средств контроля уровня подготовки и развития способностей к творческому мышлению и дальнейшему саморазвитию. Необходимость совершенствования образовательного процесса и системы педагогического контроля обучающихся по специальности в условиях возрастающих требований общества и государства к военному специалисту и многовариантности образовательных стандартов.

**Ключевые слова:** профессиональная подготовка обучающихся, образовательный процесс, формирование нормативов как средств контроля, педагогический контроль, военные специалисты.

Главная функция педагогики высшей военной школы – всестороннее исследование педагогического процесса высшего военно-учебного заведения (ввуз) в целях его совершенствования и развития. Представляя собой целеустремленную, взаимообусловленную деятельность научно-педагогического состава и курсантов ввуза, педагогический процесс функционально складывается из воспитания, обучения, интеллектуального и физического развития, а также педагогической и психологической подготовки курсантов ко всем видам профессиональной деятельности [3].

Квалификационными требованиями (КТ) при изучении каждой учебной дисциплины (УД) и федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО), обеспечивающими необходимое качество решения задач профессиональной подготовки (ПП), является формирование у обучающихся профессиональных и социальных навыков и способностей в применении, обслуживании, организации эксплуатации вооружения, военной и специальной техники, работы в воинском социуме, в обучении и воспитании личного состава, различающимся по уровню образования, воспитанности, менталитету и др. [1; 4].

Постоянное развитие технических средств и научные достижения в области обороны государства влекут за собой необходимость внесения корректив в КТ к ПП военного специалиста, что, в свою очередь, ведет к необходимости корректировки образовательного процесса и нередко возникает необходимость формирования и организации обучения по новым УД. Одной из таких дисциплин в ввузе, в соответствии

с новыми КТ и ФГОС ВО, является изучение и освоение порядка и специфики применения специальных комплексов на беспилотных летательных аппаратах (БЛА).

Одной из важных составляющих образовательной деятельности вуза, оказывающей влияние как на организацию и проведение образовательного процесса по изучению данной УД, так и в целом на подготовку квалифицированных военных кадров и развитие системы военного образования, является объективный и всесторонний педагогический контроль. В условиях стандартизации подготовки специалистов обозначилась необходимость обоснованно оценивать качество их подготовки и как следствие готовность к самостоятельной профессиональной деятельности [1; 2].

Определение критериев и их показателей для контроля уровня освоения УД является сложной задачей и требует понимания научно-педагогическим составом общей и частных целей образовательного процесса по специальности и требований, предъявляемых к обучающимся вуза обществом и государством. В период их определения формируются конкретные характеристики и индикаторы, по которым в процессе обучения будет определяться уровень сформированности компетентности обучающегося и делаться выводы о результативности образовательного процесса в вузе.

Анализ справочно-энциклопедической литературы и научных работ Ю. Н. Дрешер, В. И. Загвязинского, Г. П. Ивановой, Н. Б. Лумбуновой и др. позволил определить нормативный показатель как четко определенный порядок действий обучающегося при отработке практических действий на специализированных комплексах в определенных временных рамках, в различных смоделированных условиях обстановки раскрывающий уровень ПП в соответствии с выбранным критерием как результат изучения и освоения УД (основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)).

Использование нормативных показателей в системе контроля ПП обучающихся вуза и оценке их уровня развития навыков и умений позволит:

- довести навыки и умения по отдельным операциям при эксплуатации специализированного комплекса до автоматизма на одном рабочем месте большому количеству обучающихся;
- моделировать выполнение нормативов в различных условиях обстановки и на различных формах учебных занятий;
- на одном автоматизированном рабочем месте обучающегося моделировать различные условия обстановки по оценке возможности и эффективности применения специализированного комплекса;
- охватить при выполнении одного норматива комплекс знаний, полученных при изучении других УД в рамках базовой части ОПОП ВО;
- оценить результаты своей работы в различных условиях обстановки;
- развивать систему контроля качества ПП обучающихся по специальности в вузе.

В рамках формирования и наполнения УД в вузе в качестве показателей (формирование фонда оценочных средств (ФОС)) для оценки уровня ПП курсантов предлагается использовать нормативы по подготовке подразделений (расчетов) БЛА, используемые в Министерстве обороны Российской Федерации (МО РФ). Адаптирование данных нормативов и формирование своих к условиям и образовательному процессу вуза и наиболее полно раскрывающих уровень ПП курсантов является сложной педагогической задачей.

Любое сложное техническое устройство, а особенно специализированный комплекс может рассматриваться с точки зрения сложной взаимосвязанной из множества элементов системы, от правильного



функционирования каждого из которых зависит функционирование ее в целом. Таким образом, последовательная отработка и закрепление навыков и умений обучающимися на отдельных функциональных элементах, грамотное и своевременное оформление сопутствующих документов, а затем организация эксплуатации и применение специализированного комплекса целиком в составе экипажа из числа курсантов успевающих на уровне «хорошо» и «отлично» позволит сформировать способности и готовность к самостоятельной эксплуатации специализированного комплекса с подчиненным личным составом в любых условиях обстановки, обучать подчиненный состав, взаимодействовать в воинском коллективе (социуме), с целью наиболее эффективно решать поставленные задачи и развиваться как профессионал воинского дела [5].

Разрешению данной задачи будет способствовать разработка методики формирования групповых и индивидуальных нормативных показателей для оценки уровня ПП курсантов ввуза при изучении УД в соответствии с требованиями квалитметрии, психологии, педагогики, эргономики, объективности и достоверности.

Для формирования набора групповых и индивидуальных нормативных показателей для оценки уровня ПП курсантов, на основе используемых в МО РФ нормативов по подготовке подразделений (расчетов) и их последующей корректуры, в соответствии с тенденциями развития технических средств предлагается следующая последовательность действий:

1. Сформировать пакет исходных данных для формирования групповых и индивидуальных нормативов: КТ, учебная программа (ФОС, имеющиеся учебно-методические материалы (УММ)), определены требования и условия их выполнения, перечень используемых нормативов при подготовке экипажей, имеющаяся учебно-материальная база, междисциплинарные связи и др.

2. Определение целей в профессиональной деятельности военного специалиста и ПП курсантов, необходимых для выявления возможности физической оценки их деятельности, что будет определять выбор и формирование нормативов, для их последующей адаптации к условиям ввуза.

3. Формирование набора групповых и индивидуальных нормативов для оценки уровня профессиональной подготовки обучающихся по УД, с учетом специфики применения комплекса. Индивидуальные нормативы являются составляющими частями групповых и более детально раскрывают уровень знаний, навыков и умений курсанта.

4. Оценка возможностей и последующее формирование учебно-материальной базы (УМБ), позволяющей отрабатывать индивидуальные нормативы на кафедре ввуза и групповые нормативы в составе экипажа на базе полевого учебного центра.

5. Разработка и подготовка УММ (указаний, рекомендаций, литературы, наглядных пособий и др.) необходимых для качественной отработки индивидуальных и групповых нормативов обучающимися и достижения ими высоких результатов в ПП.

6. Исходя их условий: УМБ и УММ сформированы, позволяют проводить отработку нормативов, определена последовательность действий и набор необходимых данных для понимания обучающимся целей деятельности и ПП, нормативы выносятся на рассмотрение кафедральной предметно-методической комиссии.

7. Сформированный и утвержденный набор нормативов с УММ по УД апробируется в ходе эксперимента с использованием аналитически-исследовательского и статистического методов и экспертной оценки результатов, для формирования шкалы оценки уровня ПП обучающихся.

8. Полученные результаты выносятся на рассмотрение ученого совета ввуза для последующего включения в ФОС для оценки уровня ПП обучающихся.

Последовательная итерация цикла процедур 4–14 блок-схемы, представленной на рис. 1, позволит сформировать: набор групповых и индивидуальных нормативных показателей, подготовить и развить УМБ, сформировать и расширить УММ, развивать систему педагогического контроля и т. д., необходимые для качественной подготовки курсантов и оценки уровня их ПП.

В рамках предложенной последовательности действий подготовки нормативных показателей особое место занимает подпроцесс формирования самого набора индивидуальных и групповых нормативов с учетом специфики применения комплексов.

Детальное рассмотрение четвертого элемента блок-схемы представленной на рисунке 1, позволит понять процедуру формирования самих нормативов и сформировать матрицу их взаимосвязи.

Для формирования набора групповых и индивидуальных нормативных показателей предлагается следующая последовательность действий:

1. Для формирования набора нормативов используем сформированный пакет в ходе выполнения процедур 1–3 блок-схемы представленной на рисунке 1.

2. Готовим перечень групповых нормативов с учетом специфики применения комплексов (опыт эксплуатации).

3. Готовим перечень индивидуальных нормативов составляющих групповой норматив с учетом специфики применения комплексов (опыт эксплуатации функциональных узлов, элементов).

4. Формируем частные критерии по каждому индивидуальному нормативу, которые будут определять его выполнение и формировать ФОС для оценки уровня ПП обучающихся.

5. Формируем весовые коэффициенты частных критериев индивидуальных нормативов, используя мнение экспертов (имеющие опыт эксплуатации, прошедшие подготовку на данных комплексах).

6. В соответствии с определенными весовыми коэффициентами частных критериев индивидуальных нормативов формируем весовые коэффициенты самих нормативов.

7. В соответствии с определенными весовыми коэффициентами индивидуальных нормативов формируем весовые коэффициенты групповых нормативов.

8. Полученная матрица групповых и соответствующих им индивидуальных нормативов соответствует мнениям экспертов, то переходим к процедуре пятый блок-схемы представленной на рисунке 1. Если мнение экспертов не совпадает, то возвращаемся ко второму шагу предлагаемой последовательности действий, для последующего уточнения перечня групповых и соответствующих им индивидуальных нормативов.

Последовательное выполнение процедур 4.1–4.8 блок-схемы, представленной на рисунке 2, позволит сформировать набор групповых и индивидуальных нормативов для оценки уровня ПП обучающихся.

Последовательное выполнение действий алгоритма и его подпроцесса формирования групповых и соответствующих им индивидуальных нормативов в соответствии с требованиями квалиметрии, психологии, педагогики, эргономики, объективности и достоверности позволит расширить и улучшить систему педагогического контроля ПП курсантов.

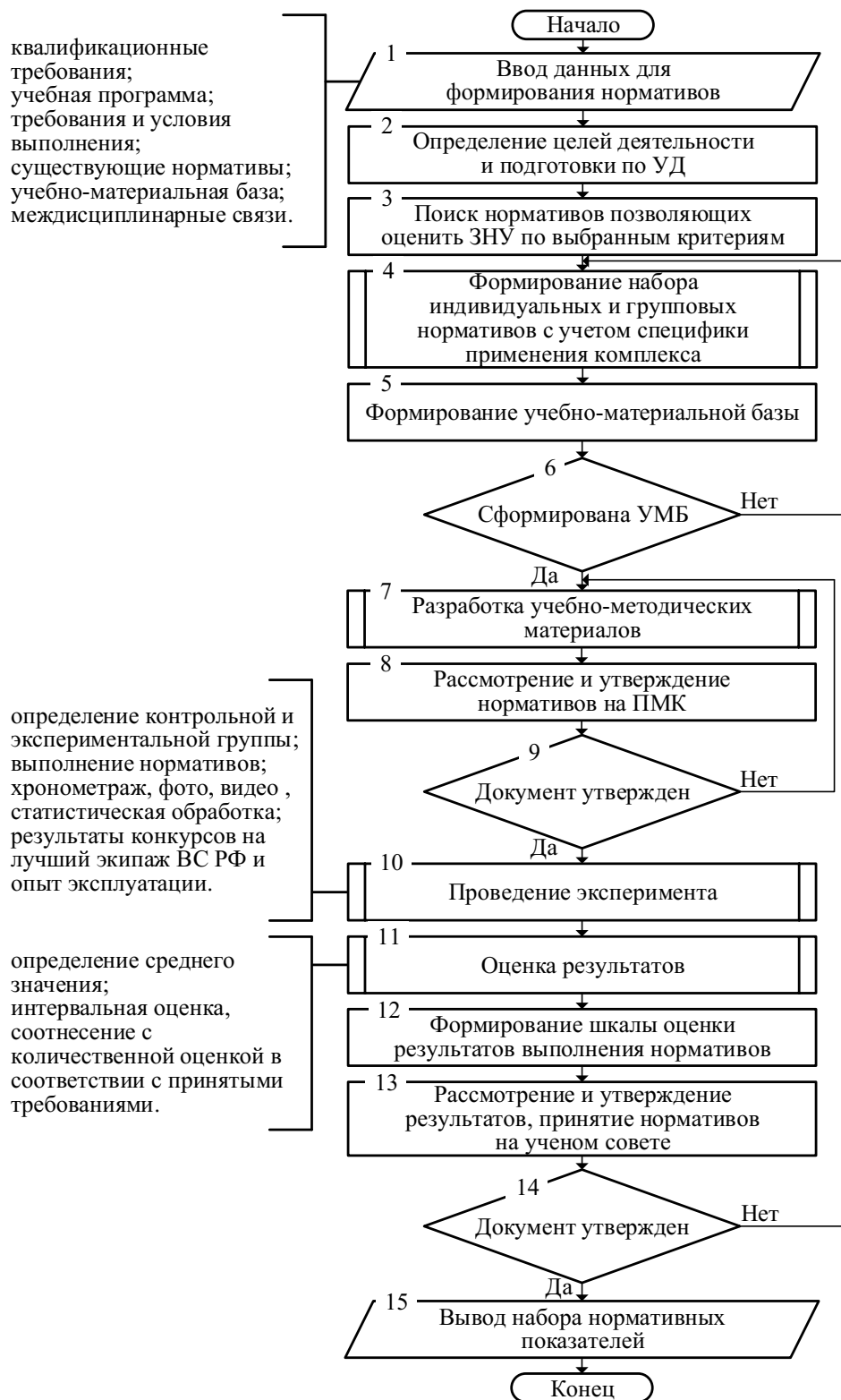


Рис. 1. Алгоритм формирования нормативных показателей

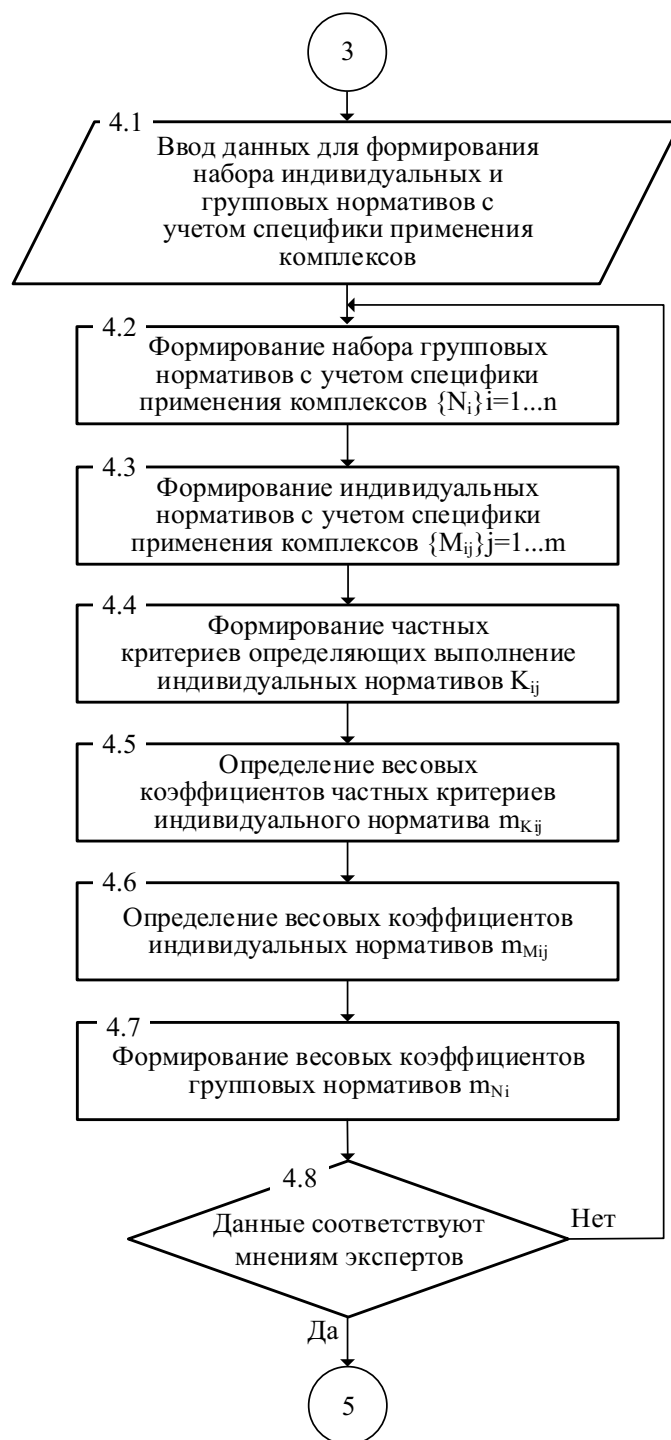


Рис. 2. Подпроцесс формирования индивидуальных и групповых нормативов

Внедрение, использование и в дальнейшем расширение набора нормативных показателей в системе педагогического контроля вуза как одного из элементов системы методического сопровождения профессиональной подготовки обучающихся по специальности при освоении ОПОП ВО позволит:

- расширить и повысить ее качество;
- повысить уровень ПП курсантов;
- активизировать обучающихся в образовательном процессе;
- корректировать образовательный процесс по специальности и т. д.

Система методического сопровождения профессиональной подготовки курсантов ввуза по специальности предполагает непрерывную деятельность, заранее спланированную, реализованную и направленную на формирование оптимально организованного образовательного процесса. Результатом реализации данной системы является выпускник – офицер, готовый к самостоятельной работе по всем видам профессиональной деятельности, дальнейшему саморазвитию, работе в воинском социуме и как грамотный педагог в воспитании и обучении подчиненного личного состава, отвечающий современным условиям развития общества [5; 6].

### **Библиографический список**

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 11.05.02 Специальные радиотехнические системы (уровень специалитета) : Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 11.08.2016 г. № 1019.

2. О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» : Приказ Министра обороны Российской Федерации № 670 от 15.09.2014 г.

3. Актуальные проблемы педагогики и психологии высшей военной школы : учеб. пос. / В. И. Вдовюк, А. М. Воробьев, П. Н. Городов, В. П. Давыдов и др. ; под ред. генерал-майора А. В. Барабанщикова. – М. : ВПА им. В. И. Ленина, 1980. – 280 с.

4. Митрахович В. А. Развитие педагогического потенциала воинского социума в формировании профессионализма у военнослужащих контрактной службы : монография / науч. ред. Н. М. Борытко. – СПб : ЛЕМА, 2012. – 411 с.

5. Митрахович В. А. Функции профессионализма военнослужащих контрактной службы Вооружённых сил России // Инновационные образовательные технологии. – 2009. – № 3 (19). – С. 19–26.

6. Митрахович В. А., Бердюгин С. Ю. Сущность методического сопровождения профессиональной подготовки курсантов в высшем военно-учебном заведении // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2018. – № 3 (80). – С. 297–301.

## ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫРАБОТКА РЕШЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Богданенко А. С.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной статье описывается определение оцениваемого показателя и выработка решений при проведении испытаний вооружения и военной техники.

**Ключевые слова:** испытания, показатели объекта испытаний, доверительный интервал.

Пусть при проведении испытаний вооружения и военной техники (ВВТ) необходимо оценить качество объекта испытаний с заданной достоверностью при минимальных затратах. Данный процесс является итеративным (повторяющимся), т. е. при выполнении последующих этапов могут возникнуть ситуации, когда необходимо возвращаться к предыдущим этапам и производить их уточнение и корректировку [1; 2]. При выполнении всех этапов испытаний принимается решение  $\bar{R}$ , обеспечивающее:

- 1) подготовку выполнения каждого этапа испытаний;
- 2) текущее управление процессом испытаний;
- 3) оценка качества испытываемого объекта.

В узком смысле под испытаниями понимают экспериментальное определение значений показателей и свойств конкретного объекта  $A_i$  в процессе его функционирования.

Процесс испытания  $\Pi_i$  содержит следующие этапы:

- 1) постановку задачи на проведение испытаний;
- 2) обоснование методов решения поставленной задачи;
- 3) планирование испытаний;
- 4) проведение испытаний;
- 5) обработку информации;
- 6) анализ результатов и принятие решений.

В широком смысле под испытаниями понимается процесс подготовки и проведения испытаний заданного класса объектов  $\bar{A} = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  с целью последующего ввода их в эксплуатацию.

Этапы испытаний включают:

- постановку задачи на создание системы испытаний, подготовку к испытаниям заданного образца ВВТ;

- создание системы проведения испытаний;

- проведение испытаний конкретных объектов путем реализации процессов

$\bar{\Pi}_i = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n\}$  и принятие решений по каждому виду испытываемых объектов

$\bar{R} = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ .

- проведение доработок в случае выявления недостатков;

- повторная реализация процессов  $\Pi_i$  в случае выявления недостатков.

При реализации этих этапов принимается решение, обеспечивающее:

- 1) обоснование эффективной системы проведения испытаний;
- 2) эффективную реализацию процессов для каждого испытываемого объекта;
- 3) необходимость проведения доработок или ввод объекта в эксплуатацию.

**1. Обработка результатов ограниченного числа испытаний.** Обозначим оцениваемый показатель объекта через  $X$ . Данный показатель является случайной величиной, так как он может принимать различные значения, в зависимости от воздействия случайных факторов (помехи, действия личного состава и т. д.).

Случайная величина определяется законом распределения вероятности [4]. Каждый закон характеризуется параметрами этого закона или параметрами случайной величины  $X$ . Такими параметрами являются математическое ожидание и дисперсия. Для получения оценок этих параметров создается система испытаний, которая включает в себя (рис. 1):

ОИ – объект испытаний;

ПОВР – подсистема определения возможных реализаций  $X_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$  случайной величины  $X$ ;

ПВОЦ – подсистема обработки полученных значений  $X_i$  и вычисления оценки  $a^*$ ;

ППР – подсистема принятия решения на основании полученного значения  $a^*$ .

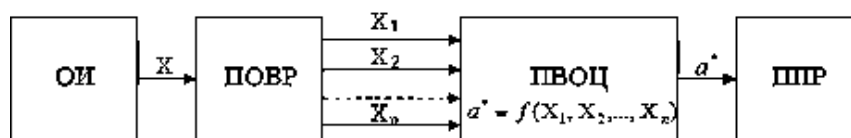


Рис. 1. Система испытаний

При организации испытаний оценка  $a^*$  параметра  $a$  (математическое ожидание или дисперсия) должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) состоятельность,  $P\{|a^* - a| = 0\} \rightarrow 1$ , при  $n \rightarrow \infty$ ;
- 2) несмещенность,  $M[a^*] = a$  т.е. при ограниченном числе испытаний  $M[a^*]$  равно действительному значению;
- 3) эффективность,  $D[a^*] = \min$ .

**2. Оценки статистических показателей объекта испытаний.** Рассмотрим объект испытаний, который имеет показатель  $X$  с математическим ожиданием  $M$  и дисперсией  $D$ . Проведены испытания  $X \rightarrow X_1, X_2, \dots, X_n$  [3]. Необходимо определить:

- 1)  $a^* = f_M(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , при  $a^* = M^*$ ;
- 2)  $a^* = f_D(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , при  $a^* = D^*$ .

Для  $a^* = M^*$  получаем:

$$M^* = n^{-1} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i. \quad (1)$$

Эта оценка является состоятельной и несмещенной, а для нормального закона распределения  $X$  – эффективной.

Для  $a^* = D^*$  получаем:

$$D^* = n^{-1} \sum_{i=1}^n (X_i - M^*)^2. \quad (2)$$

Эта оценка является состоятельной и эффективной для нормального закона распределения  $X$ . Однако она является смещенной, так как

$$M[D^*] = n^{-1}(n-1)D.$$

Поэтому используем исправленную статистическую оценку дисперсии, умножив величину  $D^*$  на  $n(n-1)^{-1}$ .

$$D^* = (n-1)^{-1} \sum_{i=1}^n (X_i - M^*)^2. \quad (3)$$

**3. Определение точности испытаний.** Изложенные выше оценки, когда  $M$  и  $D$  оцениваемого параметра  $a$ , называются точечными оценками. Однако в процессе испытаний необходимо также определить и точность этих оценок. Для этого используются интервальные оценки [5].

Оценки с использованием доверительного интервала и доверительной вероятности называются интервальными оценками.

Доверительный интервал – это интервал, на который будет попадать параметр  $a$ , оцениваемый в процессе испытаний с помощью оценки  $a^*$ , с заданной доверительной вероятностью  $\beta$ .

Пусть  $P(|a^* - a| < \varepsilon) = \beta$  или  $P((a^* - \varepsilon) < a < (a^* + \varepsilon)) = \beta$ , тогда доверительный интервал  $I_\beta = (a^* - \varepsilon; a^* + \varepsilon)$ .

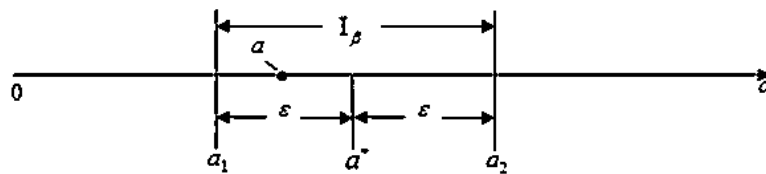


Рис. 2. Доверительный интервал

Пусть для параметра  $a$  получена оценка испытаний  $a^*$ , необходимо оценить возможную при этом ошибку. Назначаем некоторую доверительную вероятность  $\beta$  (например,  $\beta = 0,9; 0,95; 0,99$ ). Она должна быть такой, чтобы получаемый результат всех испытаний можно было считать практически достоверным. И найдем такое значение  $\varepsilon$  для которого вероятность того, что отклонение  $a^*$  от  $a$  меньше  $\varepsilon$  и равно  $\beta$  ( $P(|a^* - a| < \varepsilon) = \beta$ ). Тогда диапазон практически возможных ошибок, возникающих, при замене  $a$  на  $a^*$  будет равен  $\pm \varepsilon$ , т.е. большие по абсолютной величине ошибки будут появляться с достаточно малой вероятностью  $\alpha = 1 - \beta$ .

Определим границы доверительного интервала.

Рассмотрим определение доверительных границ для математического ожидания  $M$  величины  $X$ .

Пусть дано:  $M^*, D^*, \beta$ .

Определить:  $\varepsilon_\beta$ , для которой  $P(|M^* - M| < \varepsilon_\beta) = \beta$ , при этом случайная величина  $M^*$  распределена по нормальному закону.

Учитывая, что  $\beta$  – вероятность попадания случайной величины  $M^*$  на интервал  $(M - \varepsilon_\beta, M + \varepsilon_\beta)$ , симметричный относительно  $M$ , то для нормального закона распределения такая вероятность определяется через функцию Лапласа:



$$P(|M^* - M| < \varepsilon_\beta) = \Phi\left(\frac{\varepsilon_\beta}{\sigma^* \sqrt{2}}\right), \quad (4)$$

где  $\sigma^* = \sqrt{\frac{D}{n}}$  – среднеквадратическое отклонение оценки  $M^*$ .

Из уравнения  $\Phi\left(\frac{\varepsilon_\beta}{\sigma^* \sqrt{2}}\right) = \beta$  находим значение  $\varepsilon_\beta$ .

$$\varepsilon_\beta = \sqrt{2} \sigma^* \Phi^{-1}(\beta),$$

где  $\Phi^{-1}(\beta)$  – табулированная функция Лапласа.

В зависимости от  $\beta$  разработаны таблицы для значений  $t_\beta$ :

$$t_\beta = \sqrt{2} \Phi^{-1}(\beta).$$

Тогда границы доверительного интервала  $I_\beta$  будут определяться по формуле 5:

$$I_\beta = (M^* - t_\beta \sigma^*; M^* + t_\beta \sigma^*). \quad (5)$$

Таким образом, порядок определения доверительного интервала следующий:

- 1) проводятся испытания и определяются  $n$  значений оцениваемого показателя  $X$ ;
- 2) по формулам (1) и (4) определяются оценки  $M^*$  и  $D^*$  показателя  $X$ ;
- 3) по формуле  $\sigma^* = \sqrt{\frac{D}{n}}$  определяется значение  $\sigma^*$ ;
- 4) по таблице и заданной доверительной вероятности  $\beta$  определяется значение  $t_\beta$ ;
- 5) определяется верхняя и нижняя границы доверительного интервала

$$(M_1 = M^* - t_\beta \sigma^* \text{ и } M_2 = M^* + t_\beta \sigma^*);$$

- 6) устанавливается доверительный интервал  $I_\beta = (M_1, M_2)$ ;
- 7) сравнивается доверительный интервал с требуемым значением. Если точность испытаний не обеспечивается, то увеличивается объем испытаний  $n$  и повторяются пункты 1–6.

Процедура повторяется до достижения разумного компромисса между проектировщиком и заказчиком.

Таким образом, принятие решения, т. е. решающий этап, в значительной степени влияет на эффективность испытаний, поэтому для обеспечения высокого качества процесса выработки решения, а также качества принятого решения и его эффективной реализации необходимо правильно организовать все необходимые виды обеспечения этого процесса.

### Библиографический список

1. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976.
2. Технические основы эффективности ракетных систем / Е. Б. Волков, В. З. Дворкин, А. И. Прокудин, Ю. Н. Шишкин. – М.: Машиностроение, 1990. – 253 с.
3. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математикостатистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980.
4. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Физматгиз, 1962.
5. Хохлачев Е. Н. Теоретические основы управления. – М.: РВСН, 1996. – Ч. 2.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ГЕНДЕРНОГО ПОДХОДА В ВОЕННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ВОИНСКОЙ ЧАСТИ

**Дементьев Ю. Ю.,**

кандидат педагогических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Лобач Ю. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье обосновывается возможность реализации гендерного подхода в военно-педагогическом процессе воинской части (подразделения). Раскрыты основная идея, цель и содержание данного подхода, а также принципы его реализации. Сформулированы основные требования к командирам, в чьем подчинении проходят службу женщины, а также представлены типовые ошибки в работе с данной категорией военнослужащих.

**Ключевые слова:** военнослужащие женского пола, гендерный подход, военно-педагогический процесс, принципы, требования, типовые ошибки.

В XXI в. в Вооруженных силах Российской Федерации произошли глубокие преобразования, связанные с характером и особенностями современной военно-политической обстановки, достижениями научно-технического прогресса и феминизации.

В современном социуме женщины стали более активными и уверенными в себе, добились равноправия в различных сферах общественной жизни и профессиональной деятельности. Привлечение женщин к службе в армии – устойчивая тенденция последних десятилетий, охватившая большинство развитых стран мира. Сегодня в Вооруженных силах Российской Федерации военную службу по контракту проходят более 40 тыс. российских женщин, из них в Ракетных войсках стратегического назначения – более 4 тыс., подавляющее большинство из которых служат на воинских должностях сержантов и солдат [1].

Исследования, проведенные С. В. Дзюбенко [2], В. В. Пешковым [3], С. Л. Рыковым [4] и другими специалистами, а также анализ практики прохождения военной службы гражданами женского пола подтверждают, что женщина, как профессионал высокого класса, в первую очередь в подразделениях связи, востребована в современной армии. Однако в ходе повседневной деятельности (мероприятий боевой подготовки, подготовки и несения дежурства), военнослужащие женского пола сталкиваются с множеством проблем различного характера [2–7], которые многие командиры (начальники) не готовы решать в силу слабой психолого-педагогической подготовки к работе с женщинами в качестве подчиненных.

Анализ работ современных исследователей и практической деятельности подразделений, комплектуемых военнослужащими женского пола, позволили прийти к следующему выводу: комплектование подразделений военнослужащими женского пола носит несистематический характер; командиры подразделений, в чьем подчинении находятся военнослужащие женского пола, не проходят какой-либо дополнительной подготовки по особенностям гендерного обучения, работу с данной категорией военнослужащих проводят, основываясь на приобретенном опыте.

В целях повышения эффективности военно-педагогического процесса и качества выполнения задач по предназначению подразделениями, комплектуемыми военнослужащими женского пола, а также для обеспечения успешного профессионального развития женщин-военнослужащих в военно-педагогическом процессе предлагается реализация отдельных положений гендерного подхода.

Основная идея данного подхода заключается в учете специфического воздействия на военнослужащих женского пола всех факторов военно-педагогического процесса, таких как содержание, средства, методы обучения и воспитания, организация повседневной деятельности подразделения, педагогическое общение и др. [8].

Цель гендерного подхода в военно-педагогическом процессе – расширение традиционных границ развития профессионального мышления военнослужащих, в том числе женского пола, создание условий для их максимальной личностной самореализации, раскрытие потенциальных способностей военнослужащих обоих полов путем их взаимодействия в ходе мероприятий повседневной деятельности, а также повышение культурного уровня.

Реализация гендерного подхода в военно-педагогическом процессе основана на следующих принципах [8]:

1) принцип природосообразности (Я. А. Коменский) – учет природных особенностей мужчин и женщин при их развитии, отсутствия стремления у командиров «переделать» их под общие шаблоны «среднего» военнослужащего;

2) принцип субъектности, означающий отношение к военнослужащим разного пола как к активным, равноправным участникам военно-педагогического процесса;

3) принцип самоактуализации, проявляющийся в побуждении и поддержке стремления подчиненных к проявлению и развитию своих природных и социально приобретенных возможностей;

4) принцип творчества и успеха проявляется в том, что индивидуальная и совместная коллективная творческая деятельность военнослужащих обоих полов позволяет определять и развивать индивидуальные особенности каждого, а достижение успеха в том или ином виде военно-профессиональной деятельности способствует формированию позитивной Я-концепции личности, стимулирует осуществление ее дальнейшей работы по военно-профессиональному самосовершенствованию;

5) принцип учета интересов военнослужащих мужского и женского полов в военно-педагогическом процессе, осуществление обучения и воспитания подчиненных на основе их гендерных особенностей и возможностей при изучении конкретного предмета (темы, образца ВВСТ);

6) принцип учета особенностей функционирования головного мозга мужчин (ведущее полушарие – левое: логика, рационализм, абстрактное мышление) и женщин (ведущее полушарие – правое: вербальное общение, образное мышление, интуиция) при восприятии, переработке и осмыслении учебной информации;

7) принцип обеспечения необходимых условий для реализации потенциала женской и мужской индивидуальности, личности, ее функционирования как субъекта гендерных отношений в военно-педагогическом процессе;

8) принцип недопущения дискриминации в развитии способностей мужчин и женщин при изучении определенного предмета (конкретной темы, аппаратуры, образца ВВСТ).

На основе вышеназванных принципов сформулированы следующие требования к гендерной подготовке офицеров (командиров, начальников, руководителей занятий), отражающие сформированность у них:

- профессиональных потребностей, позиций, ценностных установок на решение проблем гендерного характера в военно-педагогическом процессе;

- профессиональных знаний в области гендерной проблематики (понимания предназначения мужчин и женщин в обществе, их статуса, функций и взаимоотношений, знания о гендерных особенностях субъектов образовательного процесса и других аспектов гендерной педагогики);

- профессиональных способностей и личностных особенностей, позволяющих реализовать в деятельности эти установки и знания, критического анализа своей деятельности, в том числе как представителя определённого гендера.

Реализация гендерного подхода в военно-педагогическом процессе предполагает выполнение следующих мероприятий, таких как:

- привлечение военнослужащих женского пола к выполнению конкретных задач, проведению учебных занятий по предметам боевой (должностной) подготовки, тренировок, информирования;
- изучение на занятиях и в ходе информирования женского опыта воинской деятельности, женских достижений, женского героизма и женского участия в военной сфере;
- определение и применение гендерного стиля работы с подчиненными (постановки конкретных задач, проведения занятий, тренировок, информирования) с учетом особенностей мышления мужчин и женщин, а также взаимодействие с военнослужащими мужского и женского пола, выявляющего и устраняющего гендерные стереотипы, явную или скрытую дискриминацию по признаку пола и др.

Анализ практической деятельности командиров, в чьем подчинении проходят службу женщины-военнослужащие, позволил сформулировать типовые ошибки, допускаемые руководителями в общении с подчиненными (обучаемыми) женского пола:

- негативное отношение командира (начальника, руководителя занятия) к подчиненным по половому признаку (мнение, что «женщина в подчинении – это проблема для командира»);
- нарушение личностной идентификации (забыто или перепутаны фамилия и имя, памятные эпизоды профессионального общения, общие договоренности и обещания);
- предоставление комплиментов по внешнему виду одной женщине-военнослужащему в присутствии других;
- чрезмерное проявление знаков внимания к одной (нескольким) женщине-военнослужащему в ходе военно-педагогического процесса (несения дежурства, службы в суточном наряде) в ущерб другим;
- игнорирование оценки новых успехов в профессиональной деятельности по сравнению с прошлыми достижениями;
- нарушение поло-ролевых стереотипов межличностного гендерного общения (отсутствие учета наличия «женских» тайн и тем, которые не раскрываются при мужчинах);
- ведение в ходе учебных занятий (несения дежурства, службы, выполнения задачи) разговоров на темы, не связанные с обучением и методикой изучения предмета подготовки (темы, выполнении задач);
- одностороннее внимание командира (начальника, руководителя занятий) к своим профессиональным и личностным проблемам (эгоцентризм) в ущерб групповому профессиональному общению в ходе занятий (других мероприятий совместной профессиональной деятельности);
- игнорирование сфер жизненно важных профессиональных интересов и потребностей военнослужащих женского пола;
- чрезмерное поощрение и неадекватная оценка достоинств и успехов женщины-военнослужащего, вызывающее у нее раздражение, связанное с сомнением искренности и адекватности командира (начальника);
- педагогическая мелочность, чрезмерная опека, излишне частая постановка уточняющих задач со стороны командира (начальника, руководителя занятий) на семинарских и практических занятиях, лишаящая женщину-военнослужащего инициативы и простора профессионального поиска.

Таким образом, реализация гендерного подхода в военно-педагогическом процессе, а также других мероприятиях повседневной деятельности позволяет:

- развивать познавательные возможности личного состава (обучаемых);
- учитывать, на основе понимания физиологических и психологических различий между мужчинами и женщинами, способности, интересы, склонности, особенности поведения подчиненных обоих

полов для максимально эффективного обучения и воспитания (т. е. дает возможность командиру учитывать фактор пола в военно-педагогическом процессе);

- определять оптимальный стиль работы с конкретной категорией личного состава, исходя из пола военнослужащих;

- формировать и развивать гендерную культуру офицеров (командиров, начальников) для успешного руководства и организации эффективного взаимодействия с военнослужащими женского пола в военно-социальной и профессиональной среде.

Вместе с тем при реализации гендерного подхода, необходимо учитывать условия, характерные для конкретной воинской части (подразделения): предназначение и характер решаемых задач, регион дислокации, укомплектованность личным составом и обеспеченность ВВСТ и материально-техническими средствами, состояние учебно-материальной базы, индивидуальные особенности военнослужащих и уровень гендерной культуры офицеров (командиров, начальников) и др.

### **Библиографический список**

1. Интервью телеканалу «Звезда» замминистра обороны Татьяна Шевцова. – Режим доступа: <https://mil.ru/troops/41839238>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 01.04.2020).

2. Дзюбенко С. В. Педагогический анализ проблем подготовки военнослужащих женского пола к несению боевого дежурства // Гуманитарный вестник ВА РВСН. – 2018. – № 2. – С. 60–66.

3. Пешков В. В. Гендерные тенденции в процессе формирования нового облика Вооруженных сил Российской Федерации // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2014. – № 2. – С. 84–89.

4. Рыков С. Л. Совершенствование профессионального воспитания военнослужащих-женщин Вооруженных Сил Российской Федерации : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. – М. : Военный ун-т, 2003. – 27 с.

5. Лишай Н. А., Дзюбенко С. В. Методические рекомендации офицерам-руководителям по педагогическому обеспечению подготовки военнослужащих женского пола к несению боевого дежурства : учеб.-метод. пос. – Балашиха : ВА РВСН им. Петра Великого, 2019. – 62 с.

6. Зайцева А. А. Особенности воспитания военнослужащих-женщин // Теория и практика образования в современном мире : мат-лы VIII Междунар. науч. конф. – СПб.: Свое издательство, 2015. – С. 182–185.

7. Кузина Р. Х. Психологические особенности профессиональной деятельности военнослужащих-женщин : дис. ... канд. психол. наук. – М. : РГБ, 2003. – 202 с.

8. Ерофеева Н. Ю. Гендерная педагогика : учеб. пос. – Ижевск : ERGO, 2010. – 249 с.

## ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА АРМ НА ВЫПОЛНЕНИЕ БОЕВОЙ РАБОТЫ НА КП АСУ ВОЙСК ВКС

**Князев С. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Ижбердеева Ю. Д.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Борисов А. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** В статье рассмотрено, влияние психологического и эмоционального состояния оператора АРМ при работе на КСА соединения ВКС, возникающие последствия при долговременном нахождении на боевом дежурстве и предложения по укреплению его психоэмоционального состояния.

**Ключевые слова:** психологическое и эмоциональное состояние оператора, последствия при долговременном нахождении на боевом дежурстве.

В связи с применением новых технических средств человеком в процессе реализации своего труда, встает проблема эмоциональной и психологической устойчивости оператора работающего за АРМ на КП соединении ВКС. Как свидетельствует анализ эксплуатации различного рода сложных технических комплексов и систем, повышенное состояние эмоциональной и психологической напряженности оператора приводит к быстрому накоплению усталости, что является причиной различных конфликтов в коллективе, предпосылкой происшествий и аварий, которые приводят не только к срывам боевой задачи, но и значительным материальным потерям и человеческим жертвам.

**Особенности влияния психоэмоционального состояния оператора АРМ.** Эмоции – это субъективные психологические состояния, отражающие приятное или неприятное отношение человека к миру и людям, к процессу и результату своей практической деятельности.

Любая ответственная и опасная ситуация неизбежно вызывает эмоциональное напряжение. В поведении человека появляется общая собранность, повышается бдительность и осторожность, более четкими становятся действия ускоряющие процессы мышления, улучшается концентрация и переключение внимания, укорачивается период ответных реакций, усиливается мышечный тонус, повышается физическая работоспособность.

Частые и длительные отрицательные эмоции могут оказывать неблагоприятное влияние на общее функциональное состояние организма и отрицательно сказываться на состоянии здоровья человека, а также закрепляться в организме по принципу «застойного» состояния.

К основным причинам, способствующим развитию запрещенных форм эмоционального напряжения операторов относятся:

- психологическая неподготовленность к работе;

- отсутствие волевой установки;
- слабая тренированность, неуверенность в своих силах и в обслуживании техники;
- физическое или утомление различного происхождения;
- необычные условия обитания, отрицательно влияющие на трудовую активность оператора.

Эмоциональное напряжение оператора после выполнения высокоответственной работы, как правило, сопровождается психическим истощением различной выраженности. При этом отмечается слабость процессов возбуждения (малая подвижность, безразличное отношение к делу, товарищам, пассивность, замедленность мышления) или торможения (умеренно выраженное беспокойство).

Лица с нервно-психической неустойчивостью, как обладающие повышенной степенью риска, не должны обучаться профессиям, требующих повышения эмоциональной устойчивости (оператора КСА, диспетчера пунктов управления.)

В состоянии чрезмерного психического напряжения или тяжелого утомления человек легко совершает ошибки, у него нарушается внимание, снижается осторожность. Все это создает психологические предпосылки к аварийности и травматизму. Поэтому лица с неустойчивым нервно-психическими признаками не могут назначаться на должности с высокой ответственностью за свои действия.

На рисунке 1 показано снижение работоспособности оператора АРМ с нервно-психическими признаками в различных состояниях ответственности.

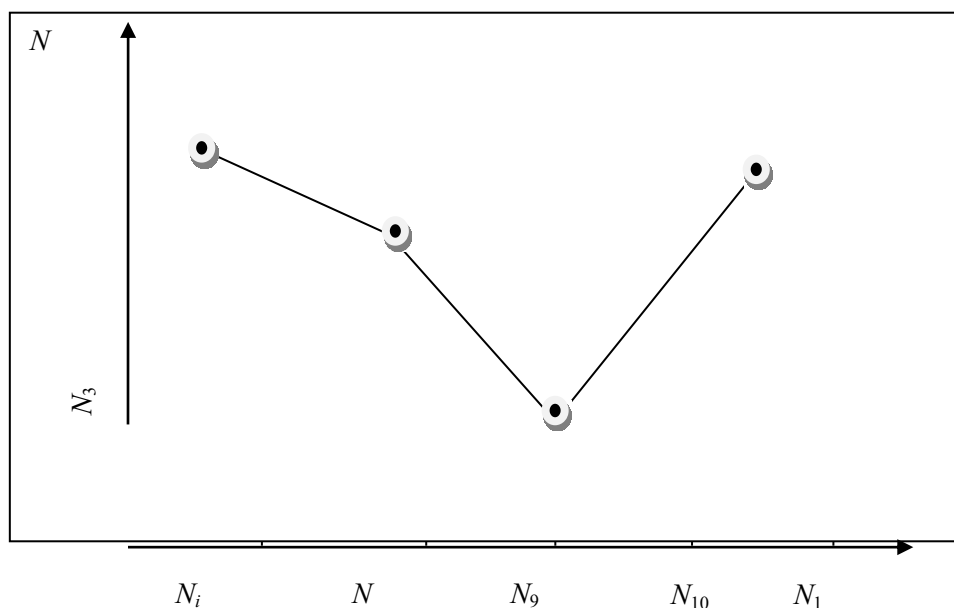


Рис. Уровень работоспособности оператора АРМ

Военнослужащие, назначаемые на должность оператора АРМ на КП соединении ВКС, должны обладать определенным рядом психологических качеств:

- ярко выраженное чувство ответственности за выполняемую работу;
- способность обходиться без сна и регулярного питания;
- способность быстро оценивать изменяющуюся обстановку и адекватно реагировать на нее;
- наличие высокой морально-психологической устойчивости;
- умение правильно себя вести в стрессовой ситуации.

В процессе боевого дежурства у оператора АРМ на КП соединения ВКС возникают трудности, связанные с недостатком информации о разведывательном объекте или ее противоречивостью, новизной поступления данных, их большим объемом, которые ему приходится преодолевать.

К ним относятся:

- обнаружение массового налета средств воздушного нападения;
- предупреждение об угрозе нарушения воздушного пространства, в том числе при получении информации о фактах нарушения государственных границ Российской Федерации, не зафиксированных дежурными радиолокационными средствами;
- внезапное обнаружение неопознанного воздушного объекта;
- возникновение угрозы террористических актов с использованием воздушного судна или захват в полете;
- передачи от воздушного судна сигнала «Бедствие».

Возникновение таких ситуаций приводят к ухудшению самочувствия оператора, и из-за нарастания чувства тревоги за возможность ошибиться при обнаружении и выдачи воздушных целей. Операторы АРМ, особенно с незначительным опытом работы, первое время испытывают чувство растерянности, беспомощности. При возникновении особых событий, работа оператора КП соединения ВКС временем не лимитирована. Отсутствие полноценного сна, со временем сказывается на его работе: чаще допускают ошибки по выдаче реальной обстановки, повышается утомляемость, снижается концентрация внимания.

В нормальных условиях человек получает, передает и использует большое количество информации, которую можно разделить на три вида:

- личная, имеющая ценность для узкого круга лиц, обычно связанная родственными или дружескими отношениями;
- специальная, имеющая ценность в пределах формальных специальных групп. Специальные обязанности носят, как правило, временный характер. Выполнение специальных обязанностей военнослужащими предусмотрено при нахождении на боевом дежурстве, в суточном и гарнизонном нарядах, а также при ликвидации последствий стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций;
- массовая, передающая средствами массовой информации.

Устойчивость оператора к возникновению различных форм стрессовых реакций определяется прежде всего, индивидуально-психологическими особенностями и уровнем подготовки его, как специалиста. Однако следует отметить, что экстремальное воздействие далеко не всегда оказывает отрицательное влияние на эффективность выполняемой задачи. Работа в стрессовой ситуации обязательно приводит к дополнительной мобилизации внутренних ресурсов, что приводит к положительным результатам.

### **Библиографический список**

1. Бодров В. А. Экстремальное изучение эмоционального напряжения у операторов // Военно-медицинский журнал. – 1973. – № 3. – № 1. – С. 70–73.
2. Горбов Ф. Д., Лебедев В. И. Психоневрологические аспекты труда операторов. – М. : Медгиз, 1975–2007.



## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Кобзарь А. А.,**

доцент, доктор технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Литвинов С. П.,**

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Устинов А. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье описаны основы нового метода исследований элементов, структуры и состояния всей динамической системы в целом – метода динамических связей. Обосновываются основные понятия метода, основные решаемые задачи и области его применения.

**Ключевые слова:** динамическая система, метод динамических связей, коэффициент динамических связей, динамическая устойчивость функционирования динамической системы.

Вопросы детального исследования различных динамических систем (далее ДС), их состояний, параметров их функционирования в различных условиях уже давно являются объектом повышенного внимания многих ученых-специалистов. Широко известны разработанные ими методы статистического оценивания состояния динамических систем, параметрической идентификации, линейной и нелинейной фильтрации и другие способы для определения и оценки различных составляющих исследуемой ДС [1].

Все проводимые исследования в данном направлении преследуют, в основном, одну цель – изучить законы, закономерности, правила изменения составляющих ДС в различных условиях и на различных этапах ее существования для дальнейшего использования полученных знаний при решении конкретных прикладных задач.

Основой для изучения большинства ДС является опытно-теоретических метод, предусматривающий создание или моделирование необходимых условий, проведение эксперимента в этих условиях, получение измерительной информации, определение на ее основе оценок отдельных параметров и анализ функционирования ДС в целом.

Для различных совокупностей определенных условий проведения опыта, свойств полученной при этом измерительной информации, объема и достоверности априорной информации разработано множество различных способов оценивания параметров и анализа состояния ДС. Эти способы и методы обладают, на наш взгляд, одним существенным недостатком, который ограничивает возможности их использования для получения требуемого качества (в смысле точности, надежности, достоверности, оперативности и др. критериев) результата. Проблема заключается в том, что объектом исследований

данных способов являются отдельно взятые параметры, описывающие состояние того или иного отдельного элемента ДС.

Здесь необходимо вспомнить, что понимается под ДС. Динамическая система – это совокупность некоторого множества элементов, объединенных в одну группу по признаку наличия физических связей между ними.

Разработанный и успешно апробированный на полигоне метод динамических связей (далее МДС) использует принципиально новый подход в изучении ДС, при котором основное внимание уделяется именно отношениям, связям между элементами рассматриваемой ДС [2].

Проведенные исследования показали, что информация о связях элементов ДС как основных составляющих структуры ДС не менее важна, чем информация о самих элементах ДС, существенно дополняет знания о состоянии каждой пары элементов, а в совокупности и всей системы в целом, и позволяет решить целый ряд прикладных задач, нерешенных до настоящего времени, в условиях различных ограничений.

Рассматривается вся структура динамической системы

$$Str = \{ X, Q \},$$

ее элементы

$$X = \{ x_1, x_2, \dots, x_m \}, \quad X \in R^m$$

и отношения (или связи) между ними

$$Q = \{ q_1, q_2, \dots, q_v \}, \quad Q \in R^v$$

И, соответственно, решается задача структурного анализа состояния ДС.

Для этого в качестве модели функционально-динамической связи двух параметров принимается коэффициент динамической связи (КДС), определяемый как отношение одного параметра к другому, нормированных по среднему

$$q_{l,j} = \left( \frac{\left( \frac{x_l}{x_{lcp}} \right)}{\left( \frac{x_j}{x_{jcp}} \right)} \right). \quad (1)$$

Следовательно, структура исследуемой ДС будет полностью описана матрицей КДС всех возможных пар параметров.

$$Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{m1} & q_{m2} & \dots & q_{mm} \end{pmatrix}.$$

Исследования, проведенные на полигоне с использованием реальных результатов испытаний различных ДС, показали, что КДС обладают уникальными свойствами.

Значение КДС определяет «силу» связи пары параметров. Чем «сильнее» связь, тем КДС ближе к единице.

Функция, описывающая изменение КДС – гладкая, монотонная.

Указанные свойства КДС сохраняются только при устойчивом функционировании исследуемой ДС.

Коэффициенты являются безразмерными величинами, что позволяет исследовать взаимное влияние различных параметров в различном сочетании и оценивать состояние всей системы в целом.

Поскольку коэффициенты нормируются по среднему значению на определенном интервале, существует возможность исследовать изменение состояния системы и ее параметров на отдельно выбранных участках.

Многие КДС сохраняют характер изменения при проведении различных пусков, а значения некоторых из них достаточно близки.

Используя понятие КДС и его свойства, решается целый ряд задач анализа результатов экспериментов:

- чистовая отбраковка аномальных измерений;
- определение оценок параметров при наличии систематической составляющей в погрешностях измерений;
- восстановление оценок параметра при отсутствии результатов его измерений;
- определение наиболее вероятных причин нерасчетного функционирования ДС и др.

Впервые решена задача определения динамической устойчивости функционирования ДС. Для этого введено понятие показателя динамической устойчивости, сформированного с использованием коэффициентов динамической связи элементов исследуемой ДС.

$$R_{ДС} = (1 - q_{12})(1 - q_{23})(1 - q_{34}) \dots (1 - q_{m-1 m})(1 - q_{m1}) \quad (2)$$

Как показали исследования, в случае устойчивого функционирования ДС показатель динамической устойчивости близок к нулю. И действительно, чем «сильнее» связь между отдельной парой параметров (1), тем КДС ближе к единице. Следовательно, чем устойчивее вся структура ДС, тем произведение (2) ближе к нулю.

На рисунках 1 и 2 приведены примеры оценки устойчивости функционирования ДС при проведении различных экспериментов.

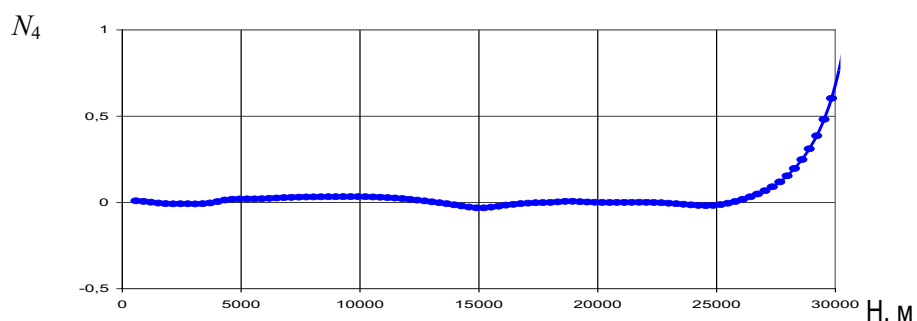


Рис. 1. Значения  $R_{ДС}$  при устойчивом функционировании, где показатель устойчивости близок к нулю практически на всем интервале

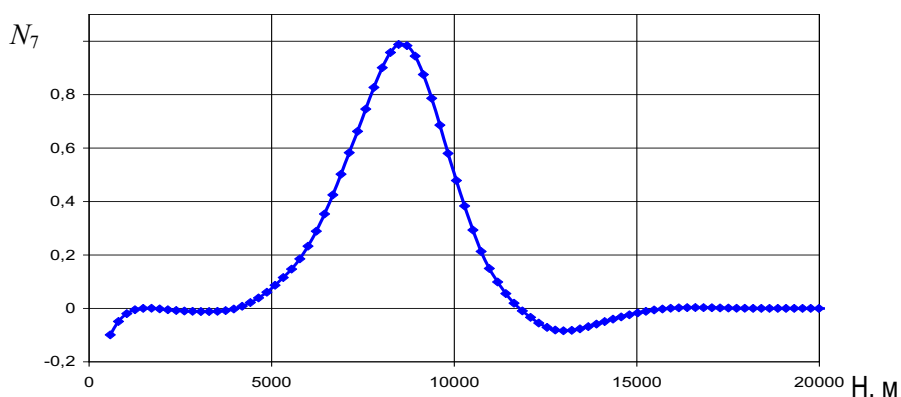


Рис. 2. Значения  $R_{ДС}$  при временной потере устойчивости, когда имеет место значительное отклонение от нуля

По значениям показателя устойчивости, приведенным на графике можно достаточно точно определить участок неустойчивого функционирования ДС и исследовать его более детально.

В настоящее время МДС активно применяется при проведении научно-исследовательских работ по разработке автоматизированной системы оценки и анализа лётно-технических характеристик объектов испытаний при проведении лётных экспериментов, в диссертационных исследованиях по вопросам оценки и анализа параметров летательных аппаратов. Результаты исследований неоднократно представлялись на научно-технических конференциях различного уровня и получили положительную оценку. На полигоне продолжаются исследования по выявлению и расширению возможностей данного метода для совершенствования методологии проведения испытаний и повышения качества полигонной лётной отработки новых образцов ракетной техники.

#### **Библиографический список**

1. Разоренов Г. Н. Введение в теорию оценивания состояния динамических систем. – М. : Министерство обороны СССР, 1981. – С. 272.
2. Тюлин А. Е., Бетанов В. В., Кобзарь А. А. Навигационно-баллистическое обеспечение полета ракетно-космических средств. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения» : монография. – М. : Радиотехника, 2018. – Кн. 1. – С. 360.

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЁТА ЗЕНИТНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАКЕТЫ НА ПРИСТАРТОВОМ УЧАСТКЕ

**Лобейко В. И.,**

доктор технических наук, профессор, председатель научно-методического совета,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Бибик А. К.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Кузнецов А. Г.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Харченко Н. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье предложена динамическая модель траектории полёта зенитной управляемой ракеты на пристартовом участке, наиболее сложном для описания аппроксимирующей моделью. За счёт масштабирования и преобразования сдвига по скорости и по ускорению, данная модель позволяет более адекватно описать траекторию полёта зенитной управляемой ракеты на пристартовом участке, что позволяет получать более качественные оценки траекторных параметров.

**Ключевые слова:** траекторные измерения, аппроксимация данных, модель траектории.

Решение задачи аппроксимации траекторных данных на пристартовом участке полёта зенитной управляемой ракеты (ЗУР) представляет наибольшую сложность [1–3], так как этот участок характеризуется повышенным уровнем погрешностей определения траекторных параметров полёта ЗУР. Уменьшения этих погрешностей можно добиваться одновременно двумя путями – приближением к стартовой позиции средств измерений и использованием математической модели динамики полёта ЗУР на пристартовом участке на этапе обработки данных. Дадим некоторые пояснения причин неудовлетворительных результатов обработки данных о полёте ЗУР на пристартовом участке.

После выработки сигнала «отрыв» на стартовавшую ЗУР в течение некоторого времени не поступают команды управления. Момент взятия ЗУР на управление определяется заданным стробом по дальности при условии, что ЗУР встреливается на этой дальности в трубку с заданными угловыми размерами по азимуту и углу места. С момента захвата ЗУР на управление поведение её траектории полёта регламентируется командами управления по азимуту и углу места. Однако, даже получая команды, бортовая система управления ЗУР может не начать их отработку до тех пор, пока приборная скорость ЗУР не достигнет порогового значения. Одновременно с процессом приема ЗУР на управление в районе старта происходят другие процессы:

- имеет место участок движения под воздействием импульса предстартового двигателя;

- имеет место участок разгона под действием ускорителя;
- после сброса ускорителя (при его наличии) включается маршевый двигатель и начинается следующий участок разгона;
  - для ЗУР, которые стартуют в условиях образования интенсивных дымов, с момента выхода из транспортно-пускового контейнера начинает работать программа обхода дымов;
  - для ЗУР, стартующих вертикально из транспортно-пускового контейнера, характерно выбрасывание ЗУР вертикально вверх под воздействием газодинамического двигателя с последующим включением двигательной установки ЗУР и склонением ЗУР в заданную сторону под заданным углом к горизонту в момент начала разгона;
  - происходит переход звукового барьера, который характеризуется сменой закона формирования траектории полёта ЗУР.

Таким образом, пристартовый участок в траектории полёта ЗУР является наиболее сложным для описания аппроксимирующей моделью, и не случайно, что существующая система обработки на этом участке не позволяет дать удовлетворительные результаты [4–7].

Покажем возможности по использованию динамической модели полёта ЗУР. Под динамической моделью полёта ЗУР будем понимать описание вектор функции  $\mathbf{W}(t) = (W_x(t), W_y(t), W_z(t))^T$  ускорения ЗУР в зависимости от времени. Тогда выражение для вектор-функции  $\mathbf{F}(t) = (X(t), Y(t), Z(t))^T$ , которая задает модель траектории полёта ЗУР на пристартовом участке в прямоугольных координатах, будет иметь вид:

$$\mathbf{F}(t) = \int_0^t \mathbf{W}(t) dt,$$

где начало отсчета времени совпадает с моментом «отрыва».

Описание пристартового участка полёта ЗУР удобно задавать в виде табличного представления вектор функции координат местоположения ЗУР от времени  $\mathbf{F}(t) = (X(t), Y(t), Z(t))^T$  в системе координат, начало которой совпадает с концом транспортно-пускового контейнера, ось  $X$  направлена по директрисе стрельбы под заданным углом к горизонту, ось  $Y$  лежит в плоскости, проходящей через директрису стрельбы и направлена в зенит, а ось  $Z$  образует правую систему координат.

Пусть  $\mathbf{F}_0(t)$  табличная функция с данными о координатах воздушного объекта, полученными по результатам вторичной обработки, приведенными к системе координат  $XYZ$ . Край транспортно-пускового контейнера может быть неоднократно снят видео приборами и за счёт накопления информации можно достаточно точно определить положение начала координат в результате обработки, добавив в табличные данные измерений точку отсчета  $(X_0(0), Y_0(0), Z_0(0))^T = \mathbf{0}$ . Допустим, что таблица  $\{\mathbf{F}_0(t_j)\}$  содержит  $n_0$  узлов,  $\mathbf{F}_0(t_j)$  –  $j$ -й вектор из таблицы  $\{\mathbf{F}_0(t_j)\}_{j=1}^{n_0}$ , а  $\mathbf{F}(t_j)$  –  $j$ -й вектор из таблицы  $\{\mathbf{F}(t_j)\}_{j=1}^{n_0}$ .

Аппроксимацию по методу наименьших квадратов следует проводить функцией  $\mathbf{P}(t_j) = \mathbf{C}_1 t_j + \mathbf{C}_2 t_j^2 + \mathbf{C}_3 \mathbf{F}(t_j)$ , здесь  $\mathbf{C}_1$ ,  $\mathbf{C}_2$ ,  $\mathbf{C}_3$  – масштабирующие коэффициенты. Физический смысл полученного выражения заключается в том, что модельная зависимость промасштабирована коэффициентом  $\mathbf{C}_3$  и подвержена преобразованию сдвига по скорости и по ускорению.

### **Библиографический список**

1. Лобейко В. И., Лобанов В. В., Тарасенко Н. Н. Теория ситуационного управления как основа синтеза инновационной системы полигонных испытаний зенитного ракетного оружия // Вестник воздушно-космической обороны. – 2016. – Вып. 3 (11). – С. 12–16.
2. Шаракшанэ А. С., Железнов И. Г. Испытания сложных систем. – М. : Высшая школа, 1974. – С. 184.
3. Шаракшанэ А. С. и др. Сложные системы. – М. : Высшая школа, 1997. – С. 247.
4. Элементы теории испытаний и контроля технических систем / под ред. Р. М. Юсупова. – Л. : Энергия, 1978. – С. 192.
5. Железнов И. Г., Семенов Г. П. Комбинированная оценка характеристик сложных систем. – М. : Машиностроение, 1976. – С. 186.
6. Вероятностные методы оценки эффективности вооружения / А. Червоный и др. – М. : Воениздат, 1979. – С. 95.
7. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. – М. : Наука, 1986. – С. 238.

## ОБ УПРАВЛЕНЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ПО ДОСТИЖЕНИЮ ПОСТАВЛЕННОЙ ЦЕЛИ

**Монастырева Л. Н.,**

научный сотрудник,

Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,

г. Балашиха, Московская область

**Аннотация.** В статье рассмотрен управленческий цикл как совокупность взаимосвязанных и реализуемых функций управления, раскрыта сущность и основное содержание каждой функции.

**Ключевые слова:** функции управления, управленческий цикл, уяснение задачи, планирование, координация, взаимодействие, контроль.

Развитие современной науки об управлении, активное использование новых информационных технологий, возрастающий объем и сложность информации делают процесс выработки и принятия военно-управленческого решения тем узким местом, которое наиболее чувствительно к малейшим изменениям в выборе эффективного пути реализации той или иной управленческой идеи.

Разработка управленческих решений является важным процессом, вызывающих основные функции управления. Функции управления – направление управленческой деятельности, позволяющих в совокупности осуществлять управляющие воздействия и создавать необходимые условия для решения задач организаций, выполняемых в определенной последовательности функции образуют управленческий цикл, т. е. действий по достижению поставленной цели [2].

К основным функциям управления относятся: определение проблемы, уяснение цели и задач для достижения целей, анализ и оценки обстановки, выработка решения, планирования, организации исполнения планов и принятых решений, контроль исполнения, оценка деятельности.

Данные функции и их последовательность достаточно условны, однако предоставляют достаточно полное множество этапов управленческого цикла.

В статье приводится краткая характеристика этих этапов (функций).

Выделение главной проблемы позволяет руководителю правильно сформулировать цель предстоящих действий. Правильное определение цели действий позволяет определить основные задачи по ее достижению, определить состав сил и средств, привлекаемых для их решения [1].

Уяснение цели и задач – начальный этап работы лица, принимающего решение, направленного на понимание цели предстоящих действий, замысла действий вышестоящего начальника, своей роли и особенности выполнения полученной или возникшей задачи; задач, порядка и способов взаимодействия; учет задач, решаемых силами и средствами вышестоящего начальника; срока готовности к выполнению задачи.

Для уяснения или уточнения текущих и будущих задач побудительным мотивом также являются изменения обстановки. В результате вышеуказанной деятельности лицо, принимающее решение делает для себя необходимые выводы и приступает к оценке сложившейся обстановки.

Оценка обстановки как функция управления представляет собой процесс познания по избранным критериям состояния и динамики развития обстановки в целом и ее отдельных элементов.



Оценка обстановки позволяет решать следующие основные задачи:

- выявление характера проблем в ходе развития обстановки, определение возможностей их решения;
- определение степеней реальной и потенциальной угрозы действия внутренних и внешних факторов;
- постановку целей действий и определения основных задач для их достижения;
- определение готовности сил и средств к выполнению задач;
- создания информационной базы для принятия решения и реализации других управленческих функций.

Выработка и принятие управленческих решений имеет творческий, индивидуальный характер. Основное содержание принятия решений – целеполагание, формирование цели предстоящих действий, а также определения и выбор оптимальных способов ее достижения. Основой решения является его замысел, в котором определяется цель, направления сосредоточения основных усилий по ее достижению (основные задачи), способы решения задач, силы и средства привлекаемых к решению задач. Для военно-управленческих занятий характерно присутствие в замысле способов (идеи) обмена противника [3].

Планирования – это процесс подготовки и принятия взаимосвязанных управленческих решений по достижению цели, результатом которого является план. Содержащие в плане цели, задачи, способы и мероприятия должны быть взаимообусловлены и взаимосвязаны.

Каждая поставленная в решении и отраженная в плане действий цель должна быть достигнута определенными задачами, которые решаются выполнением (проведением) ряда мероприятий плана, их выполнение предполагает использования имеющихся сил и средств различными способами в зависимости от складывающейся обстановки.

Следует иметь в виду, что мероприятия плана, если они не соответствуют обстановке, не обеспечены силами и средствами, а также не реализуемы, превращаются в набор бессмысленных и разрозненных действий

Организация выполнения планов и принятых решений – это функция управления организации, суть которой составляет формирование взаимных отношений между подразделениями и отдельными исполнителями, а также создания (обеспечения) условий для реализации принятого решения (плана).

Достижения цели принятых решений предполагают необходимость совместных согласованных действий участников его реализации. Для этого применяются такие инструменты управления как координация и взаимодействие.

Координация-это упорядочение руководителем деятельности подразделений между собой. Основными формами координации являются: разграничение полномочий, сфер в достижении общей цели; согласование задач исполнителей; согласование их планов и конкретных мероприятий.

Взаимодействие-объединение действий исполнителей, подразделений, нескольких организаций, направленных на решения единой для всех общей задачи.

Важная функция управления – контроль. Контроль представляет собой систему управляющих мер по наблюдению за ходом и проверке результатов деятельности, осуществляемыми уполномоченными на то субъектами управления с целью выявления и устранения отклонений в этой деятельности от установленных требований или параметров.

Контроль позволяет решать задачи:

- определения фактического состояния и соответствия деятельности организации основополагающими принципами ее деятельности;
- предупреждение, своевременное выявление и направления ошибок, устранения недостатков при реализации принятых решений;
- оказания объектам контроля помощи в решении поставленных задач;
- повышения исполнительской дисциплины и ответственности, изучения и оценка деятельности исполнителей для более эффективного использования кадров;
- выявление, обобщение, распространение и внедрение положительного опыта в целях совершенствования деятельности организации.

Таким образом, рассмотренные функции управления, выполняемые в определенном порядке, в совокупности являются содержанием управленческого цикла по достижению поставленной цели. Успех любого руководителя, принимающего и реализующего принятое решение, зависит от его творчества и искусства реализовывать рассмотренные функции в любых условиях обстановки.

### **Библиографический список**

1. Основы теории управления войсками / под ред. П. К. Алтухова. – М. : Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Организация и технология выработки решения : учеб. пос. – М. : ВА РВСН, 2005. – 285 с.
3. Энциклопедия Ракетных войск стратегического назначения. – М. : РВСН ; Белгород, 2014. – 864 с.

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПОЛЕТА ОБЪЕКТОВ В АТМОСФЕРЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ИМ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ

Мухин А. В.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье описываются основные информационные признаки сопутствующие полёту тела в атмосфере, подлежащие исследованию по имеющейся видеоинформации при оценке отдельных летно-технических характеристик испытываемых изделий.

**Ключевые слова:** видеоинформация, интенсивность свечения тела, информационные признаки, поле течения газов, полёт тела в атмосфере, ударная волна, яркостная информация.

Для оценки отдельных летно-технических характеристик испытываемых изделий при обработке видеоинформации основополагающим критерием выявления информационных признаков принята яркостная информация в изображении полёта объектов в атмосфере. При этом оценивается не визуальный ряд видеок кадров, как это делается по материалам фоторегистрации, а проводится анализ оцифрованной видеоинформации. Необходимо отметить, что для высококачественной оцифровки полутонных изображений необходим аналого-цифровой преобразователь с разрешением не менее 8 бит, что позволяет распознавать 256 уровней серого (градаций яркости). Важное значение придаётся характеристикам оптической системы, светочувствительным датчикам записи видеоинформации для высококачественного разрешения по элементам изображения.

В связи с тем, что оптические системы способны фиксировать яркостную информацию от объектов при прохождении ими атмосферы, очевидно, что информационными признаками могут быть процессы, заложенные в программу испытаний, аномальные явления в полете объекта, а также процессы выражающие физические закономерности динамики полёта (выделение дополнительной энергии излучения за счёт торможения, колебания изделия относительно центра масс и другие). Все эти процессы предполагают скачкообразное изменение яркости. При этом расширяются задачи анализа яркостной информации. В этом случае необходимо определить основные составляющие излучения и изменение их с высотой полёта при прохождении тела через атмосферу с гиперзвуковой скоростью.

Известно, что при прохождении тела через атмосферу с гиперзвуковой скоростью перед телом образуется ударная волна, форма которой определяется, главным образом, формой тела и его скоростью. Воздух в ударной волне нагревается за счёт сжатия. Степень нагрева зависит от величины составляющей скорости, перпендикулярной фронту ударной волны. До высот, соответствующих области сомкнувшегося вязкого слоя (около 100 км), входящее в атмосферу тело теряет сравнительно мало кинетической энергии на нагрев самого тела и атмосферы. При скоростях входа затупленного тела в атмосферу менее 2000 м/с изменение энтальпии  $h_s$  торможения (на единицу массы воздуха) можно рассматривать по закону (1) [1]:

$$h_s = h_\infty + \frac{V^2}{2gJ}, \quad (1)$$

где  $h_{\infty}$  – энтальпия в набегающем потоке, принимается обычно равной 55 ккал/кг;

$J$  – механический эквивалент единицы количества теплоты  $J = 0,427$  кГМ/кал.

При скоростях более 2000 м/с перед телом образуются отошедшие ударные волны, за которыми температура, давление и плотность настолько велики, что становится существенной роль химических реакций. Поле течения газов перед телом, проходящим атмосферу, схематически представлено на рисунке 1.

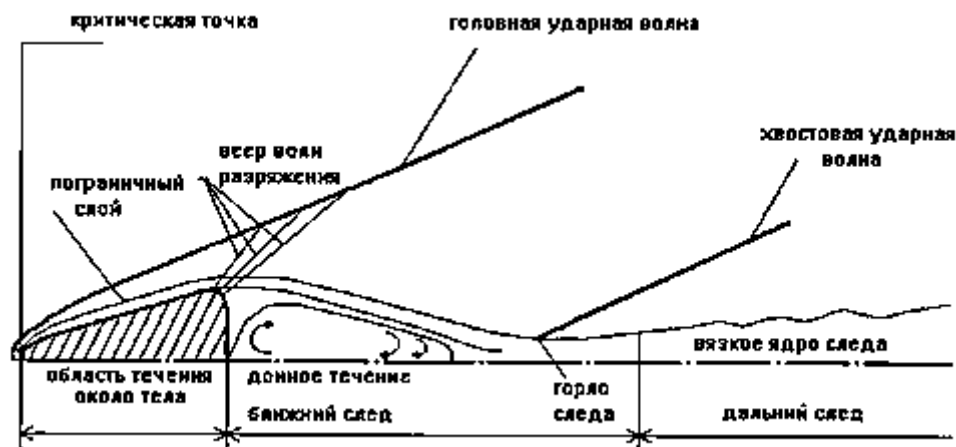


Рис. 1. Схема поля течения газов перед телом, проходящим атмосферу

Проследим за движением воздуха вдоль оси  $X'$ . Некоторый объем воздуха, параметры которого соответствуют параметрам окружающей среды, приближается к телу вдоль оси, проходит через критическую точку и совершает почти прямой скачок головной ударной волны, что сопровождается изменением его термодинамических свойств. Обтекая тело, он ускоряется, и достигает на звуковой линии такого состояния, при котором местная скорость движения объема воздуха относительно тела становится равной местной скорости звука. Объем газа, заключенный между ударной волной, звуковой линией и телом, имеет относительно высокую плотность и температуру. По мере того, как выделенный объем продолжает двигаться по потоку, часть воздуха может влиться в пограничный слой, образующийся на теле вследствие вязкости газа.

Другая часть выделенного объема воздуха может быть в невязком сжатом слое, в котором можно пренебречь влиянием ударной волны, пограничного слоя и другими вязкими эффектами, и за миделевым сечением тела попасть в область расширения Прандтля-Майера, в которой давление падает до величины немного большей, чем в окружающем пространстве. За телом существует сдвиговое течение между донной областью, или «застойной зоной», и невязким, или внешним, следом. Этот сдвиговый слой (свободный пограничный слой) пополняется в основном газом из пограничного слоя.

Течение в сдвиговом слое смыкается на оси  $X'$ , проходит через прямой скачок уплотнения в горле этого течения, от которого распространяется косой хвостовой скачок уплотнения, и, наконец, образует вязкое ядро, или внутренний след. Газ в невязком следе проходит через хвостовую ударную волну, за которой повышаются давление, температура и плотность. Далее, вниз по потоку, внешний след сливается с внутренним.

На основании этой картины течения выделяют три области:

- поле течения около тела, которое начинается от окрестности головной ударной волны и продолжается до участка вблизи максимума длины входящего в атмосферу тела;
- ближнее поле течения (ближний след), которое включает в себя донную область, сдвиговый слой и горло;
- дальнее поле течения (дальний след), которое характеризуется постоянным давлением ( $P_\infty$ ), и свойства потока в нём относительно не зависят от расстояния между критической точкой тела и горлом внутреннего следа (2):

$$\frac{(X'_{\text{горла}} - X'_S)}{(X' - X'_S)} \ll 1, \quad (2)$$

где  $X'_S$  – координата критической точки,

$X'$  – текущая координата вдоль оси тела [1].

В связи с тем, что яркостные показатели, полученные в результате цифровой обработки видеоинформации полёта объекта в атмосфере, в основном определяются интенсивностью излучения этого объекта, необходимо рассматривать изменения интенсивности излучения в процессе прохождения объекта атмосферы и вклад каждого поля течения газов в суммарную спектральную интенсивность излучения воздуха и спектральные интенсивности излучения отдельных его составляющих.

При этом делаются следующие допущения:

- слой газа в поле течения объекта оптически тонок, тогда достаточно рассмотреть излучение слоя газа толщиной 1 см и экстраполировать полученный результат на различные толщины;
- расстояния отхода ударной волны  $\Delta$  малы по сравнению с радиусом носового затупления тела  $R_N$ , а интенсивность интегрального излучения  $J'$  единицы объёма в единице телесного угла быстро уменьшается с увеличением угла  $\theta$ , характеризующего положение точки на теле (рис. 3), где  $V$  – скорость тела;
- половина энергии излучения покидает выделенный объём в направлении, противоположном поверхности тела;
- поле невязкого течения около тела представляет полубесконечный плоский слой с постоянной температурой.



Рис. 2. Схема отхода ударной волны от тела

Тогда для случая, когда вектор скорости тела совпадает с его продольной осью, излучающий тепловой поток  $q$  в критической точке можно представить формулой 3:

$$q = \frac{1}{2} J'_s \left\{ \frac{2R_N}{3 \left( \frac{\rho_s}{\rho_\infty} \right) - 1} \right\}, \quad (3)$$

Это выражение можно также представить в виде функции входа в атмосферу (4):

$$q = 2.15 \cdot 10^7 \cdot R_N \left( \frac{V_\infty}{10^4} \right)^{8.5} \left( \frac{\rho_\infty}{\rho_0} \right)^{1.6}, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха;

$V$  – скорость тела;

$\infty$  – индекс означает параметры в набегающем потоке.

Максимум теплового потока достигается при

$$\frac{V_\infty}{V_E} = 0.83, \quad (5)$$

где  $V_E$  – скорость тела на входе в атмосферу [1].

Выражения (3), (4) наиболее справедливы для высот полёта ниже 45 км.

Необходимо отметить, что в ударной волне, расположенной к набегающему потоку под углом  $\sigma$  (рис. 3), соответствующие температуры, а, значит, и тепловые потоки ниже и пропорциональны  $\sin^2 \sigma$  [1].

Можно сделать вывод, что интенсивность свечения тела должна изменяться в соответствии с колебанием пространственного угла атаки, и является важным информационным признаком для оценки некоторых летно-технических характеристик объектов.

Изменение суммарной энергии равновесного излучения поля течения ближнего и дальнего следа (около тела с радиусом носового затупления тела  $R_N = 0,3$  м) в зависимости от скорости набегающего потока в оптической и инфракрасной областях спектра представлено на рисунке 3.

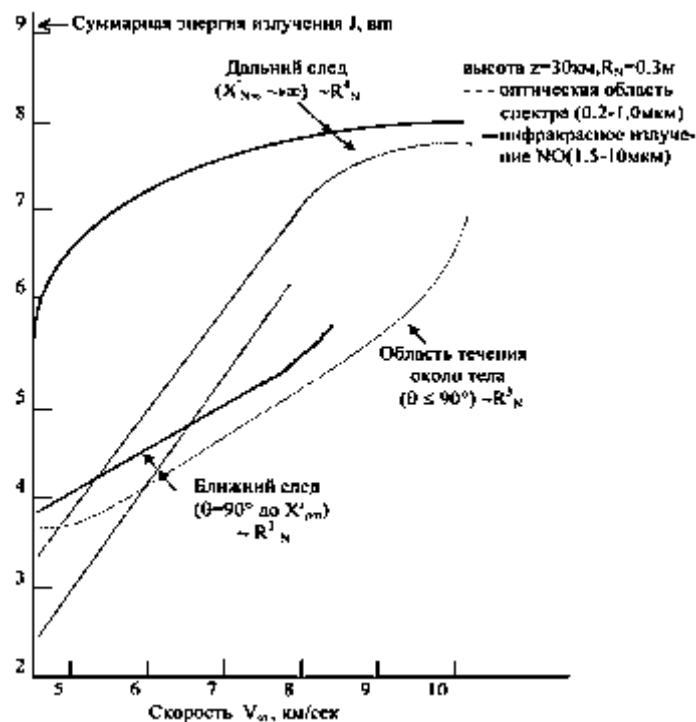


Рис. 3. Изменение суммарной энергии равновесного излучения поля течения следа

Необходимо отметить, что при  $R_N \rightarrow 0$  может преобладать излучение области невязкого течения около тела и ближнего следа. При  $R_N \rightarrow \infty$  – преобладание излучения дальнего следа [1].

Формулы 3–5 подсказывают путь выявления ещё одного информационного параметра, связанного с изменением интенсивности свечения, вызванным торможением тела – диссипацию кинетической энергии, входящего в атмосферу тела, которую можно рассматривать в первом приближении, как меру наблюдаемых параметров, связанных с состоянием свечения тела (6):

$$E = \left( \frac{\rho_\infty}{\rho_0} \right) V_\infty^3 \cdot \left[ \frac{1}{2} \rho_0 C_x S_m \right], \quad (6)$$

Или можно использовать замедление, которое меняется по закону (7):

$$-\dot{V} = \left( \frac{\rho_\infty}{\rho_0} \right) V_\infty^2 \left[ \frac{\rho_0 C_x S_m}{2m} \right] \quad (7)$$

Таким образом, можно выделить информационные признаки, сопутствующие полёту тела в атмосфере, подлежащие исследованию по имеющейся видеоинформации:

- информационные признаки, обусловленные циклограммой полёта;
- изменение яркости свечения в соответствии с замедлением тела в атмосфере (торможением);
- изменение яркости свечения, связанное с изменением пространственного угла атаки.

#### Библиографический список

1. Мартин Дж. Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику. – М. : Мир, 1969.

## МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Пирухин В. А.,**

старший научный сотрудник,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Панков Б. Б.,**

адъюнкт,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Бульчев С. Н.,**

преподаватель,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Терентьев Н. С.,**

курсант,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье предложена методика, которая позволяет повысить точность оценивания энергетического потенциала современных радиолокационных станций в ходе проведения измерений на испытательных полигонах за счет учета неравномерности распределения потенциала в зоне обзора станции при отклонении диаграммы направленности от нормали к поверхности антенного полотна и построения рельефа энергетического потенциала.

**Ключевые слова:** энергетический потенциал, радиолокационная станция, диаграмма направленности, энергетический потенциал.

Одной из основных характеристик радиолокационных станций (РЛС), оцениваемых в ходе испытаний и существенно влияющих на ее возможности по обнаружению, сопровождению и распознаванию целей, является энергетический потенциал (ЭП).

В современных РЛС применяются антенны с электронным управлением диаграммой направленности (ДН), построенные по принципу фазированных антенных решеток (РЛС ФАР), что обуславливает неравномерность распределения ЭП в зоне обзора при отклонении луча от нормали к поверхности антенного полотна. Отсутствие учета данной особенности в существующих методах оценки энергетических характеристик РЛС ФАР приводит к существенным ошибкам при оценке характеристик в ходе испытаний и, как следствие, к снижению возможностей по обнаружению, сопровождению и распознаванию целей. Данные обстоятельства обуславливают необходимость разработки методики оценки ЭП РЛС с учетом особенностей построения антенн по принципу ФАР с электронным управлением ДН.



Общее выражение для ЭП РЛС ФАР получается из уравнения дальности радиолокационного наблюдения. Известно, что мощность отраженного сигнала на входе приемного устройства без учета потерь в атмосфере рассчитываются в соответствии с выражением [1]:

$$P_c = P_u \lambda^2 G_1 G_2 \sigma_{\text{эф}} \eta_n / (4\pi)^3 R_{\text{ц}}^4, \quad (1)$$

- где  $P_u$  – импульсная мощность передающего устройства, Вт;  
 $\lambda$  – длина волны, м;  
 $G_1$  – КНД передающей антенны;  
 $G_2$  – КНД приёмной антенны;  
 $\sigma_{\text{эф}}$  – ЭПР цели, м<sup>2</sup>;  
 $R_{\text{ц}}$  – дальность до цели, м;  
 $\eta_n$  – множитель потерь в высокочастотном тракте при передаче и приеме сигнала.

Отношение мощности сигнала к мощности шума на выходе приемного устройства РЛС получаем с учетом выражения (1):

$$q^2 = P_c / P_w = P_u \lambda^2 G_1 G_2 \sigma_{\text{эф}} \eta_n / (4\pi)^3 R_{\text{ц}}^4 P_w, \quad (2)$$

где  $P_w$  – мощность шума, приведенная по входу приемного устройства, Вт.

В соответствии с определением ЭП и с учетом выражения (2) получаем соотношение:

$$\bar{\Pi}_c = q^2 R_{\text{ц}}^4 / \sigma_{\text{эф}} = P_u \lambda^2 G_1 G_2 \eta_n / (4\pi)^3 P_w, \quad (3)$$

Из правой части соотношения (3) следует, что ЭП определяется только параметрами станции. Экспериментальная оценка ЭП РЛС ФАР в процессе испытаний [2] в соответствии с соотношением (3) производится по результатам проведённых измерений отношения мощности сигнала к мощности шума и дальности при работе по цели с известной эффективной площадью рассеяния (ЭПР).

В качестве цели с известной ЭПР могут использоваться сферические или цилиндрические космические объекты (КО), причем предпочтение отдается первым, поскольку их рассеивающие свойства хорошо известны и не зависят от ориентации сферы. Цилиндрические КО целесообразно применять только тогда, когда необходима цель с большой ЭПР (десятки квадратных метров), так как изготовить сферу больших размеров с высокой точностью чрезвычайно сложно, а вывести на орбиту почти невозможно [3].

РЛС ФАР имеют неподвижную антенну с электронным управлением ДН и большим углом ее отклонения от нормали к антенному полотну ( $\pm 55^\circ$ ). Оценивание ЭП с учетом данных особенностей проводится в два этапа.

На первом этапе принимается допущение, что угол отклонения ДН антенны от нормали к антенному полотну составляет не более  $2^\circ$  в азимутальной и угломестной плоскостях. Для оценивания ЭП радиолокационная станция сопровождает эталонный КО, и в каждом единичном измерении рассчитывается значение ЭП в соответствии с соотношением:

$$\bar{\Pi}_c = q_i^2 R_{\text{ц}i}^4 / \sigma_{\text{эф}}. \quad (4)$$

Дискретность единичных измерений ЭП выбирается из условия их независимости (некоррелированности измерений отношения сигнала к шуму). При этом ЭП измеряется в точках, отстоящих друг от друга по времени, не меньшему среднего интервала корреляции флуктуаций отраженного сигнала от эталонного КО. Тогда если период повторения зондирующих импульсов равен  $T_n$ , а средний интервал корреляции флуктуаций отраженного сигнала  $T_k$ , то определение потенциала производится через отрезки времени

$\Delta t_n \geq T_k$ , то есть один раз через каждые  $T_n/T_k$  зондирующих импульсов. При  $T_n = 0,01$  с и  $T_k = 0,1$  с ЭП определяется через 0,1 с или через интервал времени, соответствующий посылке 10 зондирующих импульсов. При  $T_n \approx T_k$  ЭП определяется для каждого зондирующего импульса.

Для оценки ЭП на  $j$ -м участке обработки информации, полученной при сопровождении КО, результаты единичных измерений усредняются:

$$\bar{\Pi}_{cj} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \Pi_{ci}, \quad (5)$$

где  $n_j$  – число результатов единичных измерений на  $j$ -м участке обработки.

Среднее значение ЭП РЛС оценивается путем усреднения значений потенциала на всех участках обработки:

$$\bar{\Pi}_c = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} \Pi_{cj}, \quad (6)$$

где  $N_0$  – число участков обработки одной длительности.

При наличии участков обработки разной длительности выражение (6) примет вид:

$$\bar{\Pi}_c = \frac{1}{N_l} \sum_{j=1}^{N_l} \gamma_j \bar{\Pi}_{cj}, \quad (7)$$

где  $\gamma_j = t_j / \sum_{l=1}^{N_l} t_l$  – весовой коэффициент длительности участка обработки;

$t_j$  – длительность  $j$ -го участка обработки;

$N_l$  – число участков обработки.

Следует учитывать ошибки оценки ЭП, значения которых при единичных измерениях в соответствии с выражением (4) можно определить, как:

$$\delta \Pi_{ci} = \frac{d \Pi_{ci}}{dq^2} \delta q^2 + \frac{d \Pi_{ci}}{d \sigma_{эф}} \delta \sigma_{эф} + \frac{d \Pi_{ci}}{d R_{ц}} \delta R_{ц}. \quad (8)$$

После преобразования выражения (8) получаем соотношения:

$$\frac{d \Pi_{ci}}{dq^2} = \frac{R^4}{\sigma_{эф}}, \quad \frac{d \Pi_{ci}}{d \sigma_{эф}} = -\frac{q^2 R^4}{\sigma_{эф}^2}, \quad \frac{d \Pi_{ci}}{d R_{ц}} = 4 \frac{q^2 R_{ц}^3}{\sigma_{эф}^2} = \frac{4 \Pi_{ci}}{R_{ц}}. \quad (9)$$

Значения ошибок в единичных измерениях получаем из выражения:

$$\delta \Pi_{ci} = R^4 \delta q^2 / \sigma_{эф} - q^2 R^4 \delta \sigma_{эф} / \sigma_{эф}^2 + 4 \Pi_{ci} \delta R_{ц} / R_{ц}. \quad (10)$$

Относительная ошибка в определении ЭП рассчитывается из выражения:

$$\delta_0 \Pi_{ci} = \delta \Pi_{ci} / \Pi_{ci} = \delta q^2 / q^2 - \delta \sigma_{эф} / \sigma_{эф} + 4 \delta R_{ц} / R_{ц}. \quad (11)$$

Так как,  $\sigma R_{ц} \leq R_{ц}$  то последним членом в выражении (11) можно пренебречь, следовательно получим выражение:

$$\delta_0 \Pi_{ci} = \delta q^2 / q^2 - \delta \sigma_{эф} / \sigma_{эф}. \quad (12)$$

Обычно при оценке ЭП применяются приведенные значения отношения сигнала к шуму для фиксированной дальности до цели  $R_{ц,пр}$ , тогда:

$$q_{пр}^2 = q^2 (R_{ц} / R_{ц,пр})^4, \quad (13)$$

и выражение (12) примет вид:

$$\delta_0 \Pi_c = \delta_0 q_{пр}^2 - \delta_0 \sigma_{эф}, \quad (14)$$

где

$$\delta_0 q_{\text{пр}}^2 = \delta q_{\text{пр}}^2 / q_{\text{пр}}^2 ; \delta_0 \sigma_{\text{эф}} = \delta \sigma_{\text{эф}} / \sigma_{\text{эф}} .$$

Из выражения (14) видно, что погрешность единичного измерения ЭП определяется погрешностью измерения отношения сигнала к шуму и ошибкой определения ЭП эталонной цели.

При оценке влияния этих величин на точность определения ЭП следует учитывать, что погрешность измерения отношения сигнала к шуму  $q^2$  вызвана аппаратными погрешностями той части приемного устройства, в которой производится такое измерение.

Для современных РЛС ФАР среднеквадратическая погрешность измерения  $q^2$  составляет  $\sigma[q^2] = 1 \dots 1,5$  дБ при соответствующей калибровке приемного тракта [4,5].

Среднеквадратическая ошибка расчета среднего значения ЭП на участке обработки  $t_j$  при среднем интервале корреляции  $\tau_k$  флуктуаций отраженного сигнала:

$$\sigma_{\phi}[\overline{\Pi_{ci}}] = \sqrt{\sigma^2[\Pi_{ci}] \tau_k / t_j} , \quad (15)$$

где  $\sigma[\Pi_{ci}]$  – среднеквадратическая ошибка определения ЭП в единичных измерениях. Для эталонного сферического КО  $\sigma[\Pi_{ci}] = 0,1 \dots 1,5$  дБ.

Таким образом, если в процессе испытаний оценка ЭП проводится по  $N_{\text{пр}}$  участкам сопровождения (проводкам) КО и в каждой проводке для оценки выбирается участок обработки длительностью  $t_j$ , то среднеквадратическая ошибка определения ЭП с учетом выражения (15) рассчитывается из выражения:

$$\sigma[\overline{\Pi_c}] = \sqrt{\sigma^2[q^2] / N_{\text{пр}} + \sigma_{\phi}^2[\overline{\Pi_{ci}}] / N_{\text{пр}}} = \sqrt{\sigma^2[q^2] / N_{\text{пр}} + \sigma^2[\overline{\Pi_{ci}}] \tau_k / N_{\text{пр}} t_j} . \quad (16)$$

Соотношение (16) позволяет при заданной точности оценки среднего значения ЭП  $\sigma[\Pi_c]$ , длительности участка обработки  $t_j$ , среднем интервале корреляции  $\tau_k$  и известных дисперсиях ошибок  $\sigma^2[q^2]$  и  $\sigma^2[\Pi_{ci}]$  определить минимальное число проводок КО. Длительность участка обработки  $t_j$  можно найти, задавшись доверительной вероятностью  $P_{\beta}$ , при которой ошибка определения ЭП не выходит за пределы доверительного интервала  $I_{\beta}$ . Вероятность  $P_{\beta}$  при обработке  $N_{\text{пр}}$  измерений независимых случайных величин  $\Pi_{ci}$ , распределенных по Гауссовскому закону [6]:

$$P_{\beta} = \Phi(I_{\beta} \sqrt{N_{\text{пр}}} / \sigma[\Pi_{ci}] \sqrt{2}) , \quad (17)$$

где  $\Phi$  – функция Лапласа.

На рисунке 1 приведена зависимость вероятности  $P_{\beta}$  от числа измерений  $N_{\text{пр}}$  и различных значений  $\sigma[\Pi_{ci}]$ . Из рисунка 1 видно, что для достижения  $P_{\beta} = 0,95$  при  $\sigma[\Pi_{ci}] = 0,7 \dots 1,3$  дБ требуется 10 измерений. Следовательно, длительность участка обработки  $t_j$  берется равной (или больше)  $10\tau_k$  (каждое независимое единичное измерение ЭП проводится через отрезок времени, равной  $\tau_k$ ).

Из рисунка 2 видно, что увеличение числа проводок более 15 не приводит к заметному снижению значения  $\sigma[\Pi_c]$ . Следовательно,  $N_{\text{пр}} = 15$  вполне достаточно для оценки среднего значения ЭП.

Из анализа выражения (16) также следует, что при сферическом эталонном КО ошибка определения ЭП по  $N_{\text{пр}}$  проводкам определяется в основном погрешностью измерения отношения сигнала к шуму. Тогда выражение (16) примет вид:

$$\sigma[\Pi_c] \approx \sqrt{\sigma^2[q^2] / N_{\text{пр}}} . \quad (18)$$

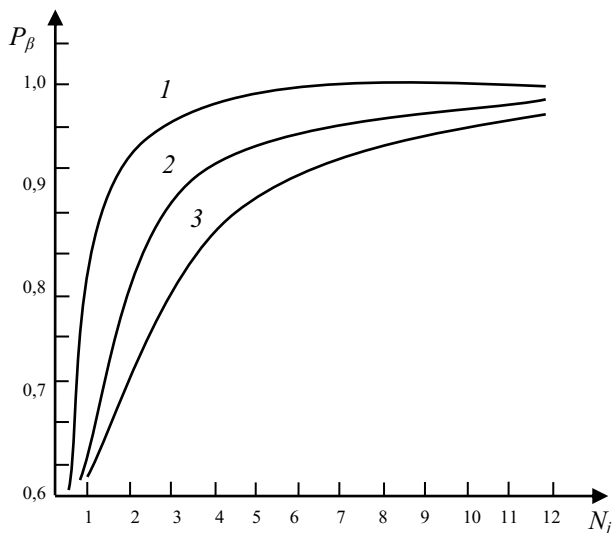


Рис. 1. Зависимость вероятности  $P_\beta$  от числа измерений  $N_j$  при  $\sigma[\Pi_{ci}]=0,7$  дБ (1);  $\sigma[\Pi_{ci}] = 1,0$  дБ (2);  $\sigma[\Pi_{ci}]=1,3$  дБ (3)

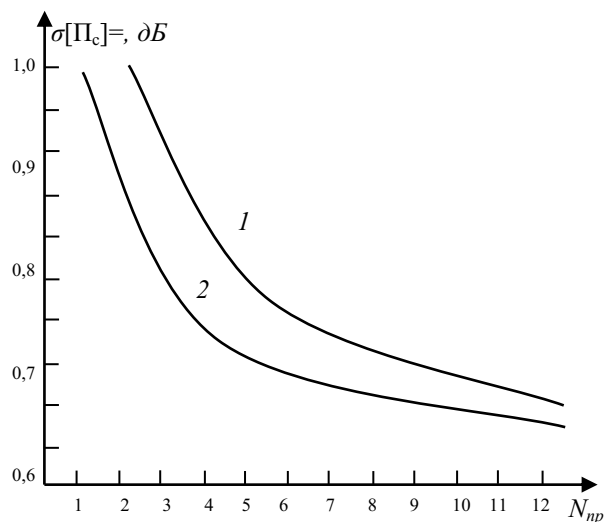


Рис. 2. Зависимость среднеквадратической ошибки определения ЭП от числа проводок КО при  $\sigma[q^2]=1,5$  дБ;  $\sigma[\Pi_{ci}]=1,5$  дБ (1);  $\sigma[q^2]=1,0$  дБ;  $\sigma[\Pi_{ci}]=1$  дБ (2)

Испытания РЛС ФАР показали, что часто длительность проводки  $t_{пр}$  (время пребывания КО в зоне действия РЛС) значительно больше длительности участка обработки  $t_j$ . В этом случае в каждой проводке КО для оценки ЭП можно использовать несколько участков обработки  $N_0$ . Количество таких участков обработки может быть получено из выражения:

$$1 \leq N_0 \leq t_{пр} / t_j.$$

Тогда, общее число проводок КО  $N_{прО}$  можно уменьшить (при одинаковой длительности  $t_{пр}$  в каждой проводке) до:

$$N_{прО} = N_{пр} / N_0 = N_{пр} / t_{пр}. \quad (18)$$

На втором этапе разработанной методики учитывается отклонение ДН антенны РЛС ФАР от нормали к антенному полотну на углы  $\pm 55^\circ$  в азимутальной и угломестной плоскостях. При таких больших отклонениях ДН сказывается влияние ошибок фазирования излучателей при формировании ДН антенны и заметно уменьшается коэффициент направленного действия (КНД) антенны.

Для ФАР с большим числом излучателей можно считать, что КНД изменяется по закону косинуса угла отклонения луча от нормали к полотну ФАР:

$$G(\theta) = G_0 \cos \theta_c \quad (19)$$

где  $G_0$  – КНД в направлении, перпендикулярном плоскости решетки;

$\theta_c$  – угол отклонения луча.

Указанные факты приводят к тому, что характер изменения ЭП по сектору обзора не стационарен во времени и неравномерен по угловым направлениям, а потому трудно прогнозируем, особенно на малых углах места, где сказывается влияние атмосферы на прохождение радиолокационного сигнала. Таким образом, для оценки ЭП РЛС ФАР необходимо ввести понятие рельефа ЭП под которым понимается распределение ЭП в секторе обзора по азимуту и углу места с привязкой ко времени, при этом:

$$\Pi_c = \Pi_{c0} \cos^2 \theta \cos^2 \varepsilon, \quad (20)$$

где  $\Pi_{c0}$  – потенциал в направлении, перпендикулярном плоскости ФАР.

Для оценки рельефа ЭП сектор обзора РЛС ФАР делится на ряд подсекторов, одинаковых по площади и равномерно распределенных по сектору обзора, т. е. формируется матрица из  $M_i N_i$  подсекторов, в которой  $M_n$  – число подсекторов в строке (по азимуту  $\theta$ ),  $N_n$  – число подсекторов в столбце (по углу места  $\varepsilon$ ). Размер подсектора должен быть таким, чтобы обеспечить необходимую длительность участка обработки  $t_i$ .

В соответствии с выражением (17) для  $P_p \geq 0,93$  число единичных измерений ЭП должно быть не менее 10 в каждом подсекторе. Для этого необходимо, чтобы размеры подсектора лежали в пределах от  $1$  до  $2^\circ$  по азимуту и углу места  $\Delta_c \theta = \Delta_c \varepsilon = 1 \dots 2^\circ$ .

При выборе размеров подсектора также необходимо обеспечить, чтобы изменение ЭП в пределах подсектора при больших углах отклонения ДН от нормали к ФАР было меньше или сравнимо с точностью его измерения. Для РЛС ФАР при  $\sigma[\Pi_{ci}] = 1$  дБ размер подсектора при угловом удалении его от направления нормали к ФАР на  $45 \dots 55^\circ$  должен составлять примерно  $1,5 \dots 2^\circ$ .

Кроме того, при выборе размеров подсектора следует учитывать необходимость попадания в каждый из них требуемого числа проводок КО за время, отведенное для оценки ЭП в процессе испытаний РЛС. Из анализа рисунка 2 следует, что для оценки среднего значения ЭП достаточно 15 проводок КО. Исходя из этого среднее значение ЭП в каждом подсекторе необходимо оценивать по 15 проводкам КО, что требует большого времени работы РЛС. Необходимое число одновременно запускаемых КО, параметры орбит которых лучше всего удовлетворяют условиям наблюдаемости их в подсекторах обзора РЛС, определяется заранее, до начала испытаний. Исходными данными для такого расчета являются: координаты точек стояния РЛС, размеры сектора и подсектора обзора РЛС, угол наклона орбиты КО к плоскости экватора Земли, высоты КО над поверхностью Земли в апогее и перигее, время активного существования КО. Исходя из условий получения достаточного числа единичных измерений ЭП и обеспечения необходимо числа проводок КО в отведенное для испытаний время, размеры подсектора целесообразно выбрать равными  $2^\circ \times 2^\circ$  по азимуту и углу места. При таких размерах подсектора изменение ЭП РЛС в нем будет незначительным и соизмеримым с точностью его определения.

С учетом особенностей РЛС ФАР, разработанная методика определения рельефа ЭП по эталонному сферическому КО сводится к следующему:

1. В процессе проводки КО на каждый  $i$ -й момент времени измерения отношения сигнала к шуму  $q_i^2$  фиксируются угловые координаты  $\theta_i, \varepsilon_i$  и дальность  $R_{Ци}$  до КО.

2. Угловые координаты сравниваются с координатами подсекторов и относятся к подсектору  $M_i N_i$ , если координаты  $i$ -го измерения лежат внутри области пространства, определяемого координатами подсектора  $M_i N_i$ .

3. В соответствии с выражением (4) рассчитывается ЭП для каждого единичного измерения отношения сигнала к шуму  $q_i^2$ :

$$\Pi_{ci}(M_i N_i) = q_i^2(M_i N_i) R_{Ци}^4(M_i N_i) / \sigma_{эф}. \quad (21)$$

4. Для каждой  $j$ -й проводки КО в соответствии с выражением (5) рассчитывается среднее значение ЭП в каждом подсекторе, через который проходит проводка:

$$\bar{\Pi}_{cj}(M_i N_i) = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \Pi_{ci}(M_i N_i), \quad (22)$$

где  $n_j$  – число единичных измерений ЭП в  $j$ -й проводке КО.

5. По результатам всех  $N_{\text{ПР}}$  проводок КО для каждого подсектора  $M_i N_i$ , оценивается среднее значение и дисперсия оценки ЭП с учетом выражений (6) и (18):

$$\begin{aligned} \bar{\Pi}_c(M_i N_i) &= \frac{1}{N_{\text{ПР}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{ПР}}} \bar{\Pi}_{ci}(M_i N_i); \\ (\sigma_{M_i N_i}^2) [\bar{\Pi}_c] &= \frac{1}{N_{j-1}} \sum_{i=1}^{N_j} [\Pi_{ci}(M_i N_i) - \bar{\Pi}_c(M_i N_i)]^2 \end{aligned} \quad (23)$$

где  $N_i$  – общее число единичных измерений ЭП в подсекторе  $M_i N_i$ , для  $N_{\text{ПР}}$  проводок КО.

6. В каждом подсекторе строится распределение ЭП (рельеф ЭП) по всему сектору обзора РЛС. Сглаживание экспериментальных данных проводится полиномом третьей или четвертой степени, для которых коэффициенты находятся методом наименьших квадратов.

Разработанная методика позволяет более точно оценивать энергетический потенциал современных РЛС ФАР в ходе проведения полигонных испытаний за счет учета неравномерности распределения потенциала в зоне обзора станции при отклонении диаграммы направленности от нормали к поверхности антенного полотна и построения рельефа энергетического потенциала. Использование полученного рельефа потенциала РЛС позволяет компенсировать ошибки измерения ЭПР реальных целей и обеспечить требуемые точности при обнаружении, сопровождении и распознавании КО.

#### Библиографический список

1. Леонов С. А. Радиолокационные сигналы противовоздушной обороны. – М. : Воениздат, 1988. – 180 с.
2. Круг Г. К., Сосулин Ю. А., Фатуев В. А. Планирование эксперимента в задачах идентификации и экстраполяции. – М. : Наука, 1977. – 207 с.
3. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М. : Радио и связь, 1989. – 552 с.
4. Леонов А. И., Фомичев, К. И. Моноимпульсная радиолокация. – М. : Радио и связь, 1984. – 312 с.
5. Радиотехнические системы в ракетной технике / В. Д. Великанов, В. И. Галкин, И. И. Захарченко и др. ; под общ. ред. В. И. Галкина, И. И. Захарченко, Л. В. Михайлова. – М. : Воениздат, 1974. – 340 с.
6. Саврасов Ю. С. Алгоритмы и программы в радиолокации. – М. : Радио и связь, 1985. – 216 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЛИГОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

**Ребриков Г. И.,**

кандидат технических наук,  
4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область,

**Устинов А. С.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье приводится обоснование возможности построения многопозиционной системы измерений траекторий воздушных объектов, основанной на использовании фазометрических способов измерений по излучению бортовой телеметрической аппаратуры. Предлагается построение измерительной системы с несколькими измерительными базами. Обосновывается возможность достижения высоких точностей измерения координат и скорости за счет использования больших баз и высокоточной синхронизации опорных частот с помощью навигационной аппаратуры потребителя СНС «ГЛОНАСС-GPS».

**Ключевые слова:** наземная аппаратура потребителей, космическая навигационная спутниковая система, беззапросная радиолокационная измерительная система, многопозиционная фазометрическая система.

Одной из существенных проблем полигонных измерений в настоящее время является получение траекторной информации по испытываемым на полигоне объектам. Состав образцов на полигоне очень разнообразен: это и межконтинентальные ракеты-носители, и ракеты оперативно-тактического назначения, зенитные управляемые ракеты (далее – ЗУР) современных комплексов ПВО и мишени, имитирующие самолёты, крылатые ракеты, баллистические ракеты. На ракетах-носителях и оперативно-тактических ракетах может размещаться бортовая аппаратура потребителя космических навигационных спутниковых систем (далее КНСС) и проблема траекторных измерений решается. Но в большинстве ЗУР разместить аппаратуру для траекторных измерений невозможно из-за невозможности вмешательства во внутреннюю компоновку изделий, являющихся средствами перехвата, боевой подготовки или объектами контрольных, типовых или периодических испытаний.

Измерение траекторий таких объектов возможно методом пассивной радиолокации. Для этого применяются радиолокационные станции (далее – РЛС) «Кама-Н». Тактико-технические характеристики этих станций, созданных в середине 1980-х гг., не удовлетворяют современным требованиям. Траекторные РЛС требуют своего развития в интересах испытаний.

В последнее время предпринимались робкие попытки создать новую траекторную РЛС вместо РЛС «Кама-Н», но они не завершились даже созданием некоторой концепции относительно принципов устройства современных траекторных РЛС. Все эти попытки представляли собой решение задачи

усовершенствования РЛС «Кама-Н». Это обуславливается большим сроком существования прототипа и отлаженной годами технологии применения и обработки информации.

Хотя на полигоне проходят испытания образцы современных РЛС комплексов ПВО, их устройство и принципы конструкции не совсем подходят для измерений. Во-первых, это очень дорогие образцы, а их для полигона нужно много (сейчас на полигоне девять РЛС). Во-вторых, измерения РЛС, каждый ответный импульс, должны быть точно привязаны к шкале времени. В-третьих, все РЛС должны работать в единой системе координат, а значит, должны иметь высокоточную геодезическую привязку и юстировочное оборудование для ориентации антенн и привязки дальности.

В условиях современного технологического прогресса есть необходимость взглянуть на проблему шире: нужно отказаться от старого метода однопунктного определения траекторных параметров, а использовать достижения в области КНСС [1; 2].

Применение однопунктного метода измерений подразумевает создание новых аналогов РЛС «Кама-Н», т. е. размещение на каждом измерительном пункте РЛС с передатчиком, приёмником, системой обработки, расчётом личного состава. Это затратно и нерационально, когда существует испытанный метод разнесённого приёма и пространственно-временной обработки сигналов. Это метод основан на создании многопозиционной системы траекторных измерений, которая содержит один излучатель и много приёмных модулей. Примером такой системы является созданный в АО «ОКБ МЭИ» корреляционно-фазовый пеленгатор «Ритм» («Ритм-М») – многофункциональный радиотехнический комплекс получения координатной и некоординатной информации по космическим аппаратам и разгонным блокам [3].

Современный пеленгатор «Ритм-М» представляет собой всепогодную пятиантенную радиотехническую систему с двумя взаимно перпендикулярными измерительными базами (длина базы 50 м), рассчитанную на разнесённый приём сигналов излучаемых пеленгуемыми космическими аппаратами и не требующую установки на космических аппаратах какой-либо дополнительной бортовой аппаратуры (рис. 1).

Фазометрическая информация извлекается практически из любых непрерывных сигналов, излучаемых космическим аппаратом в диапазоне частот от 1 до 8,5 ГГц, и используется для определения текущих навигационных параметров излучающего объекта, находящегося на высоте до 70 000 км. При этом точность определения направления на цель (угол места и азимут) определяется единицами угловых секунд. В настоящее время эти пеленгаторы работают по сигналам бортовых телеметрических систем «Орбита-IV», РТС-9 и др.

Данный способ имеет этот недостаток – необходимость излучающего бортового устройства. Не на всех объектах испытаний полигона имеется телеметрия, но на ракетах-носителях и ракетах оперативно-тактического назначения они всегда есть, а на ракетах-мишенях их размещение возможно. И только при испытаниях ЗУР, где нет телеметрического борта, получить траекторную информацию с помощью пеленгатора нельзя.

Второй существенный недостаток пеленгаторов «Ритм» – это измерение только двух углов. Для получения трёх координат необходимо применить минимум два пеленгатора, а из опыта применения угломерных оптических средств – три. Нужно иметь в виду, что точность угловых измерений пеленгатора очень высока и составляет 2–6 угловых секунд, как у высокоточных оптических средств.

Но пеленгатор «Ритм» может работать одновременно по 5 частотам, а это значит, что при определённых условиях можно получить измерения и по ЗУР, используя отражённый от неё сигнал телеметрического борта мишени. А условия эти таковы: во-первых, мощность бортового передатчика телеметрии должна быть достаточна, во-вторых, мишень и ЗУР должны быть в луче диаграммы направленности пеленгатора, в-третьих, по отношению к пеленгатору доплеровский сдвиг сигнала мишени и сигнала, отражённого от ЗУР, должны быть разнесены на интервал, больший, чем ширина полосы приёмника измерительной системы.





Рис. 1. Корреляционно-фазовые пеленгаторы «Ритм» и «Ритм-М»

Второе условие выполняется на полигоне исходя из условий испытаний, в которых ЗУР и мишень и находятся на одной линии (в крайнем случае – в момент похода ЗУР к мишени). Третье условие выполняется частично, потому что ЗУР всегда летит навстречу мишени по определению. Первое же условие связано с модификацией пеленгатора типа «Ритм» при разработке его применительно к задачам полигона. Это означает, что приёмник должен иметь высокую чувствительность и, для выполнения третьего условия, частотные каналы приёма и их избирательность должны соответствовать геометрическим условиям полёта мишени и ЗУР, чтобы разделить два отражённых сигнала по частоте Доплера.

Как устранить необходимость размещения на полигоне трёх пеленгаторов типа «Ритм»? Для этого возможно дополнить один пеленгатор удалёнными приёмными пунктами по аналогии с предложенным в статье [4] способом.

В статье предложена многопозиционная фазометрическая система измерений для полигонной отработки ракетной техники, работающая как по отраженному, так и по ответному сигналу и использующая космические навигационные технологии. Система отличается от аналогов - станций «Вега-АПН», «Ритм» тем, что синхронизация разнесённых приёмных пунктов с центральным пеленгатором типа «Ритм» осуществляется не по кабелям, а с помощью навигационной аппаратуры потребителя по сигналам навигационных спутников.

Приведём наиболее простой вариант многопозиционной измерительной системы, состоящей из минимального количества средств (рис. 2).

В состав входит одна «ведущая» РЛС (далее – ВРЛС), которая осуществляет обработку всей совокупности принятых сигналов, и два «ведомых» приёмных пункта (далее – ВПП). На ВПП достаточно иметь всенаправленную или широконаправленную в секторе трассы испытаний антенную систему, чтобы исключить необходимость направлять ее дистанционно на объект. ВПП является необслуживаемым пунктом и может размещаться на вышках, крышах зданий, в зоне падения остатков ракет, где наличие расчётов исключено. Аналогом предлагаемых ВПП может являться современная аппаратура

потребителей спутниковых систем ГЛОНАСС-GPS. Такие устройства имеют малые габариты, всенаправленную антенну, высокую чувствительность, отлаженную технологию изготовления электронных компонентов.

ВРЛС и ВПП оснащаются навигационной аппаратурой потребителя КНСС, которая использует априорно известную точную привязку координат приемников (фазовых центров их антенн), производит высокоточное сведение времени и синхронизацию внутренних опорных частот приемников с ведущей РЛС. Такая многопозиционная система образует три точки приема на двух измерительных базах. Передатчик и приемники на концах баз синхронизированы с помощью наземной аппаратуры потребителя и, соответственно, производят синхронный прием, обработку и регистрацию отраженных объектом сигналов.

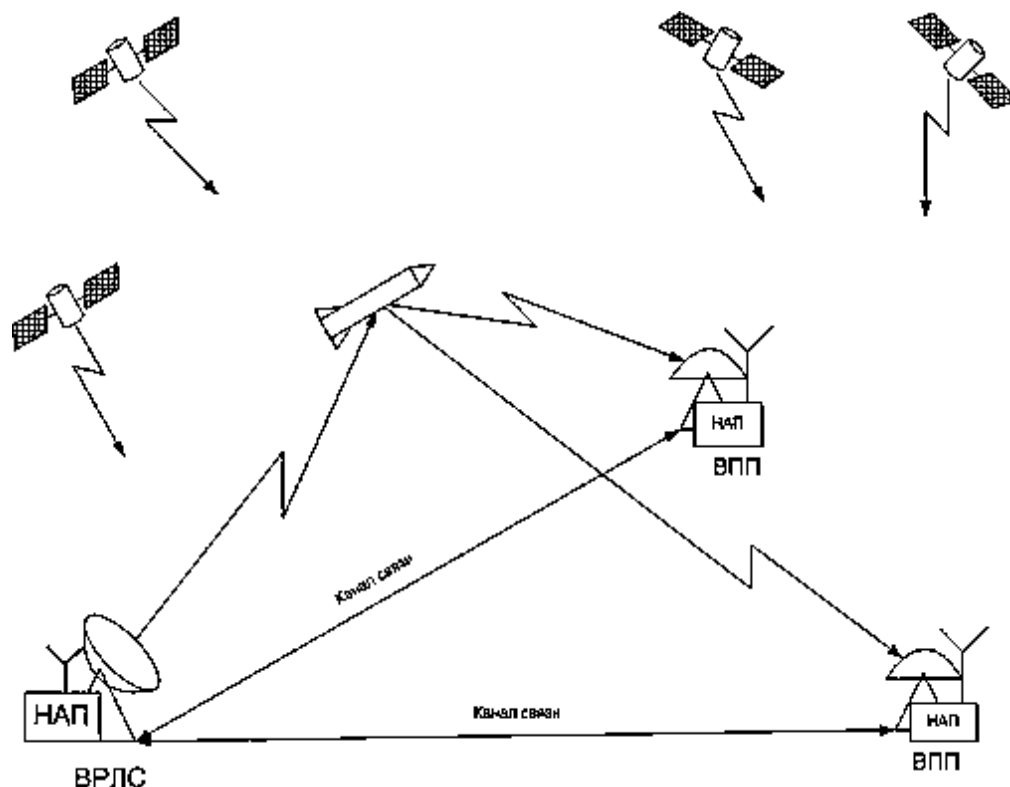


Рис. 2. Многопозиционная радиолокационная система с синхронизацией опорных частот навигационной аппаратурой потребителя глобальной навигационной спутниковой системы

Размер баз выбирается из условий размещения на полигонной измерительной трассе. Полученная на ВПП информация передается по каналам связи на ВРЛС, где проводится окончательная пространственно-временная обработка измерений и получение координат объектов на вычислительных средствах.

Применительно к испытаниям на полигоне трасса содержит измерительные пункты, размещенные по сторонам сектора испытаний. Расстояния между измерительными пунктами и центральным (пристартовым) измерительным пунктом составляют от 6 до 45 км. Применение фазометрической системы измерений может иметь следующую конфигурацию. Размещается модернизированный пеленгатор типа «Ритм-М» с размером баз 50 м на пристартовом измерительном пункте, а ВПП на существующих измерительных пунктах, что составит многопозиционную систему с базами от 6 до 45 км, расположенными под углом друг к другу. Наличие дополнительных больших баз позволяет организовать фазовый метод определения направлений по сигналу, излучаемому телеметрической системой. Поскольку

баз можно сформировать 3 и более, размещение трёх пеленгаторов типа «Ритм» отпадает. Три (и более) измерительные базы, расположенные под углом друг к другу позволяют определять все три координаты объекта.

Погрешность решения задачи определения координат и скорости будет зависеть от погрешности синхронизации фаз и шкал времени между ВРЛС и ВПП, а также от взаимного пространственного размещения баз между ВРЛС и ВПП. Так как ВРЛС и ВПП размещены стационарно, то это значит, что их относительные координаты определяются достаточно точно геодезическими методами, а времена и фазы опорной частоты сводятся наилучшим образом с помощью наземной аппаратуры потребителя КНСС. Использование сведения шкал навигационных приборов по кодовым навигационным посылкам и по фазе, несущей навигационного сигнала позволяет значительно уменьшить погрешности сведения фаз и временных шкал [5].

Для ещё большего повышения точности навигационных определений и синхронизации опорных частот необходимо использовать данные системы высокоточного определения эфемерид и временных поправок в режиме послесеансной обработки [6]. В этом режиме измерения с ВПП доставляются на ВРЛС и обрабатываются совместно с уточнёнными эфемеридами и поправками. Поправки выдаются после уточнения параметров движения навигационных спутников из Прикладного Потребительского Центра Системы Информационного Обмена потребителей МО РФ и специальных пользователей (далее ППЦСИО) МО РФ.

Оперативную «грубую» траекторию объекта ВРЛС строит по своим измерениям дальности и углов. Уточнённое оперативное значение траекторных параметров получается после приёма и обработки данных со всех приёмных пунктов.

Наивысшая точность измерений достигается с использованием системы высокоточного определения эфемерид и временных поправок, которая через свой центр ППЦСИО выдаёт оперативные данные в течение 1–2 ч, предварительные данные в течение 1–2 сут. и окончательные данные в течение 15 сут. Эти данные позволяют наиболее точно свести времена и фазы принимаемых приёмниками ВПП и ВРЛС сигналов с целью наиболее точного решения задачи определения координат и скоростей объекта испытаний.

**Выводы.** Разработку перспективных траекторных РЛС следует вести в направлении многопозиционных методов с использованием технологии пространственно-временной обработки сигналов.

Необходимо также опираться на возросшие возможности космических спутниковых навигационных систем, которые позволяют вывести на новый технологически уровень вопросы синхронизации опорных частот и сведения временных шкал.

Применение малогабаритных выносных приёмных пунктов с использованием технологий наземной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС-GPS позволит в условиях полигона создать сеть необслуживаемых малогабаритных пунктов приёма, которая охватывает, в том числе и опасные зоны падения остатков ракет, где размещение обычных измерительных средств невозможно.

Использование для фазометрического метода измерений излучения телеметрического борта ракеты-мишени позволит также решить ещё одну важную задачу – объективный контроль попадания и определение величины промаха ЗУР. Установка на борту мишени датчиков и передача их данных в канале телеметрии совместно с высокоточными измерениями траектории позволит решить и эту сложную проблему.

Космические навигационные технологии продолжают постоянно совершенствоваться в рамках долговременной государственной программы, что является основой непрерывного развития и связанных с ними методов измерений [7].

#### **Библиографический список**

1. Леконцев Д. А., Рубцов Н. С., Успенский К. К. Применение аппаратуры потребителя и средств функциональных дополнений глобальных навигационных спутниковых систем для обеспечения полигонных испытаний // Сборник трудов юбилейной научно-технической конференции, посвященной 70-летию 4ГЦМП / Министерство обороны РФ. – Знаменск, 2016. – Ч. 1. – С. 74–82.
2. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии : монография. – М. : Картгеоцентр, 2006. – 360 с.
3. Полигоны / АО «ОКБ МЭИ». – Режим доступа: <http://www.okbmei.ru/poligons.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. Ребриков Г. И. О способе построения многопозиционной системы траекторных измерений // Вестник воздушно-космической обороны. – 2017. – Вып. 4 (16). – С. 18–22.
5. Интерфейсный контрольный документ. Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Навигационный радиосигнал в диапазонах L1, L2 (редакция 5.1). – М. : РНИИКП, 2008. – 74 с.
6. Интерфейсный контрольный документ. Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Система высокоточного определения эфемерид и временных поправок (СВОЭВП). – М. : НИИ ПП., 2009. – 92 с.
7. Карутин С. Текущее состояние и модернизация системы ГЛОНАСС : Доклад начальника Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения. 9-е заседание Международного комитета по ГНСС. Европейское агентство по ГНСС, Прага, Чехия 10 ноября 2014. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/aboutIAC/presentations/2014ICG-9.pdf>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

**Савушкин Н. И.,**

кандидат военных наук, доцент, старший научный сотрудник,  
Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,  
г. Балашиха, Московская область

**Аннотация.** В статье обосновывается необходимость оперативно-тактических расчетов при разработке военно-управленческих решений, рассмотрены виды расчетов и их основное предназначение.

**Ключевые слова:** оперативно-тактические расчеты, решение, замысел, оперативность, точность, уяснение задачи.

Наличие объективных закономерностей в организации и ведении боевых действий, несмотря на множество разного рода случайностей, делает необходимым научный прогноз, использование количественных методов при принятии и обосновании решений и планировании действий войск. Важным инструментом при получении необходимых лицу, принимающему решение, количественных данных являются расчеты. Результаты проведенных оперативно-тактических расчетов наряду с уяснением задач, возникших, или поставленных старшим начальником, оценкой обстановки являются исходными данными для формулирования замысла решения, а в дальнейшем и всего решения в целом.

Желательно проведением оперативно-тактических расчетов охватывать всю совокупность факторов, благоприятных и неблагоприятных, характеризующих обстановку, в которой принимается решение, все их многообразие, что в конечном итоге может позволить рассчитать обобщенный показатель планируемых действий.

Проводимые оперативно-тактические расчеты многообразны и имеют свое назначение и направленность, выполняются по специализированным методикам. Наиболее важными и нужными оперативно-тактическими расчетами являются расчеты, результаты которых служат для более глубокой оценки обстановки, принятия достоверного, обоснованного и целесообразного решения, обоснованию планирования и всестороннего обеспечения боевых действий.

Оперативно-тактические расчеты по характеру решаемых задач можно подразделить на группы. Первая группа расчетов, как правило, связана с планируемым воздействием на противника. В результате данных расчетов определяется возможная степень поражения объектов, то есть эффективность применения имеющихся сил и средств. Такие расчеты используются при планировании применения обычных и ядерных средств поражения по объектам противника, определении боевых возможностей своих войск при отражении нападения противника.

Вторая группа расчетов связана с так называемой обратной задачей. Имея запланированные объекты поражения противника и желаемую степень их поражения, рассчитывается количество необходимых собственных сил и средств, выделяемых для этой цели. В результате выполнения этих расчетов определяется потребный наряд сил и средств для решения частных задач и боевых действий в целом.

Третья группа расчетов решает задачу оптимизации, позволяет распределить силы и средства по объектам противника с целью нанесения ему наибольших потерь при минимальном расходе боевых средств. Расчеты на оптимизацию наиболее трудны, а методики их выполнения достаточно сложны и, как правило, требуют использования сложного современного математического аппарата, программных продуктов, и реализуются с помощью средств электронно-вычислительной техники.

Способы и объем оперативно-тактических расчетов, состав применяемых при этом методик зависят от конкретных условий обстановки.

Следуя структурно-логической схеме принятия решения, в первую очередь, выполняются необходимые расчеты для полного и всестороннего уяснения поставленной задачи. Затем рассчитываются количественные данные по элементам оценки обстановки и определение сил, средств, способов и сроков выполнения задач. С использованием полученных данных определяется замысел действий, далее определяются основные задачи подчиненным, организация обеспечения, взаимодействия и управления дальнейшими действиями. На основе принятого решения может разрабатываться план действий, разработка которого также связана с необходимостью проведения оперативно-тактических расчетов.

Как правило, вначале обычно выполняют прямые и обратные расчеты, затем, на их основе расчеты на оптимизацию. Оперативно-тактические расчеты должны проводиться своевременно и быть достаточно точными.

По мере повышения требований к оперативности управления войсками объективно уменьшается допустимая продолжительность выполнения тактических расчетов и увеличивается их точность.

Под точностью расчетов понимается степень соответствия получаемых расчетных данных реальной действительности и обуславливается:

- точностью применяемой методики вычисления необходимых данных;
- достоверностью исходных данных, на основе которых ведется расчет;
- правильностью (безошибочностью) выполнения расчетов исполнителями.

Методики оперативно-тактических расчетов разрабатываются заблаговременно исполнителями по своему направлению деятельности. Применяемые методики должны позволять использовать входные данные при быстром изменении обстановки. В тактических звеньях управления желательно применение сравнительно несложных но достаточно практичных методик и расчетных программ. Не зная содержания методик, расчетных программ нельзя судить о их достоинствах и недостатках, о достоверности полученных расчетным путем данных, то есть о возможности их применения при принятии решения.

Отличное знание методик оперативно-тактических расчетов, умелое их применение в складывающейся обстановке является необходимым условием успешной работы не только для непосредственных исполнителей расчетов, но и для командиров и начальников, использующих результаты этих расчетов.

### **Библиографический список**

1. Основы теории управления войсками / под ред. П. К. Алтухова. – М. : Воениздат, 1984. – 221 с.
2. Организация и технология выработки решения : учеб. пос. – М. : ВА РВСН, 2005. – 285 с.
3. Энциклопедия Ракетных войск стратегического назначения. – М. : РВСН; Белгород, 2014. – 864 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ФРАГМЕНТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

**Селезнев М. Е.,**

кандидат военных наук, старший научный сотрудник,  
Военная академия Ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого,  
г. Балашиха, Московская область

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность использования метода фрагментирования информации при разработке средств обучения в высших военных учебных заведениях, позволяющая готовить военных специалистов с различным уровнем профессиональной подготовки перед поступлением.

**Ключевые слова:** фрагментирование информации, средства обучения, подготовка офицеров.

На современном этапе среди требований к военному специалисту все больше внимания акцентируется на развитии творческих способностей (в частности, тактического мышления), формирования личности офицера в целом. При этом исходят из того, что несмотря на мощь вооружения, боевой техники, широкую автоматизацию управления войсками и оружием, решающее слово принадлежит человеку, а техника остается продолжением его руки и интеллекта.

Повышение требования к личности офицера, его профессиональным качествам требует их соответствующей подготовки. Однако исходные данные перед подготовкой каждого конкретного офицера в высших военных учебных заведениях различны. Это обосновано как личностными данными (память, трудолюбие, способность к обучению, мотивация освоить данную специальность и т. п.), так и начальной подготовкой каждого.

Казалось бы, у курсантов перед поступлением должна быть приблизительно одинаковая начальная подготовка, однако это не так. Здесь сказывается влияние различных факторов: где учился обучающийся (кадетский корпус, кадетский класс, общеобразовательный класс и т. п.), кем воспитывался (в семье военнослужащего, в полной – неполной семье и т. п.), место проживания до поступления (город, военный городок, село и т. п.), какие фильмы смотрел, какую читал литературу и другие факторы.

Очевидно, что у слушателей при поступлении в академию еще большая разница в подготовке. Здесь сказываются: уровень подготовки в училище, срок службы на офицерских должностях, занимаемые должности и др.

При таких условиях, казалось бы, следует формировать учебные группы обучающихся исходя из уровня начальной подготовки и осуществлять обучение по индивидуальным программам для каждой группы. Но это приведет к тому, что подготовка одних групп может оказаться заведомо слабее чем у других, потеряется такой важный элемент обучения как стремление подтянуть свои знания до уровня лучше подготовленных обучающихся, а для офицеров может прекратиться обмен ценным опытом, приобретенным при прохождении службы. Основным аргументом против такого обучения является универсальность подготовки в академии, так как при выпуске из академии офицеры распределяются не всегда в соответствии с полученными специальностями и прохождением службы до поступления,

а дальнейшие их кадровые назначения могут быть разнообразны. Кроме того, главная цель образовательного процесса в любом современном вузе – это достижение желаемого состояния образования выпускника, обусловленного требованиями ФГОСов и квалификационными требованиями заказчиков. Поэтому при разработке средств обучения, приспособленных к освоению обучающимися, которые позволили бы строить логику образовательного процесса в зависимости от складывающихся условий, предлагается использовать основные положения метода фрагментирования информации.

Под фрагментированием информации следует понимать процесс дробления учебного материала на множество небольших разделов (подразделов) в соответствии с тематическим планом [1].

Использование данного метода при разработке средств обучения – учебников, учебных пособий, компьютеризированных учебников и др., имеет следующие положительные стороны:

1. Фрагментация материала методически обеспечивает концепцию отсроченного обучения. Совокупность фрагментов представляет объем знаний по дисциплине в целом. При этом у обучающегося формируется представление о возможных направлениях дальнейшего изучения дисциплины и чувство неудовлетворенности собой. Сильные ученики могут реализовать методику опережения учебной программы.

2. Фрагментация материала удобна для организации предварительного повторения учебного материала перед освоением нового.

3. Фрагменты позволяют строго определить объем дисциплины, выделив из него материал других дисциплин. Это исключает противоречивость и повторяемость материала.

4. Процесс обучения строят на использовании внутренних и межпредметных связей. Возможно, указать точки входа (на чем основана дисциплина) и точки выхода (где знания используют).

5. Фрагменты позволяют определить время, требуемое для освоения дисциплины.

6. Дисциплина легко трансформируется при изменении отводимого на ее изучение времени.

7. Фрагменты являются промежуточной формой представления материала между традиционным учебником и конспектом-схемой опорного сигнала. Фрагмент стандартизирует содержание опорного сигнала, который должен сформулировать обучаемый.

8. Фрагменты, воздействуя на подсознание (как определенная совокупность рисунков и слов), делают процесс обучения приятным и интересным.

9. Фрагменты – основа базы знаний компьютерных обучающих систем и электронных учебников.

Использование при разработке фрагментированных средств обучения всей базы знаний по предмету обучения, начиная от фундаментальных основ, закладываемых в образовательном учреждении и до основных положений эксплуатации агрегатов и систем, действий номеров расчетов дежурных смен при применении, обслуживании и устранении неисправностей, позволит обучающемуся использовать все перечисленные положительные стороны организации таких средств обучения для повышения уровня своей профессиональной компетентности.

Таким образом средства обучения, используемые в образовательном учреждении и войсках, должны обладать свойством приспособленности к освоению изложенного материала. Наиболее приспособленными к освоению считаются средства обучения, построенные по принципу фрагментирования информации.

### **Библиографический список**

1. Дробот И. С., Титов В. Б. Образовательная среда военнослужащих вида (рода) войск // Образовательные технологии в высшем военно-учебном заведении: опыт применения. – М. : ВА РВСН, 2008. – С. 151–161.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ВВСТ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ

Семрак А. В.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам организации частотно-временного обеспечения (ЧВО) глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС, повышения точности системы и проблеме обеспечения единым временем измерительных средств полигонного измерительного комплекса.

**Ключевые слова:** навигационная спутниковая система; наземная система дифференциальной коррекции; система единого времени.

Глобальная навигационная система (ГНСС) ГЛОНАСС предназначена для высокоточного координатно-временного и навигационного обеспечения потребителей. Она основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными спутниками и потребителем. Это означает, что потребителю передается в составе навигационного сигнала информация о координатах спутников. Одновременно (синхронно) производятся измерения дальностей до навигационных спутников. Способ измерений дальностей основывается на вычислении временных задержек принимаемого сигнала от спутника по сравнению с сигналом, генерируемым аппаратурой потребителя.

На рисунке приведена схема определений местоположения потребителя с координатами  $x$ ,  $y$ ,  $z$  на основе измерений дальности до четырех навигационных спутников. Цветными яркими линиями показаны окружности, в центре которых расположены спутники. Радиусы окружностей соответствуют истинным дальностям, т. е. истинным расстояниям между спутниками и потребителем. Цветные неяркие линии – это окружности с радиусами, соответствующими измеренным дальностям, которые отличаются от истинных и поэтому называются псевдодальностями. Истинная дальность отличается от псевдодальности на величину, равную произведению скорости света на уход часов  $b$ , т. е. величину смещения часов потребителя по отношению к системному времени. На рисунке показан случай, когда уход часов потребителя больше нуля – то есть часы потребителя опережают системное время, поэтому измеренные псевдодальности меньше истинных дальностей.

В идеальном варианте, когда измерения производятся точно и показания часов спутников и потребителя совпадают для определения положения потребителя в пространстве достаточно произвести измерения до трех навигационных спутников.

В действительности показания часов, которые входят в состав навигационной аппаратуры потребителя, отличаются от показаний часов на борту навигационных спутников. Тогда для решения навигационной задачи к неизвестным ранее параметрам (три координаты потребителя) следует добавить еще один – смещение между часами потребителя и системным временем. Отсюда следует, что в общем случае для решения навигационной задачи потребитель должен «видеть», как минимум, четыре навигационных спутника.

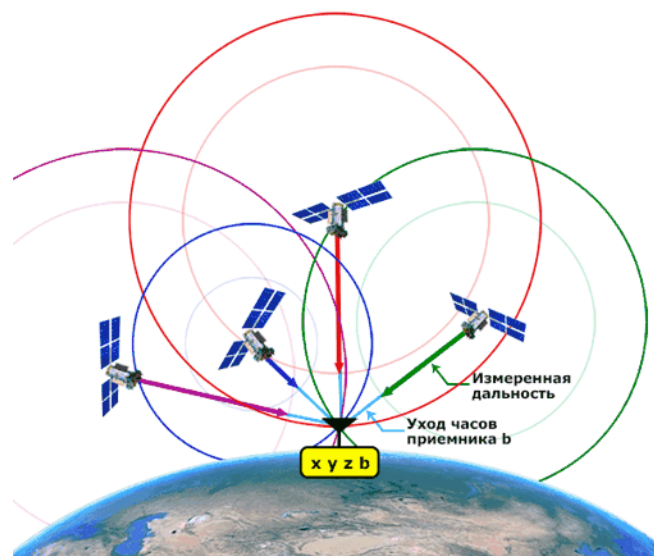


Рис. 1

Спутниковая радионавигационная система является пространственно-временной системой с зоной действия, охватывающей всё околоземное пространство, и функционирует в собственном системном времени. Важное место в ГНСС отводится проблеме временной синхронизации подсистем. Временная синхронизация важна и для обеспечения заданной последовательности излучения сигналов всех навигационных спутников. Она обуславливает возможность применения пассивных дальномерных (псевдодальномерных) методов измерений. Наземный командно-измерительный комплекс обеспечивает синхронизацию шкал времени всех навигационных КА путем их сверки и коррекции (непосредственной и алгоритмической).

В настоящее время глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) ГЛОНАСС позволяет удовлетворить потребности в навигационном и частотно-временном обслуживании обширный круг потребителей. Но существует ряд задач, которые требуют высоких точностей. К этим задачам относятся: взлет, заход на посадку и посадка самолетов, судовождение в прибрежных водах, навигация вертолетов, а также обеспечение единым временем средств измерений при проведении испытаний.

Классическим методом повышения точности навигационных определений является использование дифференциального (относительного) режима определений.

Дифференциальный режим предполагает использование одного или более базовых приёмников, размещённых в точках с известными координатами, которые одновременно с приёмником потребителя (подвижным, или мобильным) осуществляют приём сигналов одних и тех же спутников.

Повышение точности достигается за счёт того, что ошибки измерения параметров потребительского и базовых приёмников являются коррелированными. При формировании разностей измеряемых параметров большая часть таких погрешностей компенсируется.

В основе дифференциального метода лежит знание координат опорной точки – контрольно-корректирующей станции (ККС) или системы опорных станций, относительно которых могут быть вычислены поправки к определению псевдодальностей до навигационных спутников. Если эти поправки учесть в аппаратуре потребителя, то точность расчета может быть повышена в десятки раз.

Функциональные дополнения ГНСС предоставляют потребителям дополнительную информацию, которая позволяет повысить точность и достоверность определения пространственных координат, скорости движения и времени.

К функциональным дополнениям ГНСС относятся наземные системы дифференциальной коррекции (НСДК), в которой дополнительные информационные сообщения передаются через наземные УКВ-станции в пределах охвата базовых станций. Наземное дополнение НДСК включает следующие основные элементы:

- контрольно-корректирующую станцию;
- станцию мониторинга дифференциальных поправок;
- станцию передачи дифференциальных поправок и сигналов предупреждения.

Следует отметить, что в России на данный момент не существует единой системы, так же как, не существует единого центра управления, а наземные системы работают независимо друг от друга.

Для частотно-временного обеспечения и привязки к системе единого времени измерительных средств полигонного измерительного комплекса в его составе имеется аппаратура СЕВ, которая позволяет корректировать шкалу времени, на основании сигналов, полученных от космических навигационных спутников, наземных навигационных станций и наземных станций связи. В настоящий момент разрабатывается мобильный вариант аппаратуры СЕВ, который позволит обеспечить измерительные средства единым временем в любой точке траектории полета.

В виду широкого распространения и дешевизны приемников навигационных сигналов ГНСС, а также отсутствия единого требования к привязке к системе единого времени, производители измерительных средств, для обеспечения единым временем, используют только приемники навигационных сигналов ГНСС, без возможности подключения к аппаратуре СЕВ, что существенно влияет на их точность.

Таким образом, необходимо создать единую систему дифференциальной коррекции с единым центром управления, а также разработать требования и стандарты подключения измерительных средств к аппаратуре СЕВ, что позволит существенно повысить точность измерений при проведении испытаний.

### **Библиографический список**

1. Системы дифференциальной коррекции. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Системы\\_дифференциальной\\_коррекции#Наземная\\_система\\_дифференциальной\\_коррекции\\_\(GRAS\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Системы_дифференциальной_коррекции#Наземная_система_дифференциальной_коррекции_(GRAS)), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 09.04.2020).
2. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/guide/navfaq.php>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 09.04.2020).
3. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения. – Режим доступа: [https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/function\\_dop.php](https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/function_dop.php), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 09.04.2020).

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ ОШИБОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ  
ОБНАРУЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ  
СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ**

**Хетчиков Д. М.,**

доктор технических наук, доцент, начальник кафедры,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Панков Б. Б.,**

адъюнкт,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Пилипенко Л. В.,**

младший научный сотрудник,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Старков А. В.,**

курсант,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье, на основе учета дисперсий быстроменяющихся и медленноменяющихся ошибок, представлен методический подход к оцениванию ошибок определения координат обнаружения космических объектов радиолокационными станциями с целью получения достоверных и точных оценок определения угловых координат и дальности до целей, в ходе проведения их испытаний.

**Ключевые слова:** радиолокационная станция, оценка точности определения координат, космический объект, среднеквадратическая ошибка.

Отличительной особенностью современных радиолокационных станций (РЛС) обнаружения космических объектов (КО) являются высокие требования к точности определения координат наблюдаемых КО, в связи с чем, актуальным становится вопрос получения достоверных и точных оценок среднеквадратических ошибок определения координат КО при проведении испытаний современных РЛС. Другой особенностью РЛС обнаружения КО является высокая частота излучения зондирующих импульсов, что обуславливает необходимость пересмотра таких понятий, как быстро меняющаяся ошибка (БМО) и медленно меняющаяся ошибка (ММО) определения координат, вследствие чего применение существующих подходов к оцениванию среднеквадратических ошибок определения координат становится невозможным при испытаниях современных РЛС обнаружения КО и требуется разработка нового методического подхода.

В соответствии с [1] точность измерения координат РЛС зависит от погрешностей, источники которых подразделяются на внешние, вносимые целью и средой распространения радиоволн,

и инструментальные, обусловленные несовершенством аппаратуры РЛС и аппаратуры обработки радиолокационной информации, недостатками метода измерения, внутренними шумами приемника. В таблице приводятся основные составляющие этих погрешностей.

Таблица 1

Основные составляющие погрешностей измерений РЛС

Источники погрешностей	Причины погрешностей
Среда распространения радиоволн	Отражения радиоволн от земли и водной поверхности, тропосферная и ионосферная рефракция, дифракция и деполяризация радиоволн, внешние шумы
Пеленгуемая цель	Амплитудные флуктуации отраженных сигналов, искажение фазового центра рассеяния, деполяризация радиоволн при отражении от сложной цели
Радиолокационная станция	Деформация антенн, фазовые ошибки фазовращателей, неидентичность приемных каналов, нестабильности в приемном и передающем трактах, внутренние шумы приемника, дискретность съема и обработки радиолокационной информации и т. д.

Указанные ошибки определения координат традиционно делят на систематические и случайные, а среди систематических ошибок различают постоянные и переменные. Постоянная ошибка остается неизменной как по знаку, так и по величине в каждом измерении, а переменная меняется от измерения к измерению по определенному закону. В таком случае систематические ошибки входят в результат измерения по определенному заранее известному закону или остаются постоянными от одного измерения к другому и, следовательно, могут быть скомпенсированы, по крайней мере, частично, путем юстировки РЛС. В предельном случае после юстировки это будет постоянное число, вычитание которого из всех значений, полученных при измерениях, обеспечит правильные данные.

Ошибка, остающаяся после исключения систематической ошибки и вызываемая многими неучтенными факторами, называется случайной. Случайные ошибки принимают от измерения к измерению различные случайные значения с определенными вероятностями.

В данной статье рассматриваются случайные ошибки определения координат РЛС обнаружения КО. На практике чаще всего значения ошибок распределены в соответствии с гауссовским законом представленном на рисунке 1.

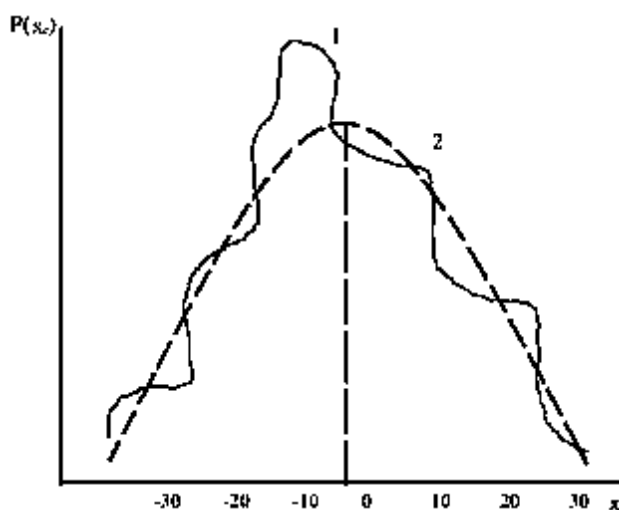


Рис. 1. Действительное (1) и гауссовское (2) распределения ошибки при типичном радиолокационном сопровождении (ошибка  $x_c$  в произвольных единицах)

Среднеквадратическая ошибка  $\sigma_\alpha$  это квадратный корень из среднего значения квадратов отдельных значений ошибки. Максимальная ошибка соответствует отклонению в  $3\sigma_\alpha$  от среднего значения, а ее размах равен примерно  $6\sigma_\alpha$ , как показано на рисунке 2.

Кроме рассмотренных количественных критериев точности результатов измерений на практике очень важно изменение ошибки во времени и появляющийся в результате этого частотный спектр ошибки. Знание частотного спектра необходимо для определения результатов сглаживания при оценке ошибок определения координат РЛС.

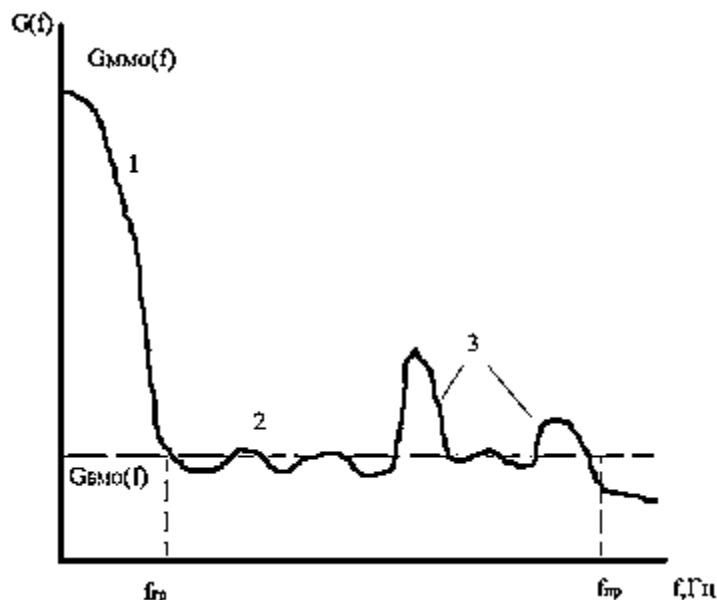


Рис. 2. Типичный спектр ММО (1), БМО (2), и узкоспектральной БМО (3) сопровождения по угловой координате

Гауссовский закон распределения характеризуется плотностью вероятности вида:

$$P(x_c) = \frac{(1/\sigma_\alpha\sqrt{2\pi}) \exp(x_c - \bar{a}_\alpha)}{2\sigma_\alpha^2}, \quad (1)$$

где  $\sigma_\alpha$  – среднеквадратическая ошибка,  $\bar{a}_\alpha$  – среднее значение ошибки.

В этом случае, когда средняя ошибка равна нулю, дисперсия ошибки:

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{1}{N_u - 1} \sum_{i=1}^{N_u} x_{ci}^2. \quad (2)$$

Спектр частот ошибки получается из временной функции одним из методов гармонического анализа, основанным на использовании интеграла или преобразования Фурье. Ошибки определения координат с шириной спектра, не выходящей за пределы полосы  $0 \dots f_{гр}$  называют медленно меняющимися (ММО), а ошибки, имеющие спектральные составляющие выше  $f_{гр}$  – быстро меняющимися [2], рисунок 3.

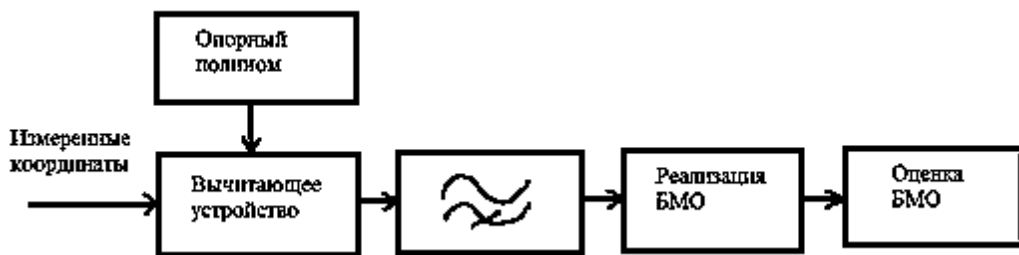


Рис. 3. Структурная схема выделения и оценки БМО

Такая классификация ошибок возможна в силу того, что ошибки РЛС достаточно четко разделяются по спектральным характеристикам на две группы. Поскольку различие велико, выбор граничной частоты  $f_{гр}$ , не является критичным. Значение частоты  $f_{гр}$ , обусловлено назначением РЛС и техническими решениями построения систем сопровождения цели по соответствующей координате. Для РЛС обнаружения КО ее значение лежит в пределах от сотых до десятых долей герца. При этом граничная частота  $f_{гр}$  должна удовлетворять условию малости по сравнению с полосой пропускания  $f_{пр}$  системы сопровождения по данной координате.

Быстро меняющиеся ошибки делятся на широко- и узкоспектральные. Широкоспектральная составляющая имеет непрерывный спектр со спектральной плотностью  $G_{БМО}(f)$ , простирающийся до границы, определяемой полосой пропускания  $f_{пр}$ .

К широкоспектральным относятся ошибки, обусловленные: шумами приемного устройства, быстрыми случайными нестабильностями аппаратуры, дискретностью съема и обработки информации, изменением принимаемого сигнала, неразрешенностью целей и др.

Узкоспектральные ошибки характеризуются амплитудой и частотой. К ним относятся ошибки, обусловленные: пачечной структурой сигнала, «наводками» от питающих напряжений, гармоническими режимами, возникающими в системах сопровождения, несовершенством алгоритмов обработки радиолокационной информации и др.

Медленно меняющиеся ошибки разделяются на систематические и случайные. Систематическая составляющая ММО обусловлена влиянием радиопрозрачного покрытия антенны, погрешностями монтажа антенны, механическими деформациями антенны и др. Поскольку систематические ошибки могут быть скомпенсированы при юстировке РЛС, в дальнейшем рассматриваются только случайные ММО. При этом считается, что некомпенсированная составляющая систематической ошибки входит в состав случайной ММО. К случайным ММО относятся ошибки, обусловленные: влиянием Земли, флуктуациями отраженных сигналов, изменением поляризации сигнала, фазовыми ошибками фазовращателей, неидентичностью амплитудно-фазовых характеристик приемных каналов, «медленными» нестабильностями в приемном и передающем трактах, смещением нулей и изменением крутизны дискриминаторных характеристик, рефракцией в атмосфере и др.

В процессе испытаний РЛС оценка БМО измерения координат производится следующим образом:

1. На участке сопровождения цели из измеренных значений координаты вычитается истинное (эталонное) значение координаты и подается полученная разность на фильтр высоких частот, пропускающий составляющие ошибок с частотами выше, чем  $f_{гр}$  (рис. 4 и 5).

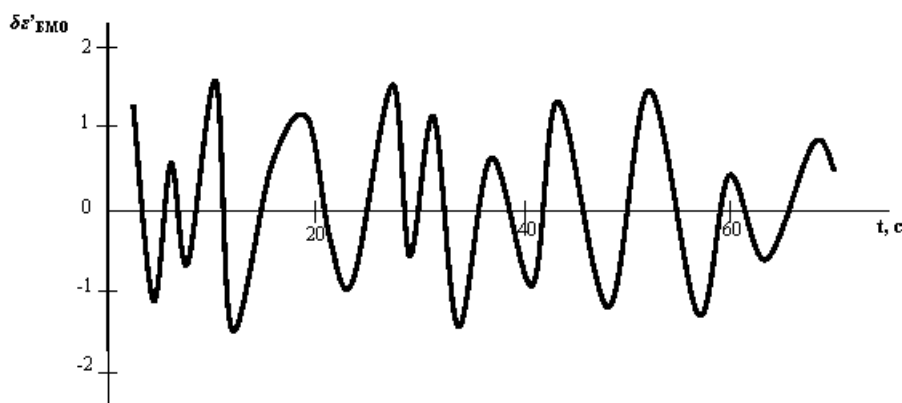


Рис. 4. Временная зависимость БМО измерения угловой координаты

При этом эталонные измерения сглаживаются опорным полиномом, степень которого выбирается в зависимости от значения  $f_{гр}$  и интервала сглаживания  $T_C$ .

2. Разность текущих координат и опорного полинома фильтруют скользящим полиномом (первой или второй степени) с эффективной полосой пропускания  $0 \dots f_{гр}$ .

3. На выходе фильтра высоких частот получается реализация БМО длительностью  $t_c$  (рис. 4).

4. По реализации быстро меняющихся погрешностей измерения координат оцениваются основные статистические характеристики:

- интегральный и дифференциальный законы распределения,
- корреляционная функция и интервал корреляции,
- спектральная плотность (рис. 5).

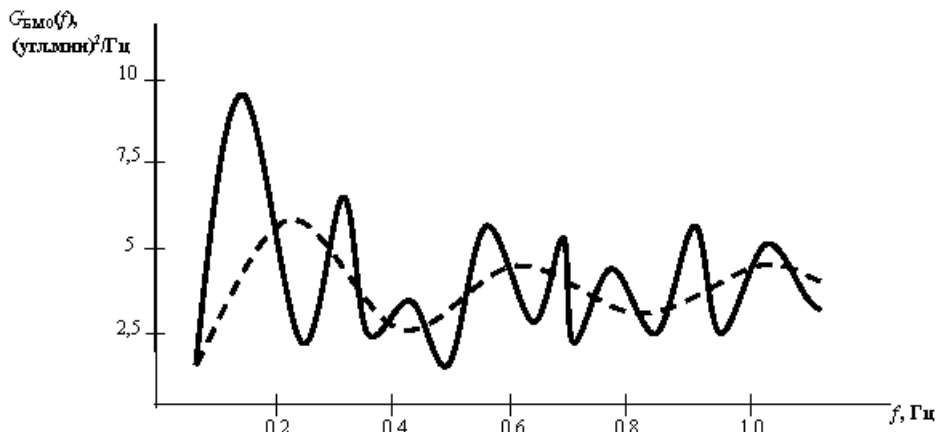


Рис. 5. Спектральная плотность временной зависимости БМО

Методы определения статистических характеристик БМО по одной реализации основываются на предположении о стационарности случайного процесса.

В практике испытаний РЛС используются спектральная плотность и дисперсия БМО. Спектральная плотность представляет распределение мощности ошибки в единице полосы по частотам и связана с корреляционной функцией преобразованием Фурье:

$$G(f) = 4 \int_{-\infty}^{+\infty} K(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau. \quad (3)$$

Корреляционная функция стационарного случайного процесса, заданного на временном интервале  $(0, t_c)$  имеет вид:

$$K(\tau) = \frac{1}{t_c - \tau} \int_0^{t_c - \tau} [\alpha(t) - \bar{\alpha}_\alpha] [\alpha(t + \tau) - \bar{\alpha}_\alpha] dt, \quad (4)$$

где  $\bar{\alpha}_\alpha = \frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} \alpha(t) dt$  – оценка среднего значения;

$0 \leq \tau \leq t_c$  – область изменения аргумента корреляционной функции.

В практике, наиболее часто используется нормированная корреляционная функция стационарного случайного процесса следующего вида:

$$K_H(\tau) = \frac{K(\tau)}{\sigma_\alpha^2},$$

где  $\sigma_\alpha^2 = \frac{1}{t_c} \int_0^{t_c} [\alpha(t) - \bar{\alpha}_\alpha]^2 dt$  – оценка дисперсии.



Оценка корреляционной функции по дискретной во времени реализации  $\alpha(t_i)$  (с дискретностью  $\Delta t = t_{i+1} - t_i$ ) вычисляется следующим образом:

$$K(\tau_\nu) = \frac{1}{n_c - \nu - 1} \sum_{i=1}^{n_c - \nu} [\alpha(t_i + \tau_\nu) - \bar{\alpha}_\alpha] [\alpha(t_i - \bar{\alpha}_\alpha)], \quad (5)$$

при этом

$$K_H(\tau_\nu) = \frac{K(\tau_\nu)}{\sigma_\alpha^2}, \quad 0 \leq \nu \leq n_c - 2;$$

$$\bar{\alpha}_\alpha = \frac{1}{n_c} \sum_{i=1}^{n_c} \alpha(t_i);$$

$$\sigma_\alpha^2 = \frac{1}{n_c - 1} \sum_{i=1}^{n_c} [\alpha(t_i) - \bar{\alpha}_\alpha]^2,$$

где  $\tau_\nu = \nu \Delta t$  – аргумент корреляционной функции, изменяющийся в интервале  $(0, t_c)$ ;

$n_c = \frac{t_c}{\Delta t} + 1$  – число дискретных измерений в реализации длительностью  $t_c$ .

При испытаниях РЛС целесообразно использовать как интервал корреляции процесса, представляющий собой характеристику корреляционной функции и определяемый как время  $\tau_k$ , при котором величины  $\alpha(t)$  и  $\sigma(t + \tau_k)$  в среднем статистическом можно считать практически некоррелированными (независимыми). Интервал корреляции БМО определяется по формуле:

$$\tau_k = \int_0^\infty K_H(\tau) d\tau. \quad (6)$$

Нормированной корреляционной функции соответствует нормированная спектральная плотность:

$$G_n(f) = \frac{G(f)}{\sigma_\alpha^2}.$$

Для определения численной характеристики спектральной плотности используется эффективная полоса спектра флуктуаций процесса, определяемая как отношение площади под кривой спектральной плотности к значению спектральной плотности на частоте  $f_0$ . Эффективная полоса спектра БМО определяется по формуле:

$$f_{\text{эф}} = \sigma_\alpha^2 / G(0). \quad (7)$$

Для низкочастотных процессов, к которым следует отнести реализации БМО измерения координат РЛС обнаружения КО, между интервалом корреляции и эффективной полосой спектра существует зависимость  $f_{\text{эф}} \tau_k = 0,25$ .

Выражение для оценки спектральной плотности представляет собой преобразование Фурье корреляционной функции, определенной на интервале  $(0, t_c)$ :

$$G(f) = 4 \int_0^{t_c} \left(1 - \frac{\tau}{t_c}\right) K(\tau) \cos 2\pi f \tau d\tau. \quad (8)$$

Вычисление оценки спектральной плотности по корреляционной функции, полученной для дискретной во времени реализации, производится по формуле

$$G(f_k) = 4\Delta t \left[ \frac{1}{2} + \frac{1}{2(n_c - 1)} k(\tau_{n_c} - 2) \cos\left(\pi k \frac{n_c - 2}{n_c - 1}\right) + \sum_{\nu=1}^{n_c - 3} \left(1 - \frac{\nu}{n_c - 1}\right) k(\tau_\nu) \cos\left(\pi k \frac{\nu}{n_c - 1}\right) \right], \quad (9)$$

где  $f_k = k \Delta f$ ,  $k = 0, \dots, k_{\text{max}}$ ;  $\Delta f$  – дискретность по частоте.

При этом спектральная плотность определяется до максимального значения  $f_{\text{max}} = 1/2\Delta t$  с дискретностью по частоте  $\Delta f = 1/2\Delta t_c$ , а затем вычисляется среднее значение отношения сигнала к шуму  $q^2$  в данной реализации длительностью  $t_c$ .

Основными источниками погрешности при определении спектральной плотности БМО являются ограниченная длительность реализации, по которой она вычисляется и частотная дискретность при ее расчете.

Для уменьшения ошибки вычисления спектральной плотности целесообразно использовать скользящее усреднение ее оценки в полосе частот  $f_y$  в соответствии с выражением:

$$\bar{G}(f_k) = \frac{1}{n_k} \sum_{i=s-n_k/2}^{s+n_k/2} G(f_{ki}), \quad (10)$$

где  $n_k = 2f_y t_c; \frac{n_k}{2} \leq s \leq \frac{n_c - n_k}{2}$ ;

$s$  – номер точки, которой присваивается усреднённое значение;

$n_k$  – число усредняемых значений.

Примеры расчета спектральной плотности реализации БМО, изображенной на рисунке 4, приведены на рисунке 5. Расчеты для РЛС обнаружения КО проведены по формуле (9) – кривая 1, а по формуле (10) – кривая 2. При этом использовались характеристики РЛС обнаружения КО:

$$f_{гр} = 0,05 \text{ Гц}; n_c = 600; t_c = 60; \Delta t = 0, l_c; f_y = 0,06 \text{ Гц}; \Delta f = 0,01 \text{ Гц};$$

$$q^2 = 10 \text{ Дб}.$$

Из рисунка 5 видно, что узкоспектральная составляющая БМО для РЛС обнаружения КО присутствует на частоте 0,1 Гц, а анализ рисунка 5 и выражения (10) показывает, что когда полоса усреднения охватывает  $n_k$  дискретных значений частоты, дисперсия ошибки определения спектральной плотности уменьшается в  $n_k$  раз. Очевидно, что с увеличением длительности реализации  $t_c$  при фиксированной частоте  $f_y$  усредненная спектральная плотность стремится к истинному значению, так как при этих условиях растет число усредняемых значений  $n_k$ .

Дисперсия оценки усредненной спектральной плотности  $\sigma_G^2$ :

$$\frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2} = \frac{2\tau_0}{t_c}, \quad (11)$$

где  $\tau_0 = 10\tau_k$ ;

$\sigma_G^2$  – дисперсия оценки неусредненной спектральной плотности.

Задав значения  $\frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2}$  и  $\tau_k$ , из выражения (11) возможно нахождение необходимой минимальной длительности реализации  $t_{c\min}$ .

Для РЛС обнаружения КО:  $\frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2} = 0,2, \tau_k = 0,25/f_{эф}$ , и  $f_{эф} = 0,5 \dots 5$  Гц,

и, следовательно, получаем выражение:

$$t_{c\min} = \frac{20\tau_k}{\sigma_G^2 / \sigma_G^2} = \frac{20 * 0,25}{0,2f_{эф}} = \frac{5}{0,2(0,5 \dots 5)} = 5 \dots 50 \text{ с}.$$

В практике испытаний РЛС обнаружения КО не всегда удается обеспечить необходимую точность определения спектральной плотности БМО путем усреднения ее оценки по одной реализации. В таких случаях находится среднее значение отношения сигнала к шуму  $\bar{q}^2$  в каждой из  $N_p$  реализаций БМО, полученных в процессе испытаний. Если эти отношения оказываются разными  $\bar{q}^2$ , то рассчитанная по выражению (10) средняя спектральная плотность  $\bar{G}_{БМО}(f_k)$  для каждой реализации приводится к одной дальности

$$R_{ц.пр} = \sqrt[4]{\Pi_c \sigma_{эф} / q_{пр}^2},$$

и к одному выбранному среднему отношению сигнала к шуму, следующим образом:

$$\bar{G}_{БМО}(f_k)_{прj} = \bar{G}_{БМО}(f_k)_j \bar{q}_j^2 / \bar{q}_{пр}^2, \quad (12)$$

где  $\bar{q}_j^2$  – среднее отношение сигнала к шуму для  $j$ -й реализации;  $\bar{q}_{\text{пр}}^2$  – среднее отношение сигнала к шуму, соответствующее приведенной дальности, которая выбрана для оценки БМО.

При этом возможен выбор одной или нескольких дальностей на всем участке сопровождения цели станцией.

Затем находят среднее значение спектральной плотности для каждого значения дальности, выбранного для оценки БМО, по всем  $N_p$  реализациям, полученным в процессе испытаний:

$$\bar{G}_{\text{БМО}}(f_k)_0 = \frac{1}{N_p} \sum_{j=1}^{N_p} \bar{G}_{\text{БМО}}(f_k)_{\text{пр}j}. \quad (13)$$

Известно [3], что увеличение числа реализаций сверх пятнадцати не приводит к заметному снижению дисперсии оценки искомой величины. Следовательно, общая длительность реализаций для оценки БМО должна быть равна  $15t_{c\text{min}}$ . Если длительность сопровождения цели станцией в одной проводке  $t_i > t_{c\text{min}}$  то общее число проводок цели для оценки БМО составит

$$N_{\text{пр.0}} = \frac{t_{\text{пр.0}}}{t_j} = \frac{15t_{c\text{min}}}{t_j}.$$

При испытаниях РЛС обнаружения КО для вычисления общей (полной) ошибки определения координат [4] необходимо характеризовать БМО не только спектральной плотностью, но и дисперсией. В соответствии с выражением (7) дисперсия БМО будет равна:

$$\bar{\sigma}_{\alpha\text{БМО}}^2 = \bar{G}_{\text{БМО}}(f_k)_0 f_{\text{эф}}. \quad (14)$$

Если спектральная плотность БМО не рассчитывалась, то дисперсия БМО находится для каждой реализации (рисунок 4) с дискретностью, определяемой частотой повторения зондирующих импульсов, по следующей формуле (при среднем значении БМО равном нулю):

$$\bar{\sigma}_{\alpha\text{БМО}}^2 = \frac{1}{n_c - 1} \sum_{i=1}^{n_c} \alpha^2(t_j), \quad (15)$$

где  $n_c = t_c / \Delta t_\alpha$  – число дискретных измерений в реализации длительностью  $t_c$ ;  $\Delta t_\alpha = t_{\alpha j+1} - t_{\alpha j}$  – шаг дискретности.

Затем находится среднее значение дисперсии для всех  $N_p$  реализаций БМО, полученных в процессе испытаний:

$$\bar{\sigma}_{\alpha\text{БМО}}^2 = \frac{1}{N_p} \sum_{j=1}^{N_p} \sigma_{(\alpha\text{БМО})j}^2. \quad (16)$$

Оценка ММО определения координат производится по ее реализации [4], полученной в процессе сопровождения цели РЛС обнаружения КО. Реализация ММО представляет собой разность между измеренными и эталонными координатами цели, прошедшую через фильтр низких частот с полосой пропускания  $0 \dots f_{\text{гр}}$ , рисунок 6. При фильтрации производится сглаживание разности координат степенным полиномом первой или второй степени.

Погрешности эталонных измерений координат, полученных по данным высокоточных измерений, должны быть меньше погрешностей измерения координат станцией минимум в три раза.

Для каждой реализации ММО вычисляются дисперсия, среднеквадратическое и максимальное значения ММО. В том случае, когда систематическая составляющая ММО скомпенсирована при юстировке РЛС [5], дисперсия будет равна:

$$\sigma_{\alpha\text{ММО}}^2 = \frac{1}{n_c - 1} \sum_{j=1}^{n_c} \delta \alpha_j^2, \quad (17)$$

где  $n_c = t_c / \Delta t$  – число дискретных измерений в реализации длительностью  $t_c$ ;  
 $\Delta t_\alpha = t_{\alpha j+1} - t_{\alpha j}$  – шаг дискретности.

Минимальная длительность реализации при оценке ММО  $t_{с.мин} = (1,5 \dots 2)/f_{гр}$ .

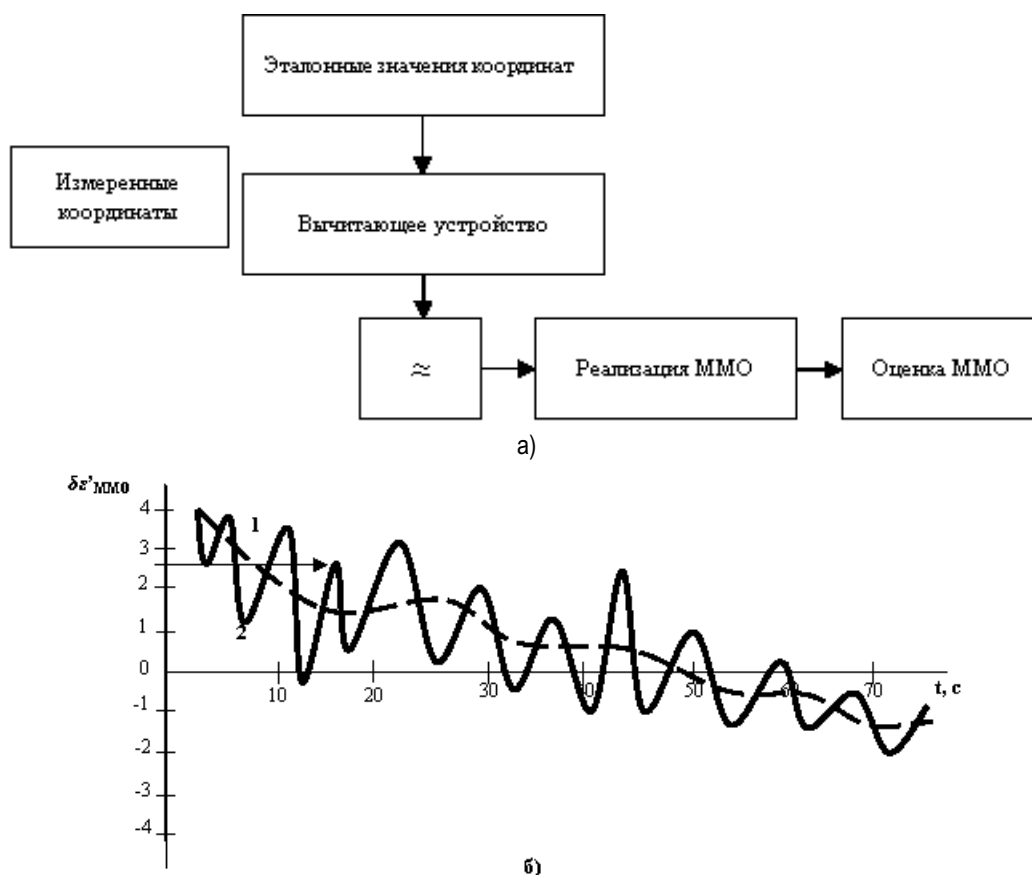


Рис. 6. Схема выделения и оценки ММО (а) и ее временная реализация (б):  
1 – разности измеренных и эталонных координат; 2 – реализация ММО)

Шаг дискретности определяется темпом обработки и выдачи информации при определении координат РЛС, после чего находится среднее значение дисперсии для всех реализаций ММО, полученных в процессе испытаний:

$$\sigma_{\alpha\text{ММО}}^2 = \frac{1}{N_p} \sum_{j=1}^{N_p} \sigma_{(\alpha\text{ММО})j}^2 \quad (18)$$

В ходе испытаний РЛС обнаружения КО при оценке ММО для расчета среднего значения дисперсии используются все реализации, полученные в процессе испытаний. Для достоверной оценки обычно достаточно 10-15 реализаций ММО. По полученной дисперсии определяется среднеквадратическое и максимальное значения ММО. Дисперсию общей (полной) ошибки определения каждой координаты можно получить по правилу суммирования дисперсий:

$$\bar{\sigma}_{\alpha\text{ММО}}^2 = \sigma_{\alpha\text{ММО}}^2 + \sigma_{\alpha\text{БМО}}^2 \quad (19)$$

Таким образом, представленный в статье методический подход обеспечивает оценивание ошибок определения координат на основе учета дисперсий быстроменяющихся и медленноменяющихся ошибок. Применение разработанного подхода при проведении испытаний РЛС обнаружения КО позволит получать достоверные и точные оценки определения угловых координат и дальности до целей.

### **Библиографический список**

1. Леонов А. И., Фомичев К. И. Моноимпульсная радиолокация. – М. : Радио и связь, 1984. – 312 с.
2. Бартон Д., Вард Г. Справочник по радиолокационным измерениям : пер. с англ. / под ред. М. М. Вейсбена. – М. : Советская радио, 1976. – 392 с.
3. Леонов А. И., Леонов С. А., Нагулинко Ф. В. и др. Испытания РЛС (оценка характеристик) / под ред. А. И. Леонова. – М. : Радио и связь, 1990. – 208 с.
4. Леонов С. А. Влияние деформаций элементов конструкции плоской моноимпульсной ФАР на точность пеленгации // Антенны. – 1988. – Вып. 35. – С. 80–89.
5. Математическая теория планирования эксперимента / С. М. Ермаков, В. З. Бродский, А. А. Жиглявский и др. ; под ред. С. М. Ермакова. – М. : Наука, 1983. – 392 с.

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РАСЧЁТОВ КОСМОДРОМА

**Хлебников С. Г.,**

кандидат военных наук, старший научный сотрудник,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Привалов А. Е.,**

кандидат технических наук, старший преподаватель,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург,

**Горемыкин И. А.,**

курсант,  
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского,  
г. Санкт-Петербург

**Аннотация.** В статье рассмотрена задача повышения эффективности процесса подготовки испытательных расчетов космодрома. Решение этой задачи предлагается осуществить за счет внедрения информационной системы подготовки испытательных расчетов космодрома. Отличительной особенностью информационной системы является наличие в ее структуре имитационной модели процесса подготовки ракеты космического назначения (ракеты-носителя, космического аппарата или разгонного блока).

**Ключевые слова:** концептуальная модель, информационная система, имитационная модель, комплексное занятие, испытательный расчёт.

Одним из важнейших факторов, определяющих эффективность выполнения целевых задач частями запуска космических аппаратов (КА) является подготовка расчетов, которая организуется и проводится с целью достижения и поддержания боеспособности подразделений и частей запуска КА, на уровне, обеспечивающем гарантированное выполнение задач по проведению запусков КА в любых условиях обстановки. Она представляет собой процесс обучения расчетов умелым и слаженным действиям при выполнении всех видов работ, связанных с подготовкой к применению и применением по назначению штатного вооружения и техники подразделений и частей в мирное и военное время. Подготовка расчетов состоит из двух этапов – заблаговременной и непосредственной подготовки. Заблаговременная подготовка включает в себя индивидуальное обучение, обучение в составе расчетов и организацию допуска к самостоятельной работе. В ходе непосредственной подготовки проводятся занятия в составе расчетов и целевая подготовка, которая проводится в форме комплексного занятия (КЗ) – высшей формы практической подготовки расчета [4].

По результатам анализа опыта проведения КЗ были выявлены следующие недостатки организации подготовки расчетов:

- контроль подготовки расчета руководителем занятия осуществляется только по докладом командира расчета;

- информация, получаемая руководителем занятия о подготовке расчета ограничена и не может быть использована при планировании следующего КЗ;
- офицеры групп технического руководства и контроля оценивают подготовку личного состава субъективно из-за разнообразного толкования методик проверки;
- отсутствует систематизированная база данных о подготовке расчетов.

Вместе с тем, современные информационные технологии предоставляют широкие возможности по их внедрению в проведение занятий в игровой форме – командно-штабных военных игр, учений и комплексных занятий. Поэтому в целях повышения эффективности процесса подготовки расчетов, а также устранения выявленных недостатков проведения КЗ предлагается модель информационной системы организации проведения комплексного занятия, предназначенной для выполнения следующих задач:

1. На этапе планирования КЗ:

- подготовка планирующей документации: плана проведения КЗ, планов личной работы офицеров групп технического руководства и контроля, сетевого графика проведения КЗ и т. д.;
- разработка маршрутных карт обучения операторов расчетов и нормативных карт отработки групповых упражнений;
- разработка контрольных заданий для каждого этапа КЗ и критериев выставления оценок расчетам.

2. На этапе теоретической подготовки:

- организация теоретического обучения операторов расчетов;
- предоставление операторам расчетов доступа к литературе, нормативной и эксплуатационной документации в пределах своих обязанностей;
- автоматизированный контроль теоретических знаний операторов расчетов.

3. На этапе выполнения индивидуальных нормативов:

- изучение последовательности действий оператора расчета по маршрутным картам;
- отработка действий в соответствии с маршрутными картами на имитационной модели технологического оборудования;
- автоматизированный контроль правильности отработки индивидуальных нормативов.

4. На этапе выполнения групповых нормативов:

- отработка выполнения операций технологического графика на имитационной модели технологического оборудования;
- автоматизированный контроль полноты и правильности выполнения операций в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

5. На этапе комплексного тренажа:

- организация комплексного тренажа в составе всего расчета на имитационной модели технологического оборудования (с выдачей команд, получением докладов, решением задач по вводным с привязкой к технологическому графику);
- организация проведения командно-штабной тренировки с участием командиров расчетов с применением имитационной модели;
- автоматизированный контроль правильности и полноты отработки вводных.

Основу информационной системы составляет имитационная модель процесса подготовки ракеты космического назначения (РКН), (ракеты-носителя (РН), космического аппарата или разгонного блока (РБ)). Кроме того, в состав системы входят (рис. 1) информационный портал, база данных и система проверки уровня подготовки операторов расчетов.

Информационный портал выполняет функции предоставления доступа операторов расчетов к информационным ресурсам системы, к которым относятся необходимая литература, нормативная и эксплуатационная документация, а также контрольные задания для проверки знаний и практических навыков операторов расчетов. Кроме того, в его задачу входят конфигурация и управление имитационной моделью в соответствии с этапом занятия, а также визуализация процесса подготовки РКН (РН, КА, РБ).

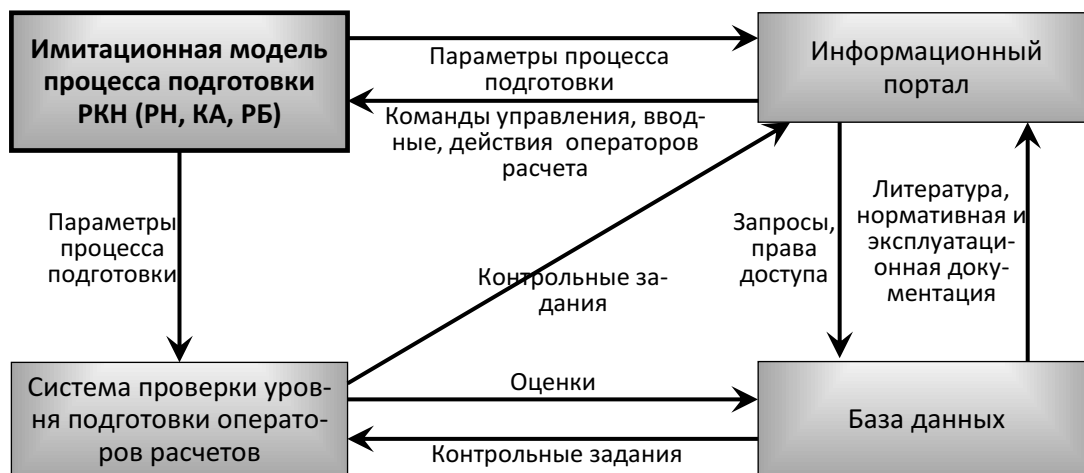


Рис. 1. Концептуальная модель информационной системы

Ключевую роль в повышении реалистичности обстановки в составе предлагаемой информационной системы играет имитационная модель процесса подготовки РКН (РН, КА, РБ). Моделируемый процесс может быть рассмотрен на трех уровнях иерархии в зависимости от точки зрения и уровня принятия решения [1; 3]. На верхнем уровне (рис. 2) модель процесса рассматривается с точки зрения командира всего расчета и представляется в форме сетевого графика процесса подготовки РКН (РН, КА, РБ). На среднем уровне – уровне операции – процесс рассматривается с точки зрения командира расчета отдельной системы. Этот уровень моделирует технологию выполнения отдельной операции сетевого графика системой (совокупностью систем). Нижний уровень – уровень пульта – моделирует физические процессы, происходящие в системе в зависимости от действий отдельных операторов расчетов.

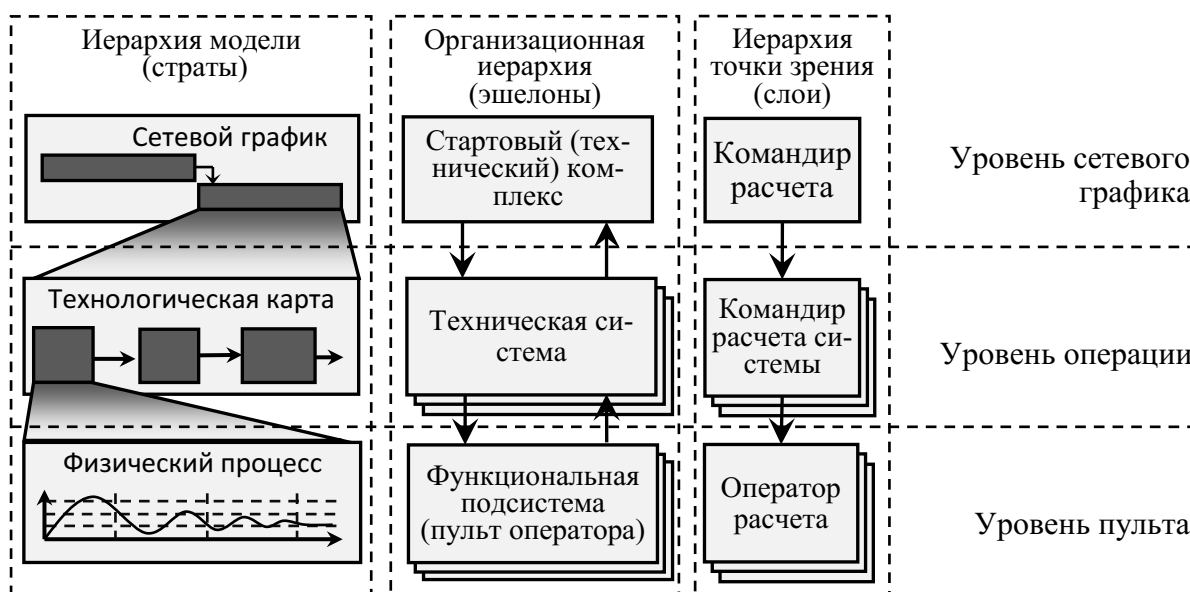


Рис. 2. Уровни иерархии имитационной модели



Построение модели на различных уровнях [2] дает широкие возможности к изменению ее конфигурации для решения различных задач, таких как:

- отработка действий отдельного оператора расчета (используется только одна подсистема нижнего уровня);
- отработка действий командира расчета (используется только верхний уровень);
- отработка действий всего расчета (используются все три уровня).

Представленная информационная система позволит повысить эффективность процесса подготовки испытательных расчетов космодрома за счет:

- осуществления непрерывного контроля подготовки расчетов, командиров расчетов руководителем занятия;
- оценивания подготовки личного состава системой проверки уровня подготовки операторов расчетов, исключающей субъективный фактор при оценивании;
- накопления информации о динамике уровня подготовки расчета и использовании оценочных данных системы при планировании следующего КЗ;
- ведения систематизированной базы данных о подготовке расчетов.

Кроме того, наличие трехуровневой имитационной модели в структуре информационной системы позволит повысить интенсивность проведения КЗ, а также оперативно производить оценивание, как отдельного оператора расчета, так и всего расчета в целом.

#### **Библиографический список**

1. Бугайченко П. Ю., Привалов А. Е., Хлебников С. Г. Имитационная модель управления ресурсами космодрома // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2018. – Вып. 665. – С. 25–34.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем : пер. с англ. / под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Мир, 1973. – 344 с.
3. Привалов А. Е., Хлебников С. Г. Многоагентная имитационная модель функционирования космодрома на уровне APS-системы // Труды Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского. – 2019. – Вып. 668 – С. 37–44.
4. Управление эксплуатацией вооружения, военной и специальной техники войск ВКО. Ч. 2. Управление подготовкой и пуском ракет космического назначения : учеб. / А. М. Барановский, В. А. Белозеров, Ю. В. Горичев [и др.] ; под ред. А. Б. Кузнецова. – СПб : ВКА имени А.Ф. Можайского, 2013. – 354 с.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ ЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Шкляев А. М.,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье анализируются системы электроснабжения с дизель-электрическими агрегатами, график нагрузки данных систем. Показано, что за счет применения накопителей энергии и уплотнения графика нагрузки, можно значительно улучшить технико-экономические показатели системы электроснабжения. Раскрыта возможность применения пневматического аккумулятора энергии для уплотнения графика нагрузки и экономии топлива в системах электроснабжения с дизель-электрическими генераторами. Приведена возможная схема такого источника электрической энергии, раскрыты возможные режимы работы и направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** система электроснабжения, дизель-электрический агрегат, пневматический аккумулятор, накопитель энергии.

Для обеспечения бесперебойного, надежного электропитания аппаратуры комплексов военного назначения, применяют системы электроснабжения, в состав которых включены первичные источники электрической энергии (ЭЭ). Такие системы электроснабжения, которые называют автономными, позволяют за счет своих источников ЭЭ обеспечивать электроснабжение аппаратуры в отрыве от внешней электрической сети. Это особенно важно, так как во внешней электрической сети периодически случаются аварии, технологические отключения для обслуживания электрических сетей и трансформаторов, а при ведении боевых действий возможны диверсионные действия противника, которые могут уничтожить или нарушить нормальную работу объектов военной инфраструктуры [1]. Это значит, что существует большая вероятность электроснабжения объектов военного назначения за счет первичных источников ЭЭ, запас топлива которых, в основном ограничен.

В большинстве случаев на военных объектах, первичными источниками ЭЭ в системах автономного электроснабжения (САЭ) являются дизель-электрические агрегаты (ДЭА), которые, обладают требуемыми показателями [1].

Хорошие удельные показатели, такие как удельная энергия и удельный расход топлива, достигаются ДЭА только при номинальном режиме работы, то есть, при их полной загрузке. При анализе графиков нагрузок, как военных, так и гражданских объектов, можно прийти к выводу, что они обладают сильной неравномерностью и имеют свои пики и провалы (примерный график нагрузок приведен в соответствии с рисунком 1). Соответственно ДЭА будет работать в номинальном режиме только часть времени, а остальную с явным недогрузом [2; 3].

В гражданской сфере для покрытия пиков графика нагрузки, которые наблюдаются в соответствии с рисунком 1, применяются газотурбинные электрогенераторы, которые работают только при максимальном потреблении ЭЭ. В ночное время потребляемая нагрузка резко снижается и для ее выравнивания электрогенерирующие компании придумали более выгодные ночные тарифы, для того, чтобы население пользовалось ЭЭ в темное время суток, тем самым выравнивая (уплотняя) график нагрузки [4; 5].

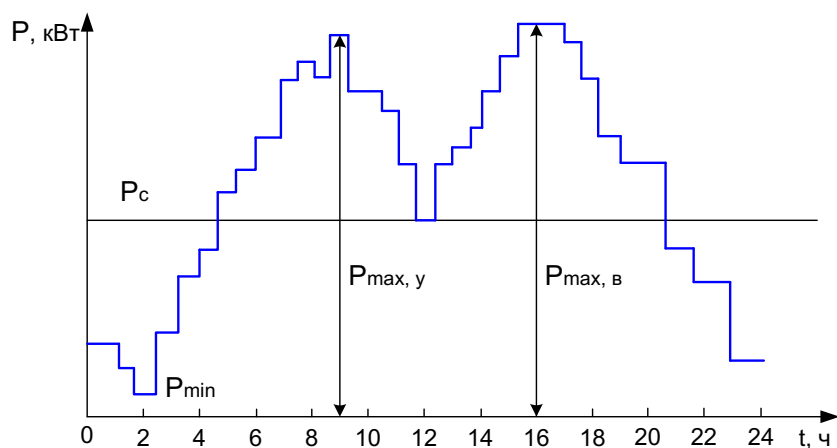


Рис. 1. Примерный график нагрузки бытовых потребителей электрической энергии:

$P_c$  – среднесуточная нагрузка;  $P_{\min}$  – минимальная нагрузка;

$P_{\max,y}$  – максимальная нагрузка в утренние часы;  $P_{\max,в}$  – максимальная нагрузка в вечерние часы

Существуют электростанции, которые в ночное время накапливают энергию и используют ее в пиковых режимах. К таким электростанциям относятся, например, гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС), которые способны накачивать воду в верхний резервуар в ночное время при минимальном потреблении и спускать в нижний в пиковых режимах вращая генератор, тем самым, компенсируя нехватку электроэнергии [4; 5]. Такие накопители превращают электричество в потенциальную энергию воды и вырабатывают его обратно с потерями лишь 30 %.

Все вышеперечисленные способы оправдали себя, но применяются только в так называемой большой энергетике для уплотнения графика нагрузки. При плотном графике нагрузки технико-экономические показатели работы электростанций улучшаются. Это связано с тем, что пуск, останов и изменение мощности агрегатов электростанций, сопряжен с дополнительными расходами топлива, а также у мощных тепловых генераторов и у ДЭА при малой мощности нагрузки увеличивается удельный расход топлива.

Как показал анализ, кроме применения резервных (пиковых) генераторов и гидроаккумуляторов, существует большое количество накопителей (аккумуляторов) энергии, построенных на других принципах. К основным накопителям энергии относятся: механические (гидроаккумулирующие, маховичные, гравитационные, пневматические); химические; тепловые; электромагнитные [4; 6].

Проведенный анализ накопителей энергии показывает, что для систем автономного электроснабжения одним из перспективных накопителей для уплотнения графика нагрузки является пневматический или воздушно-аккумулирующий [4; 6]. Такой вывод был сделан по ряду причин. Основными из них стали большая удельная энергоемкость при значительном ресурсе работы и отсутствии потерь при хранении энергии.

Подобные системы хранения энергии применяются с тепловыми электростанциями. Примером может служить немецкая электростанция Хунторф, схема которой имеет вид в соответствии с рисунком 2.

Возможность использования вырабатываемой ночью электроэнергии для покрытия пиков нагрузки реализуется с помощью воздушно-аккумулирующих газотурбинных установок. Сжатие воздуха осуществляется в часы снижения нагрузки. Компрессор воздушно-аккумулирующих газотурбинных электростанций (ВАГТЭ) приводится во вращение электрическим двигателем, потребляющим недоро-

ую электроэнергию. Воздух закачивается в подземный аккумулятор (подземное хранилище), где его энергия сохраняется (запасается).

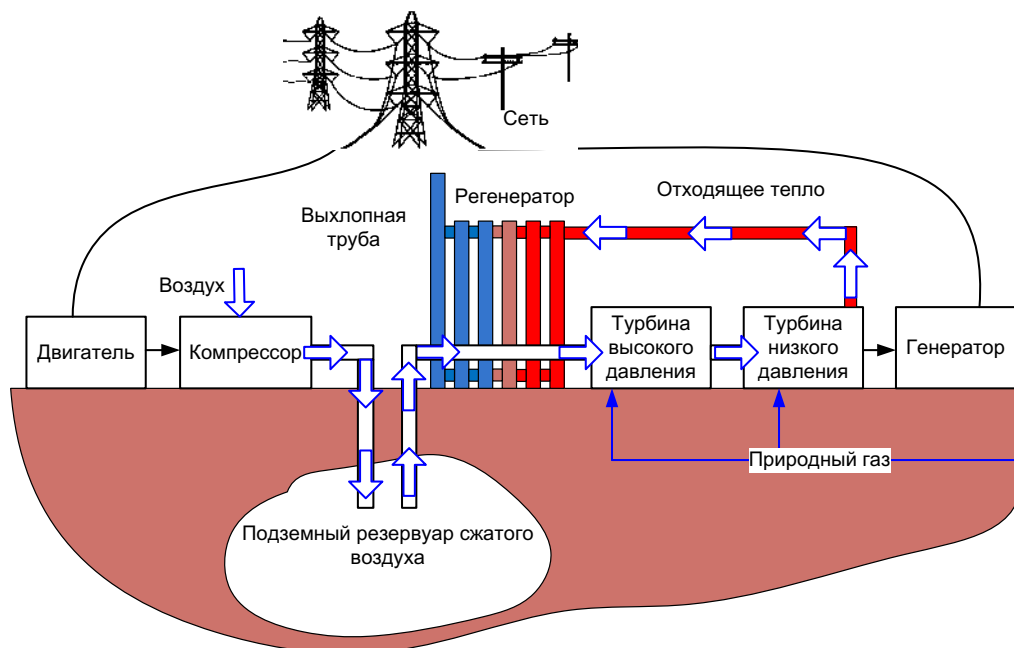


Рис. 2. Схема тепловой электростанции, работающей совместно с воздушно-аккумулирующей установкой

В часы пика нагрузки, когда электроэнергия значительно дороже, воздух забирается из аккумулятора, подогревается за счет сжигания топлива и расширяется в турбинах, вращающих электрический генератор, который вырабатывает электроэнергию [7].

В подземные выработки-емкости в каменной соли подается воздух с давлением 6–7 МПа, охлажденный до 50 °С. Подземный аккумулятор эксплуатируется при минимальном давлении воздуха на устье скважины, равном 4,3 МПа. Максимальное эксплуатационное давление воздуха на устье скважины подземного резервуара составляет 7 МПа. Скорость уменьшения давления в аккумуляторе в процессе отбора воздуха составляет не более 1,5 МПа/ч. В процессе заполнения аккумуляторов температура воздуха близка к температуре породы, равной 40 °С. Вследствие этого в них можно аккумулировать большее количество воздуха и обеспечить при снижении давления на 2 МПа работу с номинальной мощностью в течение 4,5 ч. После этого возможна работа еще в течение 1,5 ч с понижающимся расходом воздуха и нагрузкой до достижения температуры 10 °С на устье скважины.

Более низкие температуры опасны, так как могут привести к обледенению клапанов перед газотурбинной установкой (ГТУ). Для предотвращения обледенения в первое время после включения ГТУ трубы, расположенные над поверхностью земли, оборудованы электроподогревом, с помощью которого температура воздуха в них поддерживается не ниже 10 °С. Если все же температура воздуха перед ГТУ оказывается более низкой, агрегат автоматически отключается.

Мировой опыт показал, что опыт эксплуатации таких ТЭС считается успешным. Утечки воздуха из аккумуляторов составляют от  $10^{-3}$  до  $10^{-5}$  % за сутки. При использовании, например металлических емкостей, утечки можно снизить до 0 %, что является основным преимуществом перед многими накопителями, которые эксплуатируются в настоящее время.

При совместной работе пневматического аккумулятора и ДЭА, необходим немного иной подход к построению источника.

Проведенный анализ показал, что для совместной работы ДЭА и воздушного накопителя, кроме компрессора и пневматического аккумулятора (емкости для хранения сжатого воздуха), необходимо применять пневматический двигатель и устройства, обеспечивающие поочередное или одновременное подключение дизельного и пневматического двигателя к синхронному генератору. Таким устройством может быть управляемая муфта (электромагнитная фрикционная или порошковая, пневматическая, гидравлическая). В соответствии с рисунком 3, приведена одна из возможных схем ДЭА с пневматическим аккумулятором энергии.

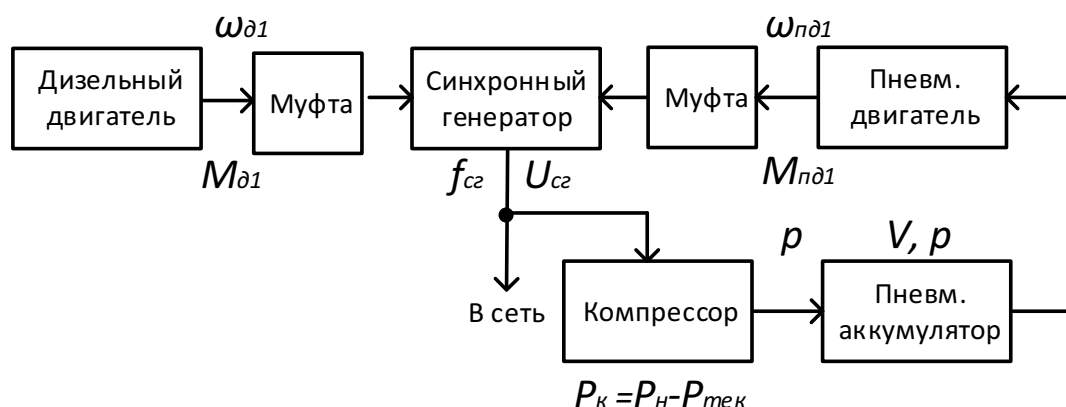


Рис. 3. Схема дизель-электрического генератора с пневматическим аккумулятором энергии:

$\omega_{д1}$  – скорость вращения вала дизельного двигателя;  $\omega_{пд1}$  – скорость вращения вала пневматического двигателя;  $M_{д1}$  – вращающий момент вала дизельного двигателя;  $M_{пд1}$  – вращающий момент вала пневматического двигателя;  $U_{с2}$  и  $f_{с2}$  – амплитуда и частота выходного напряжения;  $V$  и  $p$  – объем и давление емкости пневматического аккумулятора;  $P_k$  – мощность потребляемая компрессором;  $P_n$  – номинальная мощность нагрузки;  $P_{тек}$  – текущая мощность потребляемая нагрузки

Данный источник ЭЭ при минимуме потребляемой мощности, направляет излишек электроэнергии (разность номинальной мощности ДЭА и текущей потребляемой) на компрессор, который заряжает пневматический аккумулятор. При этом муфта, соединяющая дизельный двигатель и синхронный генератор замкнута, вторая – разомкнута. В этот период времени ДЭА работает на номинальном режиме с минимальным удельным расходом топлива. После того, как аккумулятор полностью заряжен, возможны следующие совместные режимы работы дизельного и пневматического двигателя:

- импульсный режим работы, при котором дизельный двигатель и пневматический при заряде аккумулятора работают поочередно. В этом случае после заряда аккумулятора отключается муфта, соединяющая дизельный двигатель, он глушится, а одновременно с этим к аккумулятору подключается пневматический двигатель, который использует энергию сжатых газов для вращения синхронного генератора и выработки ЭЭ. При разряде аккумулятора процесс начинается с нового цикла;

- совместный режим работы, при котором мощность ДЭА может быть снижена. При этом при малой потребляемой мощности происходит заряд пневматического аккумулятора, а в пиковых режимах работают оба приводных двигателя, вращая через замкнутые муфты синхронный генератор;

- режим работы в качестве резервного источника, при котором пневматический аккумулятор предназначен для кратковременного вращения синхронного генератора, при переходе от внешней сети к электроснабжению от ДЭА (аварийный режим) до момента его запуска (обычно от 30 с и больше).

Таким образом, можно сделать вывод, что совместная работа ДЭА и пневматического аккумулятора энергии с применением пневматического двигателя и управляемых муфт возможна и имеет практическую значимость, которая направлена в зависимости от режима работы на экономию топлива (увеличение длительности автономной работы), уменьшение мощности ДЭА, повышения оперативности включения резервного источника ЭЭ. К дальнейшим направлениям исследований можно отнести более детальный расчет экономического эффекта (автономности) предлагаемой схемы, создание математической модели данного источника ЭЭ, оптимизацию его параметров.

#### **Библиографический список**

1. Гуров А. А., Буланов Р. Н. Электроэнергетические комплексы. Теория режимного взаимодействия комплексов и потребителей. – М. : ВА им. Петра Великого, 2009. – 279 с.
2. Волин А. В. Энергосбережение. Нормативно-правовые основы : справ. пос. – М. : ГУП МЭИ МИЭЭ, 2002. – Ч. 1. – 384 с.
3. Рудой Б. П. Топливная экономичность двигателей внутреннего сгорания. – Уфа : УАИ, 1995. – 80 с.
4. Девинс Д. Энергия : пер. с англ. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.
5. Быстрицкий Г. Ф. Общая энергетика. – М. : Академия, 2005. – 208 с.
6. Бут Д. А., Алиевский Б. Л. Накопители энергии. – М. : Энергоатомиздат. 1991. – 400 с.
7. Ольховский Г. Г., Казарян В. А., Столяревский А. Я. Воздушно-аккумулирующие газотурбинные электростанции (ВАГТЭ). – М. – Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2011. – 360 с.



по направлениям:  
10.02.19 Теория языка,  
13.00.00 Педагогические науки,  
19.00.00 Психологические науки,  
Руководитель – кандидат педагогических наук, доцент Рыкова Б. В.

УДК 81-22

**ЛИНВОКУЛЬТУРНЫЙ ОБРАЗ «МАТЬ» В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА  
В СОВРЕМЕННОМ РОССИЙСКОМ СОЦИУМЕ**

**Багринцева О. Б.,**

кандидат филологических наук, доцент,  
заведующая кафедрой английского языка и технического перевода,  
Астраханский государственный университет,  
г. Астрахань,

**Зобнина О. А.,**

кандидат филологических наук, доцент,  
филиал ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы  
при Президенте Российской Федерации»,  
г. Астрахань

**Аннотация:** В данной статье приводятся данные психолингвистического эксперимента, проведенного среди носителей разноструктурных языков: английского, персидского, русского и французского. Данные результаты позволяют выявить те приоритетные характеристики, которые заложены в сознании носителей исследуемых языков.

**Ключевые слова:** образ, мать, психолингвистический эксперимент, кризис, когнитивная структура.

Образ «мать» представляет собой самый важный образ, заложенный в сознании любого человека [9]. Женское начало ассоциируется во многих культурах с образом матери, т. к. мать представляет собой источник жизни на Земле [1]. Начиная с древних времен отношение к матери формировалось как одна из важнейших нравственно-духовных ценностей, которая достойна поклонения и почитания [7].

Однако в России XX – начала XXI в. сформированная традиция духовно-нравственного отношения к материнству утрачивается [8]. Данное явление происходит по нескольким причинам: Первая и Вторая мировые войны, которые нанесли серьезный урон демографической ситуации, периоды нестабильного развития экономической ситуации в стране и многие другие [6]. Так, согласно исследованиям

отечественных социологов, половина российских семей воспитывает только одного ребенка, при этом родители (в том числе и матери) не стремятся к рождению последующих детей, ссылаясь на недостаточность своих средств, времени и сил [4].

Роль женщины в современном европейском обществе изменилась: из хранительницы очага она превратилась в воина и добытчика для своей семьи. Данный факт находит свое отражение в лингвокультурологических исследованиях [2]. Так, в 2009 г. нами было проведено исследование образа «мать» по данным ассоциативного эксперимента среди носителей английского, персидского, русского, французского языков.

В качестве экспериментального инструментария нами была избрана комплексная психолингвистическая методика, позволившая выявить личностные смыслы, возникающие у индивида в связи с эмоциональным опытом и хранящиеся в составе фразеологических единиц [3], а также характеристики, присущие образам в сознании носителей того или иного языка [5]. Благодаря данному методу существует возможность получения достоверной информации о когнитивных процессах, протекающих в сознании людей, экспериментально проверить интроспективные данные о специфике ментальных структур человека с учетом разных социолингвистических факторов [2].

В настоящем исследовании образа «мать» психолингвистический эксперимент позволил обратиться к внутренней структуре ассоциативного поля мужчин и женщин, раскрыть особенности процесса восприятия ФЕ с компонентом «мать».

Примененная нами методика включала два этапа, сочетающие элементы свободного и направленного экспериментов, что позволило выявить различные связи языковых единиц в процессах понимания и хранения в языковом сознании: 1) опрос респондентов – носителей английского, персидского, русского и французского языков на определение значений отобранных ФЕ с компонентом «мать»; анализ полученных в ходе опроса данных; 2) анализ публицистических материалов ежедневных газет; анализ предпочтений респондентов английского, персидского, русского и французского языков в употреблении ФЕ с компонентом «мать».

Для определения семантических и стилистических изменений, происходящих с фразеологическими единицами, имеющими в своем составе лексему «мать», нами был проведен психолингвистический эксперимент.

Учитывая, что характер ассоциаций зависит от уровня образования, возраста, географических условий проживания, культурно-исторических традиций респондентов, мы дифференцировали их по перечисленным позициям. В рамках данной статьи не приводится сама дифференциация, так как представление данной информации не входит в задачи исследования.

Респондентам предлагалось определить значение 25 фразеологических единиц, имеющих в своем составе лексику «мать» согласно уровню их актуальности для носителей языков.

В ходе эксперимента отобранные нами фразеологические единицы с компонентом «мать» были проанализированы респондентами и разделены по семантическим группам.

Для женщин – носителей французского языка «мать» – это *женщина, имеющая детей; самка по отношению к своим детенышам; абстрактное понятие; женщина руководитель* (по убыванию актуальности).

Для мужчин – носителей французского языка «мать» – *женщина, имеющая детей; самка по отношению к своим детенышам; женщина руководитель* (по убыванию актуальности).

По данным психолингвистического эксперимента, проведенного среди носителей русского языка. образ матери представляет собой для женщин – *лицо женского пола, имеющее детей; женщина*



*руководитель; самка по отношению к своим детенышам; междометное выражение; абстрактное понятие; аппелятив* (по убыванию значимости). Для мужчин образ матери складывается из следующих характеристик: *мать, имеющая детей; междометное выражение; женщина руководитель; аппелятив; самка по отношению к своим детенышам; абстрактное понятие* (по убыванию значимости).

В процессе аналитической работы по исследованию предпочтений респондентов было установлено, что на первом месте по значимости для носителей английского языка находятся ФЕ с компонентом «мать» со значением *мать – лицо женского пола, имеющее детей*. На втором месте по значимости для женщин находятся значения *женщина руководитель* и *абстрактное понятие*. Для мужчин – носителей английского языка на втором месте стоит значение *мать – женщина руководитель*.

Экспериментальные данные, полученные от носителей персидского языка, позволяют сделать вывод о том, что образ матери посредством ФЕ с компонентом «мать» представляет собой, прежде всего, *лицо женского пола, имеющее детей*. Данное значение более актуально для мужской половины населения Исламской Республики Иран. Вторым по значимости по данным эксперимента представлено значение *самка по отношению к своим детям*, более актуальное для мужской части населения, чем для женской.

Таким образом, подводя итог результатам проведенного эксперимента, следует отметить, что в 2009 г. для носителей всех исследуемых разноструктурных языков на первом месте стояла характеристика – *лицо женского пола, имеющее детей*, однако, для представителей российского социума на втором месте все же стоит характеристика – *женщина-руководитель*, что и является подтверждением факта наличия кризиса материнства в современном обществе.

Изучая основные психологические, социальные и лингвистические причины данного явления, уместно говорить не только о кризисе семьи, но и о кризисе традиционного материнства, ярко проявляющем себя в современном мире.

Сложившаяся на настоящий момент кризисная ситуация с коронавирусом изменила ракурс восприятия современной действительности представителями современного европейского общества, что позволило обратить пристальное внимание на проблемы семьи и материнства. В условиях самоизоляции на первый план у женщин выступают проблемы, связанные с воспитанием детей и формированием семейных ценностей, что непосредственно скажется на изменении образа «мать».

Сложившаяся ситуация требует, с одной стороны, внимательного изучения феномена материнства, его значения в системе жизненных ориентаций россиян и их лингвистического проявления, а с другой – выявления причин данного кризиса, основных его черт и возможных путей его преодоления.

#### **Библиографический список**

1. Gromova N. V. Lexical meaning of substandard units: linguistic and cultural component // Студенство. Наука. Иноземна мова. – Харків, 2019. – С. 16–19.
2. Piteliva M. V. Linguistic compression as the way of modal values realization in advertising texts // Студенство. Наука. Иноземна мова. – Харків, 2016. – С. 55–58.
3. Балашова Л. И. Дифференциация семантических компонентов в синонимическом ряду // Основные проблемы современного языкознания. – Астрахань, 2018. – С. 14–17.
4. Зобнина О. А. Лингвистические аспекты воздействия на социальную ценность (на примере статей о проблемах Британского образования электронной версии газеты «The Guardian»). – Астрахань : Астраханский ун-т, 2016. – С. 24–31.

5. Колоколова Н. М. Женский речевой акт обещания в русском и французском языках : монография. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2011. – 124 с.
6. Кривых Л. Д. Foreign language as a value // Студенство. Наука. Иноземна мова. – Харків, 2015. – С. 30–33.
7. Смирнова О. Б. Изучение гендерного аспекта в области лингвистики // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – Астрахань, 2006. – С. 280–283.
8. Смирнова О. Б. Сравнительно-сопоставительная характеристика дефиниций лексемы «мать» на материале французского, английского, русского и персидского языков // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Современные лингвистические и методико-дидактические исследования. – Воронеж, 2008. – С. 173–179.
9. Файзиева Г. В., Громова Н. В. Функциональные особенности терминов родства в субстандартном лексическом фонде английского, немецкого и русского языков // Гуманитарные науки и образование. – Саранск, 2017. – С. 163–167.

## АНГЛИЙСКАЯ АББРЕВИАЦИЯ В СФЕРЕ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

Жукова Ю. В.,

ассистент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань

**Аннотация.** В статье подробно описывается аббревиация на английском языке в сфере военно-морского флота, необходимая в практической деятельности. Особое значение придается рассмотрению различных типов аббревиатуры, предпринята попытка системного структурирования аббревиатуры с точки зрения тематики данной сферы.

**Ключевые слова:** аббревиатура, военно-морской флот, термины.

Одной из главных доминант профессионального успеха в современном векторе глобализации, стимулирующей горизонты профессионального роста, является владение иностранным языком. Эффективность коммуникации во многом детерминирована использованием минимального резерва тем, необходимого для овладения профессиональным английским. Для иллюстрации данного тезиса обратимся к обучению английского языка в сфере военно-морского флота, как одной из социально-значимых областей.

Исходя из специфического функционирования терминов, принадлежащие к военно-морскому флоту англоговорящих стран, считаем релевантным проанализировать аббревиацию, поскольку при кажущейся многоаспектности и обширности в данном направлении, многие вопросы, связанные с аббревиацией требуют дополнительного рассмотрения. Согласно лексикографической дефиниции, «аббревиатура – это существительное, состоящее из усеченных слов, входящих в исходное словосочетание, или из усеченных компонентов исходного сложного слова. Образование аббревиатуры как особый способ словообразования направлен на создание более коротких по сравнению с исходными структурами (словосочетаниями или сложениями) систематических им номинаций» [3].

Первостепенное значение в военно-морском флоте имеют аббревиатуры непосредственно связанные с типами боевых кораблей. Необходимость изучения аббревиатур продиктована тем, что большинство наименований кораблей имеют свою особую форму, которую нужно выучить: авианосец – aircraft carrier – CVA, атомная подводная лодка – Nuclear-powered submarine – SSN, вертолетный крейсер – Helicopter cruiser – CHG, крейсер с артиллерийским вооружением – Gun cruiser – CA, линкор – Battleship – BB, патрульное судно – Patrol Ship – SS, спасательное судно – Salvage and rescue ship – ATS. Существуют также и аббревиатуры инициальные буквы, в которых совпадают, например: торпедный быстроходный катер – Fast attack craft – FAC, тральщик-охотник – Minesweeper-hunter – MSH, судно на воздушной подушке – Air-cushioned vehicle – ACV, минный заградитель – mine-layer – ML, большой пехотно-десантный катер – Landing craft personnel, large – LCPL.

В исследуемой проблематике центральными становятся вопросы, связанные с аббревиатурой военно-морских званий США и стран Британского Содружества и бывшей Британской империи. После комплексного анализа терминологических словарей и справочников, нами были выявлены следующие

примеры: AB – able-bodied seaman (Соединенное Королевство) – матрос первого класса, CNO – Chief of Naval Operations – Главнокомандующий ВМС, Cdr – Commander – Коммандер, LCdr – Lieutenant-Commander – лейтенант-коммандер, Lt – Lieutenant – лейтенант, LtJG – Lieutenant Junior Grade – младший лейтенант, WO – Warrant Officer – уорент-офицер, CPO – Chief Petty Officer – Старший-главный старшина, CWO – communication watch officer – дежурный офицер по связи. Вышеуказанные примеры относятся к «инициальному» типу аббревиации.

К лексическим аббревиатурам, кроме сложносокращенных терминов, относятся усеченные термины, которые могут существовать как самостоятельные слова [2]. Среди воинских званий офицерского состава военно-морских сил часто встречаются единицы с усечением последнего элемента слова, например, Adm (Admiral) – Адмирал, Capt (Captain) – Капитан, Commo (Commandore) – Коммодор, а также контаминация нескольких сокращений: VAdm – Vice-Admiral – Вице-адмирал, FAdm – Fleet Admiral – адмирал флота, RAdm – Rear-Admiral – Контр-адмирал. Данные примеры являются так называемыми слоговыми аббревиатурами, поскольку состоят из сочетания начальных частей слов.

Значительный пласт среди аббревиаций занимает аббревиатуры военно-морских организаций и подразделений. В результате аббревиации инициального типа могут быть образованы следующие виды сокращенных составных двух-, трех- и четырехкомпонентных терминов: NV – Navy Department Министерство ВМС США, UKN – United Kingdom Navy – Военно-морской флот Соединенного Королевства, USN – United States Navy – Военно-морской флот Соединенных Штатов Америки, USMC – United States Marine Corps – морская пехота США, USCG – United States Coast Guard – береговая охрана США, IMO – International Maritime Satellite Organization – Международная морская организация IMPA – International Maritime Pilot Association – Международная Ассоциация Морских лоцманов; INMARSAT – International Maritime Satellite Organization – Международная морская спутниковая организация [1].

В результате изучения различных источников, мы пришли к выводу о том, что аббревиатуры по теме строением судна, является одной из ключевых, поскольку данные слова в повседневной речи на корабле очень распространены: CCR – Cargo Control Room – пульт управления грузовыми операциями, M. Dk. – Main deck – палуба; UMS – Unmanned machinery space – Безвахтенное машинное отделение, U. Dk. – Upper Deck – верхняя палуба, bwk – Bulwark – фальшборт, Pltg – plating – обшивка, T. Dks. – Tweendecks – твиндеки.

В контексте рассматриваемой проблемы релевантной является мысль о том, что определенная часть английской аббревиации используется в международном общепринятом формате, например, CES – Coast Earth Station – Береговая Наземная Станция, CG – Coast Guard – береговая охрана, ASL – Above Sea Level – над уровнем моря, AOR – Area of responsibility – район ответственности, MARSEC – Maritime Security level – уровень морской охраны. В структуре морского судоходства существуют различные центры, соответственно необходимо знать их аббревиатуры: MCC – Mission Control Center – Центр Оперативного Управления, MINS – Marine integrated navigation system – Судовая комплексная Навигационная Система, SMS – Safety Management System – система управления безопасностью, SSAS – Ship Security Alert System – система судовой охранной сигнализации, MAC – Maritime Arbitration Commission – морская арбитражная комиссия

Большое внимание уделяется времени, например ADST – Atlantic daylight saving time – Атлантическое летнее время, AST – Atlantic Standard Time – атлантическое поясное время, ATA – Actual Time of Arrival – фактическое время прибытия, ATD – Actual Time of Departure – фактическое время отхода; UT – Universal Time – Всемирное время; GMT – Greenwich mean time – Время по Гринвичу, L – local time – Местное время.

Несомненный исследовательский интерес представляют следующие сокращения: **fx** – factor for determining CN depends situation and Lmax. Особенностью представленного примера является контаминация первой буквы первого слова и последней буквы последнего слова аббревиатуры. В расшифровке к вышеупомянутому термину также имеется аббревиатура CN, которая в соответствии с руководством пользователя имеет значение «safe passing distance», и Lmax, термина length of the largest vessel involved in traffic situation. Вышеуказанный пример оригинален, поскольку содержит в себе цепочку, связанных между собой аббревиатур: к аббревиатуре CA дается следующая интерпретация: “on the situation assessment safe passing distance (CA = CN + CE).

На основании вышеизложенного материала считаем целесообразным констатировать, что аббревиатуры в морском английском это трех- и четырехкомпонентные термины, с точки зрения структуры большая часть слов относится к «инициальному» типу аббревиации и к так называемым слоговыми аббревиатурами. Рассмотренные подходы к классификации аббревиации в военно-морском флоте позволяют совершенствовать изучение студентами и кадетами терминологической лексики в курсе иностранного профессионально-ориентированного языка, формировать специальные компетенции в соответствии с задачами профессиональной деятельности

#### **Библиографический список**

1. Бобин В. И. Терминологический справочник капитана по ведению дел и документации на английском языке. – М. : Транслит, 2006. – С. 496.
2. Жукова Ю. В. Щербакowa Н. В. Терминологическая лексика в профессионально ориентированной коммуникации // Основные проблемы современного языкознания : сб. ст. X Междунар. науч.-практич. конф. (Астрахань, 2018 г.). – Астрахань : Астраханский ун-т, 2018. – 100 с.
3. Языкознание. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. В. Н. Ярцева. – 2-е изд. – М. : Большая Российская энциклопедия, 2000. – 688 с.

## ТЕРМИНОПАТИЯ: ДОРОЖНАЯ КАРТА

Колоколова Н. М.,

кандидат филологических наук, доцент,  
Астраханский государственный университет,  
г. Астрахань

**Аннотация.** В статье анализируется лексико-семантическое значение термина английского происхождения «дорожная карта» (Roadmap), особенность его употребления в речи русскоговорящего общества. Проводится сопоставительный анализ значений этого термина в различных словарях. Делается вывод о нерелевантности экстраполяции понятия экономического термина на все сферы общего и высшего образования в России.

**Ключевые слова:** дорожная карта, Roadmap, российское образование, терминопатия.

В русском языке постоянно появляются новые слова иностранного происхождения. И некоторые становятся настолько модноупотребительными, что появляются в речи людей разных профессий, разного социального уровня, разных сфер общества. Можно отметить своеобразную «падкость» русскоязычного населения России на всё иностранное. Даже при том, что в родном языке существует специальное слово для обозначения предмета, явления или процесса, общество выбирает иностранный эквивалент и начинает его употреблять направо и налево, порой невпопад и не к месту, порой и не понимая истинного смысла иностранного слова. Некорректное употребление иностранного неологизма на бытовом уровне еще как-то можно обосновать, «стерпеть», пропустить мимо ушей. Подобная же «терминопатия» (патия – от греч. pathos – страдание, болезнь), часть сложных слов, означающая заболевание, страдание (напр., нефропатия) со стороны профильных руководителей разного уровня вызывает, как минимум, непонимание у подчиненных и у большинства обывателей.

У иностранного неологизма есть два пути: либо, имея определенное этимологическое и лексическое значение, он входит в лексикон многих представителей общества для коннотативного украшения речи, и, в конце концов, ассимилируясь, остается в активном словаре языка, либо начинает «резать слух» своей «модностью» и, как любая модная вещь, остается в забвении, вызывая улыбку следующих поколений. Когда новое иностранное слово [1] обозначает только что изобретенный предмет, инструмент, прибор или что-то в этом роде, не имеющее аналогов в родном языке, его употребление обосновано. Но когда появляется новый термин [2] иностранного происхождения, обозначающий идею, надо четко понимать его прямое значение, прежде чем транслировать его во всех направлениях. По которому из этих двух путей пойдет термин «дорожная карта» сегодня предугадать невозможно, однако в этой статье мы попытаемся проанализировать обоснованность его употребления в системе общего и высшего образования.

В последнее время профильные руководители разного уровня все чаще дают установку на «создание дорожной карты», «составление дорожной карты», выдаются предписания и методические рекомендации по составлению дорожных карт и т.д. В образовательном процессе школ и вузов [3] в большом количестве стали появляться приказы представить дорожную карту по предмету,

по научной работе, по воспитательной работе и т. п. Руководство образовательных учреждений требуют «в кратчайшие сроки предоставить дорожные карты» кабинета, уроков, работы кафедры и т. п.

Такая смелая экстраполяция бизнес-технологии менеджмента в образовательный процесс школ и вузов (на всех уровнях педагогической и хозяйственной деятельности учебного заведения) не может не вызывать сомнений.

Обратимся, однако, к самому термину «дорожная карта».

В Большом Российском энциклопедическом словаре (2012) нет никаких данных относительно определения и объяснения значения выражения «дорожная карта».

Электронный словарь Академик [4] дает следующее определение термину «дорожная карта (англ. Roadmap)»: 1) прямое дословное общее понимание: атлас различных типов дорог, соединяющих устойчивые контрольные пункты (географические, административные и т. п.); 2) специальное маршрутное значение: путь перемещения людей и/или грузов от начального пункта к конечному с использованием на отдельных участках маршрута различных дорог (путепроводов и/или отдельных ориентиров на местности); 3) переносное значение: аллегорическое, метафорическое – для эмоционального усиления смысла литературного или ораторского выражения, например, м. к. жизни, м. к. роста фирмы и т. д.

Поскольку исследуемый термин английского происхождения, обратимся к англоязычным словарям с целью более конкретного толкования.

Cambridge Dictionary [5] дает следующее определение слову Road map: noun – 1) a plan for achieving something (план для достижения чего-л.); 2) the road map for peace in the Middle East.

Толковый словарь английского языка Oxford English Reference [6] определяет road map следующим образом: NOUN : 1) A map, especially one designed for motorists, showing the roads of a country or area. 2) A plan or strategy intended to achieve a particular goal. «a road map for peace in the region».

Таким образом, применительно к исследуемой тематике образования и обучения применимо лишь экономическое значение термина «дорожная карта»: наглядное представление пошагового сценария развития определённого объекта – отдельного продукта, класса продуктов, некоторой технологии, группы смежных технологий, бизнеса, компании, объединяющей несколько бизнес-единиц, целой отрасли, индустрии и даже плана достижения политических, социальных и т. п. целей, например, урегулирования международных конфликтов и борьбы с особо опасными заболеваниями [7].

Дорожная карта представляет собой план развития объекта, пошаговую стратегию этого развития по принципу «прошлое – настоящее – будущее». И еще один, очень важный и принципиальный аспект, дорожная карта рассматривает не только вероятные сценарии, но и их потенциальную рентабельность, что позволяет выбрать оптимальные пути с точки зрения ресурсной затратности и экономической эффективности.

Грамотное дорожное картирование, основанное на результатах сбора экспертной информации о продукте, технологии, отрасли и т. д., позволяет прогнозировать варианты их будущего состояния. Результатом изысканий в области дорожного картирования становится план-сценарий развития объекта с учётом альтернативных путей и возможной «расшивки» потенциальных узких мест.

Отметим также, что отечественная теория менеджмента пока не относит дорожные карты к инструментам стратегического управления, считая их лишь удобным и наглядным способом графической интерпретации вариантов развития объекта картирования, который облегчает понимание ситуации и помогает принимать необходимые решения [7].

Сопоставляя вышеуказанную информацию, приходим к выводу, что экономический термин «дорожная карта» хорошо работает в бизнесе и для бизнеса. А школа или вуз – это не бизнес,

это обучение и воспитание. В своем обращении к Федеральному собранию 2020 президент РФ В. В. Путин подчеркнул важность роли Учителя в образовательном процессе [8]. Учителя, а не бизнесмена. Поэтому довольно странно видеть «Дорожная карта кафедры», «Дорожная карта работы кабинета 206», «Дорожная карта уборка туалета 1 этаж корпус 2». Подобная терминопатия профильных руководителей как минимум вводит в заблуждение работников.

Результатом проведенного анализа являются следующие выводы: 1) новомодные слова иностранного происхождения быстро входят в лексикон различных слоев русскоговорящего общества; 2) не все люди понимают истинный смысл модного иностранного термина; 3) экстраполяция понятия нового термина из одной сферы деятельности, например из экономики и бизнеса, в другую, например, в общее образование, не всегда релевантна.

### **Библиографический список**

1. Симоненко М. А., Калиева С. А., Иргалиев К. З. Терминообразование в профессиональном языке (на примере терминов инженерной сферы) // Язык и межкультурная коммуникация : сб. ст. X Междунар. науч.-практич. конф. – 2017. – С. 156–160.
2. Колоколова Н. М. Профессиональная и терминологическая лексика в институциональных маскулинных промиссивах в английском, немецком и русском языках // Гуманитарные исследования. – 2012. – № 2. – С. 92–96.
3. Багринцева О. Б., Балашова Л. И., Кривых Л. Д. Обучение профессионально-ориентированному языку посредством работы над междисциплинарными проектами // Иностранные языки и перевод в высшей школе : сб. науч. тр. – Донецк, 2019. – С. 7–11.
4. Словарь бизнес-терминов. Академик.ру. 2001. – Режим доступа: [https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/636245/Дорожная\\_карта](https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/636245/Дорожная_карта), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Cambridge Dictionary. – Режим доступа: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-russian/road-map>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
6. Oxford English Reference. – Режим доступа: [[https://www.lexico.com/definition/road\\_map](https://www.lexico.com/definition/road_map), свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
7. Режим доступа: <https://pandia.ru/803210/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
8. Послание президента РФ Федеральному собранию 2020. – Режим доступа: [<http://www.kremlin.ru/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.



## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

**Муханалиева А. А.,**

ассистент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань,

**Елесина А. Е.,**

студент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань,

**Балжанова А. М.,**

студент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань

**Аннотация.** Работа посвящена вопросам организации самостоятельной работы студентов в высшем учебном заведении. В данной статье рассмотрены особенности организации самостоятельной работы студентов, выявлены этапы организации самостоятельной работы, раскрыты главные недостатки при организации самостоятельной работы, а также пути их решения.

**Ключевые слова:** учебная деятельность, самостоятельная работа, внеклассная работа, мотивация, индивидуальный характер обучения, уровень владения иностранным языком.

Самостоятельная работа представляется как целенаправленная, внутренне мотивированная упорядоченная самим объектом в совокупности выполняемых действий и корригируемая им по процессу и результату деятельности. Её выполнение нацелено на достаточно высокий уровень самосознания, самодисциплины, рефлексивности, личной ответственности.

В методике преподавания иностранного языка используются различные виды самостоятельной работы, с помощью которых учащиеся самостоятельно получают знания, умения и навыки. Основные виды самостоятельной работы можно разделить на несколько базовых групп:

1. Овладение новым материалом; закрепление и уточнение знаний.
2. Выработка умения применять знания в решении учебных и практических задач.
3. Формирование умений и навыков практического характера.
4. Формирование творческого характера, умения применять знания в усложненной ситуации [2].

Эффективность самостоятельной работы в процессе обучения во многом зависит от условий ее организации, содержания и характера знаний, логики их построения, источника знаний, взаимосвязи наличных и предполагаемых знаний в содержании заданий, качества достигнутых результатов в ходе выполнения этой работы и так далее. Активная и самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности [3].

Для овладения знаниями рекомендуются чтение текста, учебной литературы, работа с терминологическими словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, конспектирование, учебно-исследовательские начинания, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета [1].

Формирование умений учащегося предопределяет следующие формы самостоятельной работы студента: вариативных задач и упражнений, решение задач и упражнений по образцу, ситуационных профессиональных задач, подготовка к деловым играм выполнение чертежей, схем, кейсов, расчетно-графических и курсовых работ. Для того чтобы эти формы были эффективны и приносили свои плоды, обучаемые должны иметь определенные навыки самостоятельной работы. Например, при работе с текстом студент должен иметь определенные умения: видеть опоры в тексте, игнорировать незнакомые слова, если они не влияют на общее понимание, умение выделять главную идею, делать выводы из прочитанного и т. д. [2].

Организация самостоятельной работы проходит в четыре ключевых этапа:

1. Подготовительный этап, на котором преподаватель рассказывает учащимся о цели их работы, раскрывает возможности ее более успешного выполнения, предлагает каждому в случае необходимости обращаться к нему за консультацией, а также пользоваться дополнительной необходимой литературой.

2. Сам процесс самостоятельной работы учащихся: необходимо не просто занять их умственным трудом и побудить их выполнить определенные требования, а обеспечить непереносимое развитие заинтересованности студентов в умственной деятельности, постепенный переход от работы воспроизводящего характера как более сложной, требующей применения умений и навыков пользования справочниками, словарями и, наконец, к самостоятельному творчеству, требующему проявления воображения.

3. Итогово-обобщающий этап: включение самостоятельной работы в аудитории в более или менее сложный вариант домашней работы.

4. Заключительный этап: выбор студентами заданий для системы самообразования [4].

Самостоятельная работа может реализовываться в различных организационных формах: индивидуально, в парах, в небольших группах и целыми группами. Каждая из данных форм призвана создавать и развивать в совокупности организационные, информационные, познавательные и коммуникативные умения студентов, овладение которыми обеспечит продвижение обучаемых в усвоении языка в единстве с развитием их методики. Выбор организационной формы и места ее применения определяется характером материала, видом развиваемой деятельности, возрастными и психологическими особенностями учащихся [5].

Самостоятельная работа обучающихся под непосредственным руководством преподавателя занимает большое место в различных формах организации учебного процесса: на теоретических, лабораторных и практических занятиях, во внеурочной деятельности. Использование самостоятельной работы позволяет сделать лекции, семинары, практические работы проблемными, более интересными, поднять их теоретический уровень, стимулировать поисковую деятельность, формировать устойчивую положительную мотивацию учения [6].

Достаточно часто в высших учебных заведениях проводятся научно-практические конференции, в которых студенты, магистранты и молодые ученые могут представлять свои проекты, доклады и презентации на английском языке. Также в университете проходят олимпиады по английскому языку и конкурс переводчиков, в которых принимают участие студенты всех факультетов вуза.

Недостаточность самостоятельной деятельности в результате делает учащегося неспособным к применению полученных знаний в будущем. Самостоятельность мышления и самостоятельность целенаправленной деятельности являются одними из важнейших качеств студента. И чем выше у обучающихся уровень их самостоятельности, тем эффективнее будет проходить их учебная деятельность.

Добросовестно организованная самостоятельная работа студентов позволяет не только наиболее глубоко и всесторонне осмыслить учебную деятельность, но и, самое главное, сформировать у студентов устойчивый интерес к предмету, осознавать ценность приобретенных знаний, выработать умение и стремление самостоятельно добывать их.

#### **Библиографический список**

1. Багринцева О. Б., Кривых Л. Д., Симоненко М. А. Оптимизация обучения английскому языку студентов неязыковых специальностей через интерактивные технологии // Педагогические науки. – 2019.
2. Зимняя И. А. Индивидуально-психологические факторы и успешность научения речи на иностранном языке // ИЯШ. – 1970. – № 1. – С. 37–46.
3. Колоколова Н. М., Козулева А. В., Тораев У. // Основные проблемы современного языкознания : сб. ст. X Междуна. науч.-практич. конф. – 2018.
4. Муханалиева А. А., Насиханова А. З. Основные способы перевода терминов // Основные проблемы современного языкознания : сб. ст. IX Междунар. науч.-практич. конф. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2017. – С. 51–55.
5. Пассов Е. И. Основы методики обучения иностранным языкам. – М. : Просвещение, 1999. – 216 с.
6. Соколова Г. Н. Труд и профессиональная культура (опыт социологического исследования) / науч. ред. Е. М. Бобосов. – Минск.

## К ВОПРОСУ О ТИПОЛОГИИ ЧИТАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ПОСТГРАМОТНОСТИ

**Симоненко М. А.,**

кандидат филологических наук, доцент,  
Астраханский государственный университет,  
г. Астрахань,

**Кривых Л. Д.,**

кандидат педагогических наук, доцент,  
Астраханский государственный университет,  
г. Астрахань

**Аннотация.** Статья посвящена аналитическому обзору существующих типологий читателя. Предлагаются классификации читателей с учётом типов восприятия, уровня интерпретационной активности, социально-психологических показателей. Разграничиваются понятия «грамотность» и «постграмотность», обосновывается необходимость изменения подходов к дифференциации читательских типов в эпоху «постграмотности», когда ключевыми концептами в культуре чтения становятся интерактивность, нелинейность и поливариативность восприятия текстов.

**Ключевые слова:** грамотность, постграмотность, читатель, автор, интерпретация, типологизация, нелинейность, интерактивность, гипертекст.

В быстро меняющемся глобальном мире трансформации подвергаются все сферы жизнедеятельности: культура, образование, медицина, технологическая сфера и социальные институты. В одном из сегментов глобальной культуры прямо на наших глазах происходит революционный слом – эпоха грамотности сменяется эпохой постграмотности. Понятие «постграмотность» (post-literacy) впервые появилось в работе канадского культуролога М. Маклюэна в 1962 г. [9], в то время это не был термин в строгом понимании, а всего лишь знак, фиксирующий авторское предчувствие грядущих перемен в области производства и потребления информации и, прежде всего, текстовой информации. Под постграмотностью понималась эпоха в развитии культуры, когда в одном синхроническом срезе сосуществуют разные формы грамотности, разные способы и средства трансляции знаний через тексты – книги, аудио- и видеопередающие устройства и их комбинации [9]. Смена культурных парадигм неизбежно влечёт радикальную трансформацию личности главного субъекта и объекта культуры – ЧИТАТЕЛЯ – потребителя и интерпретатора текстовой информации.

В гуманитарных науках смещаются акценты в типологизации читательской аудитории. В культуре большей части XX в. ключевой концепт «грамотность» репрезентировал представление о читателе через призму читательской компетентности, т.е. способности понимать и интерпретировать тексты, в основном представленные в печатном формате. Поэтому вполне убедительно звучит мнение о том, что «сфера функционирования понятия ...грамотность прежде всего педагогическая. Это понятие отвечает на вопрос, какие виды грамотности обеспечивают адаптированность человека к современному миру и какие виды грамотности необходимо формировать в процессе образования» [4, с. 65].

Для проведения типологизации вырабатываются научные критерии, служащие основаниями для дифференциации читательских типов. Так, социологи предлагают разграничивать читателей по их социально-демографическому статусу, читательским предпочтениям в области жанрово-тематической принадлежности произведений, по форме использования источников информации, по временным затратам на чтение, по степени удовлетворённости содержанием текстов [10].

В библиографической науке критериальная оценка читателей проводится на основании их активности и самостоятельности при формировании индивидуальной «книжной полки». На крайних полюсах оценочной шкалы располагаются типы читателей, для которых характерен однотипный и несамостоятельный выбор литературы, и читатели, которым присущи разносторонность и целенаправленность при отборе книг [16].

Антропоцентрическое языкознание, ставящее в центр внимания языковую личность, особенно продуктивно в создании разных читательских типологий. Типы читателей, выявляемые исследователями, рассуждающими в парадигме «грамотности», в основном дифференцируются по способности интерпретировать тексты, что следует из значения самого понятия «грамотность»: «это сложная система возможностей субъекта культуры прочесть все тексты, порождённые культурой, то есть их воспринять, декодировать и интерпретировать» [4, с. 65].

Уже сложившиеся типологии читателей отличаются разнообразием подходов и критериев оценивания читательской компетентности, однако их объединяет интерес к интерпретационной деятельности читателя с акцентированием разных сфер проявления личности – когнитивной, психоэмоциональной, социокультурной.

В понимании М. Наумана читатель не целостная фигура, он расщеплён на три образа: а) реальный читатель, воспринимающий текст в точке «здесь-и-сейчас»; б) адресат – «образ читателя» в сознании автора произведения, потенциальный реципиент его текстов; в) коллективный читатель как социокультурная категория [11]. Нас интересует реальный читатель, реципиент и интерпретатор текстов.

Читатели могут различаться по степени вовлечённости в процесс чтения и тогда основным дифференцирующим критерием служит активность / пассивность / креативность. [14, с. 100]. Наличие/отсутствие рефлексии над прочитанным служит водоразделом между активным и пассивным читателем. Креативный читатель генерирует собственные смыслы, вступая в виртуальный диалог с автором.

Р. Ингарден выделяет признаки (стратегии) читательской активности: 1) читатель актуализирует неявные смыслы, то, что представлено в произведении в потенциальном состоянии; 2) читатель заполняет фрагменты неполной определённости собственными представлениями; 3) отдельные фрагменты развёртываются в переживании читателя иначе, чем в произведении; 4) читатель актуализирует только значимые для него смыслы [7].

Интерпретационная активность является основным фактором разграничения читателей по типам в концепции Т. М. Дридзе [6]. Деление читателей публицистических текстов на семиотические группы осуществляется с учётом уровня их «семиосоцио-психологической подготовки» [6, с. 166], под которой подразумевался комплекс умений и навыков смысловой обработки (интерпретации) текста. В данный комплекс, по мнению автора, должны входить: а) навыки владения смысловыми элементами подсистемы общенародного языка и смысловыми элементами принимаемого (толкуемого) текста; б) умения оперировать названными выше смысловыми элементами; в) адекватная смысловая интерпретация («внутреннее» оперирование) и г) адекватное воспроизведение иерархии смыслов в речи [6, с. 166]. В выделенных семи семиотических группах испытуемые демонстрируют разную степень сформированности названных

умений и навыков – высокий уровень перцептивной и интерпретационной готовности в первой группе и постепенное снижение качества интерпретаций тестов в остальных группах [6].

В экспериментальных исследованиях В. Д. Прейсмана читатели подразделяются на уровни по степени глубины проникновения в смысл художественного текста: первый уровень читательской компетенции означает передачу содержания, фабулы; второй – осознание отдельных мотивов героев и цели их действий; на третьем уровне учитываются мотивы разных героев; четвёртый уровень предполагает оценивание сложной, противоречивой информации, выделение главного мотива [12]. Семиотические группы Т. М. Дридзе и уровни читательской компетенции В. Д. Прейсмана имеют строго иерархическую структуру и оценивают прежде всего интерпретационный потенциал читателя.

Психоземциональная сфера личности читателя становится объектом исследования в библиопсихологической теории: читатель-реципиент рассматривается через призму интересубъектных взаимоотношений с автором-продуцентом текста и с учётом вербального и невербального опыта обоих коммуникантов; именно сцепление двух ментальных пространств и порождает «веер проекций одного текста и их многозначность» [13, с. 23]. Библиопсихологическая теория типологизирует авторов / читателей, опираясь на понятие авторского и читательского психотипов, указывающих, что в основу классификаций могут быть положены лишь автономные комплексы/типические установки (качества и свойства) тех или иных личностей [13]. Однако свои выводы исследователи снова делают на основе результатов интерпретации текстов реципиентами, эти интерпретации могут приобретать разные формы – пересказы, дополнения текстов, послетекстовые комментарии и т.д.

Схожие позиции занимает Л. И. Беляева, которая выделяет пять читательских типов с учётом их социально-психологических характеристик. В основе классификации – мотивы, установки, интересы, стимуляторы каждой из групп. Исследователем были выявлены следующие типы читателей, каждый из которых отличается спецификой восприятия текста. Это читатели, демонстрирующие: 1) оптимальное эстетическое восприятие; 2) восприятие «слоя фактов»; 3) рассудочное, «познавательное» восприятие; 4) эмоциональное восприятие, основанное на субъективных ассоциациях; 5) поверхностное восприятие всех компонентов произведения [3].

Восприятие и понимание текстов предполагает деятельность мыслящего субъекта по декодированию зашифрованных в книгу смыслов. Однако степень погружения в смыслы текста, качество смыслового восприятия варьируется и зависит от множества факторов – образования, сформированности социокультурных навыков, развития эмоционального интеллекта, владения читательскими стратегиями. Тихомирова И. И., специалист в области психологии чтения, проводит градацию читателей в зависимости от уровня восприятия текста: 1) читатели с экстенсивным уровнем восприятия склонны к «скольжению по поверхности» текста без вычитывания глубинных смыслов; 2) читатели с интенсивным уровнем восприятия проявляют стремление к анализу и синтезу фактов, излагаемых в тексте; 3) читатели с уровнем «переноса» демонстрируют умение компилировать разные тексты в общую «базу данных» [15], проявляя интертекстуальные навыки и формируя собственный «ментальный библиотечный фонд».

Автор в своей работе ... года прогнозирует тенденции конца 21 века, когда медленное, вдумчивое чтение становится скорее исключением, чем правилом, а среди читательских типов в лидеры входят читатели-перелистыватели, читатели-зрители, читатели-слушатели. В культуре постграмотности декларируются вариативность восприятия текстов, условность границ между автором и читателем, интерактивность как форма взаимодействия читателя с текстом и автором, разнообразие форматов чтения. В связи с этим создание единой унифицированной типологии читателей представляется крайне затруднительным, поскольку каждый современный читатель «полифункционален»: в разных коммуникативных ситуациях могут проявляться разные аспекты читательской компетентности и актуализироваться разные читательские стратегии.

В последнее время изменяются читательские предпочтения, на что обращает внимание Г. Гусейнов: современный читатель-интеллектуал «уходит от литературоцентричности не столько к бумажной массовой, или развлекательной, литературе фэнтези или детективного жанра, сколько в виртуальную нишу психологической лирики, социальной прозы, психозеротической эссеистики и т. п.» [5].

Помимо изменения литературных вкусов наблюдается и увеличение количества читательских стратегий и стилей: наряду с медленным, вдумчивым чтением имеет место чтение-перелистывание, фрагментарное непоследовательное чтение, «экранное чтение». Чтение-перечитывание, которое так высоко ценил В. Набоков, становится скорее уделом книголюбов и экспертов.

Философы и культурологи указывают ещё на одну, радикальную, черту читательского поведения – чтение при желании можно симулировать, особенно если требуется продемонстрировать «начитанность» в соответствующем обществе и зафиксировать свой статус. Рецепты подобного поведения остроумно изложены в бестселлере П. Байяра «Искусство рассуждать о книгах, которые вы не читали». Зачастую культура воспринимается как умение ориентироваться: «светлой головушкой считают того, ...кто ориентируется в книгах как в системе», отсюда возникает феномен «не-чтения – конкретной деятельности, которая состоит в том, чтобы определиться по отношению к бесконечному числу книг и не дать им себя подмять» [2, с. 28]. Таким образом, на разных полюсах в современном социуме существуют читатель-вычитыватель смыслов и не-читатель, знающий о книгах понаслышке.

Изменение читательских стратегий во многом обусловлено трансформацией книжных форматов: на смену линейному печатному тексту пришёл гипертекст с его незаверщённостью, открытостью, многоавторством, фрагментарностью и децентрированностью. Гипертекст стал ключевым понятием в культуре постмодернизма: «постмодернистская эпистема представляет собой разрозненные фрагменты Текста культуры, которые соединяются посредством монтажа или коллажа, поэтому в гипертексте видят средство, форму, которая позволяет придать культуре целостность, зафиксировать при помощи гибких связей-переходов ее ускользающие значения» [8, с. 12]. Идея гипертекста проникает в разные сферы культуры. Например, перенос принципов гипертекстуальности в область литературных произведений, порождает феномен гипернарратива, для которого характерны структурные и семантические отклонения от прототипического нарратива [1, с. 23].

Для цифрового поколения читателей основным форматом является гипертекст, что, по мнению исследователей имеет свои неоспоримые достоинства: «гипертекст – это путь к интеллектуальному богатству, многовариантности понимания, вплоть до существенно отличных интерпретаций одного и того же текста» [17, с. 14]. У. Эко указывает на то, что феномен «экранной культуры» расщепляет современное общество на два класса: тех, кто смотрит телевизор и получает готовые знания и суждения о мире, и тех, кто способен критически отбирать информацию, листая страницы в интернете [18]. Кресс считает, что в постграмотном мире кардинально меняется читательское поведение: если в эпоху книжности, литературности читательский путь был фиксирован и направлялся автором, то в эпоху постграмотности читатель более свободен и креативен, он сам становится навигатором по тексту, сам определяет свою траекторию моделирует свой смысл текста, иногда в конфликте с авторской проекцией [19].

Таким образом, на наших глазах формируется новый тип читателя, более привычного к нелинейному чтению, демонстрирующего склонность к скорочтению, предпочитающего визуальные источники информации и тексты небольших объёмов. Необходимость усваивать большие кванты разнородной информации трансформирует алгоритмы мышления – аналитические формы, требующие значительных затрат времени, уступают место поисковому типу мышления, а функции, ранее закреплённые за механизмами памяти, теперь переходят к разного рода техническим средствам. Полифоничность, многовариантность, интерактивность – концепты эпохи постграмотности – органичны для современного читателя,

который воплощает в себе множество функций: это и читатель-интерпретатор, и читатель-зритель, и читатель-соавтор.

### Библиографический список

1. Андреева К. А., Чувильская Е. А. Литературный гипернarrатив как форма выражения нелинейности смысла // Вестник Тюменского государственного университета. – 2009. – № 1. – С. 202–209.
2. Байяр П. Искусство рассуждать о книгах, которые вы не читали. – М. : Текст, 2016. – 189 с.
3. Беляева Л. И. К вопросу о типологии читателей // Проблемы социологии и психологии чтения. – М., 1975. – С. 143–161.
4. Гудова М. Ю. Чтение в эпоху постграмотности: культурологический анализ : дис. ... д-ра культурологии. – Екатеринбург, 2015. – 329 с.
5. Гусейнов Г. Заметки к антропологии русского Интернета: особенности языка и литературы сетевых людей. – Режим доступа: <http://magazines.russ.ru/nlo/2000/43/main8.html>, свободный. – Заглавие с экрана.– Яз. рус. (дата обращения: 12.04.2020).
6. Дридзе Т. М. Текстовая деятельность в структуре социальной коммуникации: Проблемы семиосоциопсихологии / отв. ред. И. Т. Левыкин. – М. : Наука, 1984. – 268 с.
7. Ингарден Р. Исследования по эстетике. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1962. – 572 с.
8. Лошаков А. Г. Сверхтекст: семантика, прагматика, типология: автореф. дис. ... д-ра филол. наук. – Киров, 2008. – 50 с.
9. Маклюэн М. Галактика Гуттенберга: становление человека печатающего / пер. И. О. Тюриной. – М. : Академический проект: Мир, 2005. – 496 с.
10. Маслова О. М. К вопросу о разработке комплексной классификации читателей // Советское библиотековедение. – 1978. – № 1. – С. 32–44.
11. Науман М. Введение в основные теоретические и методологические проблемы // Общество. Литература. Чтение: Восприятие литературы в теоретическом аспекте. – М. : Прогресс, 1978. – С. 29–83.
12. Прейсман В. Д. Понимание младшими школьниками мотивов поведения литературных персонажей : дис. ... канд. психол. наук. – Киев, 1953. – 269 с.
13. Рубакин Н. А. Психология читателя и книги: Краткое введение в библиологическую психологию. – М.: Книга, 1977. – 264 с.
14. Сапрыгина Н. В. Психоллингвистика художественного текста: коммуникация автора и читателя: монография. – Одесса : Астропринт, 2012. – 336 с.
15. Тихомирова И. И. О классификации читателей и дифференцированном руководстве чтением // Советское библиотековедение. – 1978. – № 6. – С. 43–56.
16. Трубников С. А. Проблема типологии читателей художественной литературы. – М. : Книга, 1978. – С. 18–36.
17. Шехтман Н. А. От повествования к гипертексту и нарративу : монография. – Оренбург : ОГПУ, 2014. – 148 с.
18. Эко У. От Интернета к Гуттенбергу: текст и гипертекст. – Режим доступа: [http://www.gumer.info/bibliotek\\_Buks/Culture/Eko/Int\\_Gutten.php](http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Culture/Eko/Int_Gutten.php), свободный. – Заглавие с экрана.– Яз. рус. (дата обращения: 12.04.2020).
19. Kress G. Gains and losses: New forms of text, knowledge, and Learning // Computers and Composition. – 2005. – № 22. – P. 5–22.



## МЕТОД ПРОЕКТОВ КАК СРЕДСТВО ИНТЕГРАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДОШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Абдуллаева Н. И.,**

кандидат психологических наук, доцент,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается метод проектов как средство интеграции образовательного процесса в дошкольной образовательной организации. Подчёркивается, что метод проектов способен обеспечить различные варианты интеграции, так как содержание проекта отражает различные стороны жизни ребенка и включает основные виды деятельности детей.

**Ключевые слова:** метод проектов, принцип интеграции, образовательный процесс в дошкольной образовательной организации.

Принцип интеграции является одним из ведущих принципов организации образовательного процесса в дошкольной образовательной организации (ДОО) в условиях реализации Федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования (ФГОС ДО).

Для обеспечения познавательной активности детей широко используется проектный метод, как вариант интеграции разных видов деятельности детей старшего дошкольного возраста. Интеграция – взаимопроникновение разделов программы и видов деятельности друг в друга, взаимное совмещение различных задач и образовательных технологий. Основа интеграции – единая проблема или тема занятия; серии занятий; занятия, совместной и самостоятельной деятельности воспитанников; разделов программы.

Возможны различные варианты интеграции:

- полная интеграция (все разделы программы интегрируются в приоритетный раздел программы),
- частичная интеграция (одно из направлений интегрируется в другое),
- интеграция дополнительного образования и общего образовательного процесса (работа кружков интегрируется в основной процесс).

Все эти различные варианты интеграции способен обеспечить метод проектов, так как содержание проекта отражает различные стороны жизни ребёнка и включает основные виды деятельности детей [1–3].

Рассмотрим особенности организации проектного метода как варианта познавательной деятельности детей старшего дошкольного возраста:

- в основе метода — активная познавательная деятельность ребенка;
- исходный пункт познавательной деятельности ребенка внутри проекта - детские интересы;
- дети сами определяют и реализуют познавательные задачи;
- познавательная деятельность детей носит ярко выраженный продуктивный характер
- презентация продуктов как заключительный этап проекта.

Выделяют следующие типы проектов в ДОО:

1. Исследовательские и информационные. Их отличает четкая структура, обозначенность целей, наличие гипотезы, актуальность и социальная значимость содержания для всех участников, комплекс методов получения и обработки информации.

2. Творческие. Нет детально проработанной структуры, она только намечается и далее развивается в соответствии с интересами участников (подчиняясь конечному результату (продуманную структуру имеет только оформление результата; программа концерта, сценарий постановки и т. д.).

3. Игровые. Структура только намечается, а участники берут на себя определенные роли (литературных персонажей, выдуманных героев» в придуманных ситуациях).

4. Практико-ориентированные с четко обозначенным ориентированным на социальные интересы результатом и продуманной структурой и организацией работы.

В любом из вышеназванных типов проектов обязательно присутствуют компоненты игры: сюжетно-ролевой, театрализованной, дидактической, сюжетно-дидактической, подвижной, режиссерской.

Наиболее эффективным в плане организации познавательного развития старших дошкольников является информационно-исследовательский проект. Именно поэтому остановимся подробнее на его структуре и содержании.

Цель: развитие у детей основных компонентов познавательной деятельности и познавательной сферы (мышления, внимания» памяти, воображения) и получение информации в соответствии с поставленной проблемой.

Задачи :

1. Развитие у детей потребности в новых знаниях (исходя из специфики проблемы).

2. Формирование осознанного использования опыта других и своего собственного (в определенной области знаний).

3. Формирование у детей познавательных умений:

- наблюдать, проводить опыты;

- сравнивать, анализировать, делать выводы, классифицировать, строить суждение на основе установления причинно-следственных связей;

- отражать картину окружающего мира в творческой деятельности и т. д.

4. Получение, углубление и систематизация представлений в определенной области.

Участниками проекта обычно являются дети, педагоги и родители.

Организация проекта включает себя три основных этапа.

**Этап I. Постановка проблемы, определение целей и задач исследовательской работы.**

Проблема исследования выделяется на основе опыта детей, исходя из их интересов и потребностей. В качестве примера можно предложить следующую проблему, причины и условия ее возникновения: на протяжении нескольких лет осенью в детском саду устраиваются выставки урожая овощей и фруктов (совместно с родителями и воспитателями). Дети с родителями в рамках этих выставок составляют букеты, натюрморты, приносят наиболее интересные плоды со своих огородов, изготавливают поделки из природного материала, подбирают стихи и загадки на тему осеннего урожая и т. д. На выставке в этом году особое внимание привлекла капуста. Детей заинтересовало, откуда она появилась, какие виды капусты существуют, их внешний вид, особенности; свойства, которыми обладает капуста, какие блюда из нее можно приготовить.

Гипотеза исследования выдвигается на основе определенной и хорошо осознанной детьми проблемы в процессе совместного обсуждения воспитателя с детьми, бесед детей с родителями,

чтения литературы, экскурсий, экспериментирования. Она окончательно формулируется воспитателем в доступном для детского понимания варианте и обсуждается [1–3].

Например, исходя из рассмотренной выше проблемы можно выдвинуть следующую гипотезу: капуста – очень полезный для НАС овощ, она обладает питательными и лечебными свойствами. Люди выращивают множество видов и сортов капусты, делают из неё полезные и вкусные блюда для укрепления здоровья.

В соответствии с проблемой и гипотезой исследования дети с помощью воспитателя ставят задачи дальнейшего исследования проблемы (изучение особенностей, свойств, анализ взаимосвязей, способов использования).

На этом этапе организации проект определяются результаты исследования. В зависимости от характера проблемы и задач результатами могут быть:

- коллекция;
- альбом (сборник) детских рассказов, загадок, стихов, пословиц;
- выставка рисунков, аппликаций и поделок детей по теме проекта;
- придуманные и созданные детьми игры и пособия.

**Этап II. Организация исследования в рамках проекта.** На этом этапе предполагается организация двух основных видов познавательной деятельности детей.

1. Сбор, анализ и систематизация информации в соответствии с проблемой и задачами исследований.

В рамках этого вида деятельности можно предложить чтение книг, работу со справочной литературой (на познавательных занятиях и в совместной познавательной деятельности с воспитателем и родителями);

- подбор и систематизацию картинок, фотографий, загадок, стихотворений, пословиц, рисунков, открыток и т. д.;
- экскурсии;
- экспериментирование;
- познавательные беседы;
- познавательные занятия.

2. Творческая познавательная деятельность детей может быть представлена:

- как организация совместных с воспитателем и самостоятельных дидактических, сюжетно-дидактических, сюжетно-ролевых, подвижных, театрализованных игр;
- подготовка спектаклей;
- организация викторин;
- художественная деятельность;
- аукционы;
- самостоятельное экспериментирование и т.д.

**Этап III. Презентация (защита) результатов исследовательской деятельности детей, проведение которой тщательно продумывается.** Презентация должна быть яркой, интересной, в ней должен просматриваться вклад каждого участника проекта: ребенка, родителя, педагога. Можно использовать следующие формы презентации:

- познавательное шоу, досуги, праздники, развлечения с участием детей, педагогов и родителей: дети с помощью взрослых оформляют помещение, рассказывают стихи и истории, проводят конкурсы, организуют игры, танцуют и поют;

- выставки (коллекций, рисунков, поделок и пр.);
- презентация сборника (альбома) рассказов, пословиц, стихов, поговорок;
- музейные экспозиции;
- театрализованные представления, кукольные спектакли.

Главное, чтобы результаты деятельности были наглядно и убедительно представлены [1–3].

#### **Библиографический список**

1. Веракса Н. Е. Развитие предпосылок диалектического мышления в дошкольном возрасте // Вопросы психологии. – 2007. – № 4. – С. 137–139.
2. Евдокимова Е. Проект как мотивация к познанию: проектная деятельность дошкольников // Дошкольное воспитание. – 2003. – № 3. – С. 20–24.
3. Кулюткин Ю. Н., Сухобская Г. С. Мотивация познавательной деятельности. – СПб, 2002.

## СТАНОВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

**Акмамбетова М. Е.**,

доцент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань,

**Сисекенова А. У.**,

студент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань

**Аннотация:** статья посвящена становлению дистанционной формы обучения в разных странах мира на протяжении последних нескольких столетий.

**Ключевые слова:** дистанционное обучение, средство обучения, «студенты по переписке», развитие, технологии.

Можно с уверенностью сказать, что глобальная сеть Интернет стала одним из основных компонентов нашей жизни. В настоящий момент практически все можно сделать удаленно, в электронном виде, даже получить образование.

Интернет сделал огромный вклад в развитие дистанционного обучения. Современное дистанционное обучение - это самостоятельная форма обучения, при которой взаимодействие учителя и учащихся, учащихся между собой осуществляется на расстоянии, реализуемое специфическими средствами интернет – технологий или других интерактивных технологий [1].

Большая часть образовательных учреждений давно приняли концепцию дистанционного обучения как средство обучения учащихся. Многие высшие учебные заведения мира перевели свои программы в онлайн, предлагая новые возможности обучения для студентов всех возрастов. Дистанционное обучение предлагает обучение в любое время и за пределами географических границ, расширяя образовательные возможности на национальном и международном уровнях.

История дистанционной формы обучения берет свое начало в Европе в начале восемнадцатого века, когда будущие священнослужители проходили обучение посредством письменной переписки. В 1728 году Калейб Филипс в газете «Boston» поместил рекламу, в которой был объявлен набор студентов из пригородов на курсы быстрого письма и бухгалтерии. В самом объявлении он написал, что все желающие получить навыки могут обучаться прямо из дома. Он также писал, что они будут обучены так же прекрасно, как если бы жили в Бостоне. Обучение проводилось посредством еженедельно отправляемых по почте учебных материалов [2].

Следующий толчок развития дистанционной формы обучения был связан с активной деятельностью движения по демократизации общества в англоговорящем мире. В 1840 г. британский ученый Исаак Питман начал дистанционно обучать студентов стенографии и навыку быстрого письма, отправляя им лекции по почте. Ученый полагал, что демократизация общества должна заключаться в свободном доступе к высшему образованию всех слоев населения, независимо от их материального и социального

положения в обществе, политических и религиозных взглядов. Вследствие этого, он рассылал студентам учебные материалы по цене почтовой доставки, т.е. никакой прибыли не получал.

В 1850-е гг. в Германии Густав Лангеншайдт опубликовал свои работы «Lehrbriefe» (буквальный перевод - «Обучающие письма») в качестве самоучителя по обучению языку для взрослых. А позднее, в 1856 г., совместно с Шарлем Тусеном, который был преподавателем французского языка в Берлинском университете, создал в Берлине институт, основанный на заочной форме обучения иностранным языкам.

В США также была предпринята попытка по организации дистанционного обучения. В 1873 г. педагог Анна Элиот Тикнор создала программу «Общество поддержки домашнего обучения» для женщин. Эта программа обеспечила заочное обучение более чем по двадцати предметам. Учащиеся по почте получали учебные материалы, переписывались посредством писем с педагогами и проходили экзамены у доверенного лица или сдавали экзамен в виде научной работы.

В конце девятнадцатого и в начале двадцатого века многие европейские колледжи и университеты начали предлагать свои образовательные курсы в форме переписки. Возглавил данную форму обучения Чикагский университет Соединенных Штатов Америки в 1892 г., позволив студентам обучаться в университете и проживать за пределами кампуса. Студенты дистанционного образования состояли в основном из военнослужащих, жителей сельской местности или живущих в отдаленных районах, которые не имели физического доступа к образовательным учреждениям.

Вскоре после того как дистанционное образование стало средством обучения многих университетов и колледжей, оно также стало частью обучения в школе. В 1906 г. Калвертская школа в Балтиморе стала первой начальной школой, предложившей заочные курсы для учеников.

По мере совершенствования и повышения доступности технологий, дистанционное обучение продолжало процветать, используя радиопередачу и телевидение доступные с двадцатых годов двадцатого века. Первые радио- и телевизионные образовательные программы, обычно должны были сопровождаться параллельным использованием учебного пособия или учебника. Активное развитие обучения посредством радио привело к тому, что студенты, сидя у себя дома, могли слушать лекции точно в таком же виде, в котором они рассказывались в стенах учебного заведения, при этом получая по почте бумажные задачки и напечатанные лекции. Обучающее радиовещание создавало больший вовлекающий эффект и позволяло существенно обогатить коммуникацию между преподавателем и студентами. Одним из первых университетов, внедривших радиовещание в свой образовательный процесс в 1922 г. стал Государственный университет Пенсильвании. Первый в мире образовательный телеканал был запущен в 1934 г. Университетом Айовы, причём данный телеканал работает до сих пор [2].

По окончании Второй Мировой войны, ветераны завершали свое образование, которое они пропустили из-за службы, посредством различных заочных курсов, количество которых увеличивалось в геометрической прогрессии.

В 1969 г. в Великобритании был открыт первый в мире университет дистанционного образования – Открытый университет Великобритании, названный так, чтобы показать свою доступность из-за его низкой цены и отсутствия необходимости часто посещать классные занятия.

В конце 1980-х гг. наличие персональных компьютеров дало новые надежды, связанные с упрощением и автоматизацией обучения. Компьютерные учебники появились на первых компьютерах в виде различных игр. В 1988 г. был реализован советско-американский школьный проект электронной почты [2].

Первооткрывателями дистанционных технологий в конце прошлого столетия стали Международная научно-просветительская ассоциация «знание» и ее коллективный член – Современная гуманитарная академия.

Официальный старт дистанционного обучения в России произошел 30 мая 1997 г., когда был издан приказ Минобрнауки России № 1050, позволяющий проводить эксперимент по дистанционному обучению в сфере образования [3]. У преподавателей появилась возможность общаться и получать обратную связь от любого студента, на каком бы расстоянии он не находился.

Итак, дистанционное обучение уже имеет трехсотлетнюю историю, начиная свой длинный путь от простых писем, отправляемых по почте, заканчивая применением современных интернет-технологий и спутниковой связи для общения педагога и учащегося на большом расстоянии в режиме реального времени.

### **Библиографический список**

1. Вайндорф-Сысоева М. Е., Грязнова Т. С., Шитова В. А. Методика дистанционного обучения : учеб. пос. для вузов / под общ. ред. М. Е. Вайндорф-Сысоевой. – М : Юрайт, 2019. – 194 с. – (Высшее образование). – Режим доступа: <https://pau.uraib.ru/bcode/433436>, ограниченный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 08.12.2019).
2. Хусяинов Т. М. История развития и распространения дистанционного образования // Педагогика и просвещение. – 2014. – № 4. – С. 30–41.
3. Olszewski-Kubilius P., Corwith S. Distance Education: Where It Started and Where It Stands for Gifted Children and Their Educators // Gifted Child Today. – 2011. – Vol. 34, iss. 3. – P. 16–24.

## РОЛЬ И ПРОБЛЕМЫ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

**Воронцова Т. В.,**

доктор педагогических наук, профессор,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск. Астраханская область,

**Рыкова Б. В.,**

кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск. Астраханская область

**Аннотация:** В статье поднимаются проблемы выхолащивания из образовательной деятельности школы воспитательного процесса. Дается обоснование необходимости целенаправленного обучения и воспитания детей с целью гармоничного формирования будущей личности. Раскрывается роль совместной воспитательной работы с детьми школьного возраста в системе «школа – семья».

**Ключевые слова:** воспитательные формы, жизненная позиция, семейное воспитание, школьное образование, формирование личности.

В современной системе школьного образования России за последнее десятилетие значительно возросли объем, количество и качество учебной нагрузки на ученика. В то же время практически до минимума убран из школьных программ процесс воспитания детей, что негативно отразилось на формировании социальных и практико-ориентированных компетенций личности учащихся. Фактически, в практике работы школ, в связи с изменением образовательных стандартов, был разорван классический обучающе-воспитательный процесс.

Сегодня школа является малопривлекательной для ученика. В ней не осталось индивидуальности, если хотите «души и отдушины» для ребенка. Все воспитание перешло за рамки школ, в разные коммерческие и полукommerческие организации. Внеурочная и воспитательная работа, начиная с 4 класса, в основном, замыкается на дополнительных формах освоения экзаменационных стандартов.

Термин «воспитание» имеет не один десяток определений. Но на протяжении более двух столетий образовательный процесс формировался из «обучение + воспитание». Это обеспечивало целостное формирование личностного роста будущего взрослого гражданина страны [1].

Если рассматривать воспитание как педагогическое явление, то это будет:

- целостный, сознательно организованный процесс формирования и образования личности в учебно-воспитательных учреждениях специально подготовленными специалистами;
- целенаправленная, управляемая и открытая система воспитательного взаимодействия детей и взрослых, в которой воспитанник является паритетным участником; в этой системе ребенок является и объектом, и субъектом;
- процесс и результат целенаправленного влияния на развитие личности, ее отношений, черт, качеств, взглядов, убеждений, способов поведения в обществе, где ребенок – объект педагогического воздействия;



- целенаправленное создание условий для освоения ребенком культуры, перевода ее в личный опыт через организованное длительное воздействие на развитие индивида со стороны окружающих воспитательных институтов, социальной и природной среды, с учетом его потенциальных возможностей с целью стимулирования его саморазвития и самостоятельности [3].

И вот этот огромный пласт образованного процесса мы вытеснили из школы, почти полностью заменив его электронно-компьютерными технологиями, что совершенно для растущей личности не равнозначно и не передает напрямую предыдущую практику поколений как общества, так и семьи.

В такой ситуации воспитательный процесс все больше ложится на семью. Ее роль в формировании растущего человека многократно увеличивается. Но, в связи с этим, увеличиваются и возникающие воспитательные проблемы семьи по воспитанию детей.

Семья в России занимает особое место в истории человеческой цивилизации. Именно здесь закладываются основы гражданской и национальной культуры, формируется индивидуальная ответственность, транслируются от поколения к поколению модели социального поведения, осуществляется физическое и духовное воспроизводство человека. Традиционно общество можно рассматривать далеко не только как совокупность индивидов, но и как совокупность семей. В понимании закона, семья как средоточие и цель социальных институтов, – это социологическая категория, отражающая обычаи, законы и правила поведения, которые закрепляют отношения родства между людьми. Семью создает отношение «родители — дети», брак становится легитимным признанием отношений между мужчиной и женщиной, которые сопровождаются рождением детей.

Существуют различные формы и модели семьи, специфика которых зависит от этапа развития общества, характера национальных и религиозных традиций. Выделим традиционные и современные (модернизированные) модели семьи.

Традиционная семья существовала на протяжении нескольких тысяч лет и существует в настоящее время во многих мировых обществах. Переход к модернизированному типу может совершаться достаточно долго, непоследовательно, поэтому в ряде моделей современных семей присутствуют более или менее значительные элементы традиционности.

Кроме того существуют и другие подходы определения семей. Так, например, социологи выделяют такие семьи, как:

1. Нуклеарная (полная) семья – состоит из родителей и детей, объединяет только два поколения. Сегодня это наиболее распространенная структура в западном обществе.

2. Расширенная семья – включает еще и родственников (бабушек, дедушек, внуков, сестер, братьев), а также людей, являющихся близкими по тем или иным причинам. Такая семья является основной в России и других славянских государствах.

3. Неполная семья, если один из родителей отсутствует. Выделяют дополнительную категорию, так называемую, функционально неполную семью. К ней относятся семьи с двумя родителями, но профессиональные или другие причины оставляют им мало времени для воспитания детей.

4. Большая семья, – группа кровных родственников разных поколений, живущая в одном месте и возглавляемая фигурой патриарха или матриарха. Встречается чаще в сельской местности и семьи этого типа имеют общую собственность на землю, скот и средства производства. Она чаще характерна для сельских жителей. В этом случае, живущая в одном месте семья объединяет несколько поколений.

В настоящее время интересы и потребности развития ребенка можно удовлетворить дома или в учреждениях культурно-досугового типа. В условиях домашнего воспитания культурная деятельность,

являясь противоположностью профессиональной, носит самодеятельный характер. По данному критерию семейное воспитание можно разделить на домашние мероприятия, отдых с семьей вне дома.

Семейные домашние воспитательные формы могут быть разнообразными:

- любительские занятия; такие как цветоводство, коллекционирование, уход за домашними животными; освоение каких-то профессиональных навыков родителей;

- совместные занятия творчеством, художественным или техническим: рисование, поэзия, музицирование, пение, вышивание, любительские интернет и фото занятия, составление генеалогического древа семьи;

- культурно-спортивные занятия: домашний театр, семейное чтение, игры, организация семейных праздников, семейные экскурсии, походы, прогулки, туристический отдых, оздоровительный и спортивный семейный отдых, прием и хождение в гости, участие в художественной самодеятельности, участие в массовых праздниках и зрелищных мероприятиях.

В основе выбора той или иной формы семейного воспитания лежат семейные традиции. Обогащение их содержания способствует полноценной организации жизнедеятельности семьи как социального института, обеспечивает рост взаимопонимания между ее членами, особенно между родителями и детьми, помогает совершенствовать процесс домашнего воспитания.

В то же время, принимая на себя разнообразные формы организованной воспитательной деятельности, семья сталкивается с проблемой «А как это сделать?». Ведь не все родители знают педагогику, психологию и, самое главное, технологии и методы подготовки и проведения мероприятий, особенно долгосрочных. Школа родителей этому не учит. Поэтому более эффективно – это совместная деятельность школы и семьи по распределению и проведению воспитательной работы с детьми.

Весь воспитательный процесс должен быть продуман школьными специалистами: администрацией школы, учителями начальных классов, классными руководителями, социальными педагогами и психологами, предметниками и другими.

Профессионально – педагогическая помощь семье необходима, чтобы воспитательный процесс охватывал все стороны личности ребенка, его интересы, планы. Это поможет ему выработать свою жизненную позицию, позволит с возрастом определить свои предметно – профессиональные интересы и способности [2].

Семейное воспитание строится в большей части на знаниях и интуиции родителей. А вот решения проблемы научно-разработанных, практико-ориентированных подходов в воспитании, исходя из возрастных и индивидуальных особенностей школьника, будет более эффективными и полезными для него, если воспитательный процесс осуществляют главные социально-образовательные ячейки нашей страны: школа и семья.

#### **Библиографический список:**

1. Воронцова Т. В., Акмамбетова М. Е. Организация изучения истории родного края (на примере Астраханской области) // Педагогический эксперимент: подходы и проблемы : сб. научн. тр. – Симферополь, 2019. – № 5. – С. 15–24.

2. Воронцова Т. В., Акмамбетова М. Е. Особенности ценностных ориентаций и самореализации сельских старшеклассников в начале XXI века // Образовательная среда: теория и практика : мат-лы II Междунар. науч. конф. / сост. М. Е. Акмамбетова. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2019. – С. 71–74.

3. Куликова Т. А. Семейная педагогика и домашнее воспитание : учеб. для студентов средних и высших учебных педагогических заведений. – М. : Академия, 1999.

## ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ КУЛЬТУРЫ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Горбачева В. В.,

студент,

филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация:** в статье рассматриваются вопросы о формировании основ здорового образа жизни у младших школьников. Акцентируется внимание на его важнейших составляющих и особенностях формирования у детей ценностного отношения к здоровью и культуре здорового образа жизни.

**Ключевые слова:** здоровье, здоровый образ жизни, младшие школьники, формирование.

С каждым годом уровень здоровья детей различного возраста ухудшается. Вследствие этого одной из актуальнейших на сегодняшний день проблем является укрепление здоровья путем формирования представлений о здоровом образе жизни у детей младшего школьного возраста. Еще Василий Александрович Сухомлинский утверждал, что «Забота о здоровье ребенка – это комплекс санитарно-гигиенических норм и правил... не свод требований к режиму, питанию, труду и отдыху. Это прежде всего забота в гармоничной полноте всех физических и духовных сил, и венцом этой гармонии является радость творчества» [4].

Не всегда человек является здоровым, если у него на данный момент нет каких-либо острых или хронических заболеваний или он чувствует себя таковым, принимая во внимание тот факт, что у него нет жалоб на свое состояние.

Выделяется несколько компонентов здоровья:

1. Соматическое здоровье – текущее состояние органов и систем организма человека, основу которого составляет биологическая программа индивидуального развития.
2. Физическое здоровье – уровень роста и развития органов и систем организма.
3. Психическое здоровье – ситуация психической стороны организма, основу которой составляет состояние общего психологического удобства и настроения.
4. Нравственное здоровье – его фундамент определяет система ценностей, правил и мотивов поведения человека в социуме [2].

Наиболее полно и четко содержание термина раскрывает определение Большой Советской Энциклопедии: «Здоровье – естественное состояние организма, характеризующееся его уравниванием с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных изменений, которое определяется комплексом биологических и социальных факторов» [3].

Надо понимать, что организм человека функционирует во многом по законам саморегуляции. Немаловажно, что при этом на него воздействует большое число внешних стрессоров. Потому что наше здоровье зависит всего на 20 % от наследственных факторов, на 20 % – от условий внешней среды (экологии), и только на 10 % – от деятельности здравоохранительной системы. Оставшиеся 50 % зависят от самого человека и от того образа жизни, который он ведет. Если на первые 50 %

здоровья педагоги повлиять не могут, то другие 50 % во многом зависят от воспитания в детях установок на здоровый образ жизни.

Здоровый образ жизни – это работа, следование человеком определенным нормам, правилам и ограничениям в повседневной жизни, способствующим поддержанию хорошего здоровья, оптимальной адаптации организма к условиям окружающей среды, высокому уровню работоспособности в учебной и профессиональной деятельности. В наше время стратегия образования идентифицирует культуру здорового образа жизни как основу физического и социального благополучия, фундамент исчерпывающего и полного развития личности детей. Основной целью политики нашего государства в области образования является эффективное использование возможностей физической культуры в оздоровлении его населения, воспитании спортивного поколения и приобщении всех людей к ЗОЖ [1].

Начальная школа – это наиболее подходящее время для воспитания в детях положительного отношения к здоровому образу жизни. Педагогическая задача состоит не в том, чтобы дать ребенку изобилие сложной и непонятной информации, в которой он не сможет самостоятельно разобраться, а в том, чтобы дать ребенку осмыслить и понять основные компоненты здорового образа жизни. Ведь здоровый образ жизни – это не просто свод усвоенных знаний, а стиль жизни, адекватное поведение в различных ситуациях, поэтому главной задачей является развитие у младших школьников самостоятельности и ответственности. Особое внимание следует уделять следующим компонентам ЗОЖ:

- а) физическая активность;
- б) следование правилам личной гигиены;
- в) режим учебы без перегрузок;
- г) рациональное питание;
- д) создание свободного времени с преобладанием физических упражнений;
- е) предотвращение вредных привычек.

Установка на ценностное отношение к духовному и физическому здоровью появляется у людей не сама собой, а формируется в результате предназначенного педагогического воздействия, поэтому особое значение приобретает педагогический фрагмент, сущность которого, по мнению большого количества педагогов, состоит в обучении поддержанию состояния своего здоровья с самого раннего возраста.

Контент воспитательной работы по выработке и поддержке здорового образа жизни сосредоточен на усвоении учениками многосторонности понятия «здоровье»; восприятию его как общечеловеческого и личностного веса, значимости; воспитании бережного отношения к личному здоровью и здоровью окружающих людей; приобщении к занятиям в спортивных секциях и кружках; формировании культуры питания, отдыха и труда; предупреждении пагубных привычек.

Одним из фундаментальных принципов мотивации здоровья является возрастной принцип. Он заключается в том, что мотив начинает закладываться в детстве, а затем ему следует формироваться в комплексе с оздоровительными упражнениями. Это развивает мотивацию младшего школьника с полным осознанием того, каким должно быть его здоровье. Благодаря этому и формируется культура здорового образа жизни [5].

#### **Библиографический список**

1. Колягина А. В., Мальчевская М. Л. Исследование проблемы формирования здорового образа жизни у младших школьников. – М., 2016. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/132/36807/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.

2. Марков В. В. Основы здорового образа жизни и профилактика болезней. – М. : Академия, 2001. – 320 с.
3. Прохоров А. М. Большая советская энциклопедия. – 3-е изд. – СПб : Норинт, 1969. – 18960 с.
4. Сухомлинский В. А. Сердце отдаю детям. – М. : Педагогика, 1983. – 318 с.
5. Воспитательная деятельность: методология, содержание, технологии : монография / Л. Я. Подвойский, А. М. Трещев, Б. В. Рыкова, Н. У. Садыкова, Б. В. Кайгородов, Е. Г. Тимофеева, В. И. Коломин, А. П. Романова, Г. В. Палаткина, И. Н. Кайгородова, В. Н. Пилипенко, Н. М. Семчук, Г. П. Стефанова, Л. М. Миляева, П. В. Герасев и др. ; под ред. проф. В. А. Пятина. – Астрахань : Астраханский гос. пед. ун–т, Астрахань, 2001.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЭТИЧЕСКИХ ЖАНРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЯЗЫКОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

Гроховская И. А.,

ассистент,

Астраханский государственный университет,

г. Астрахань

**Аннотация.** В статье анализируется возможность использования традиционных английских поэтических произведений – лимериков – как инструмента формирования языковой компетенции учащихся. Рассматриваются механизмы применения лимериков для совершенствования навыков фонетической, грамматической, лексической составляющих языковой компетенции, а также говорения и аудирования.

**Ключевые слова.** Поэтический жанр, лимерик, языковая компетенция, формирование коммуникативных навыков, аутентичный языковой материал.

Современный этап общественного развития, все возрастающая потребность социума в навыках международного общения диктует соответствующие механизмы совершенствования образовательного процесса на различных его этапах, в особенности в части овладения школьниками принципами языковой компетенции. Технологизация и цифровизация современного общества позволяет использовать на уроках иностранного языка в школах различные механизмы, которые открывают возможности применения аутентичных элементов национальной культуры стран изучаемого языка [2]. Формирование языковой компетенции учащихся целесообразно осуществлять, используя доступные способы так называемого «погружения» в языковую среду. В данном ключе лимерики заслуживают особого внимания. Благодаря языковым средствам фольклора отражается языковая картина страны в силу того, что он является неотъемлемой частью языковой культуры для англоговорящих народов мира.

Л. В. Кияшко справедливо отмечает, что языковая компетенция предполагает не только пассивное усвоение правил, норм, теории языка, но и развитие способности воздействовать на язык, творчески преобразуя полученный опыт. Обращение к «неканоническому», нестандартному неуставному слову (в том числе и к текстам лимериков) обостряет языковое чутье ребенка, развивает его языковую интуицию, языковую способность [3].

Говоря о лимериках как об одном из инструментов формирования языковой компетенции, мы подразумеваем овладение новыми языковыми средствами (фонетическими, орфографическими, лексическими, грамматическими) в соответствии с образовательными стандартами, и конечно же приобщение учащихся к культуре, традициям и реалиям страны изучаемого иностранного языка посредством рассматриваемого феномена. Современные исследователи справедливо отмечают, что лимерики очень полезны и представляют огромный интерес для изучающих английский язык и для тех, кто его преподает. Одним из преимуществ лимерика является его лаконичность и емкость – его удобно читать на уроке, переводить, можно учить наизусть, отрабатывать интонацию, обращать внимание на использованные грамматические конструкции [1]. Таким образом, в данном ключе определим возможность отработки соответствующих навыков иноязычной коммуникативной компетенции, используя ресурсы

поэтического жанра лимериков (на основе поэтических произведений основоположника соответствующего жанра Эдварда Лира).

1. *Фонетические навыки.* Использование лимериков занимает важное место в обучении иностранному языку на начальном этапе. Благодаря им, у учащихся формируются фонетические навыки, которые благоприятно влияют на становление речевого аппарата. Также лимерики можно использовать в качестве фонетической зарядки, на материале которых можно отрабатывать отдельные звуки, интонацию, ударение. В течение 2–3 уроков лимерик повторяется, корректируется произношение тех или иных звуков. Такой вид работы служит своеобразным отдыхом, разрядкой для учащихся. Лимерики помогают также пополнить лексический запас учащихся, усвоить тот или иной грамматический материал. Работа с лимериками развивает ребенка, обогащает его духовный мир, прививает чуткость к поэтическому слову. Кроме того, занятия иностранным языком становятся более содержательными, мотивационно - направленными, повышается интерес к изучению предмета [6]. Используя лимерики в качестве материала для фонетической зарядки, целесообразно обращать внимание как на артикуляцию, так и на интонационные модели. Так, можно использовать соответствующие поэтические строки для отработки определённого звука в фонетических упражнениях. Например, следующий лимерик может быть предложен для отработки произношения дифтонга [ai], при этом ученики также повторяют способы чтения гласных букв в открытом ударном слоге:

There was a young lady of **Niger**,  
Who **smiled** as she rode on a **tiger**.  
They returned from the **ride**  
With the lady **inside**  
And a **smile** on the face of the **tiger** [7].

Отметим также, что лимерики предоставляют преподавателям прекрасную возможность обеспечить комплексное повторение фонетического, грамматического и лексического материала.

2. *Лексические навыки.* Несомненно, лимерики служат прекрасным материалом для пополнения словарного запаса учащихся. При этом одним из бесспорных преимуществ данного поэтического жанра является огромное разнообразие тем, освещаемых авторами лимериков, что позволяет использовать их на уроках английского языка при работе с разными возрастными группами учащихся. Определённый механизм репрезентации пятистишия (при котором предлагается построчный перевод и транскрипционное обозначение выбранных лексем) помогает усвоить новую лексику, проследить особенности построения английских предложений и их перевода на русский язык.

Лексическая составляющая языковой компетенции может быть отработана с учащимися на моделях перевода лимериков. Так, Г. Т. Шайхутдинова отмечает, что целесообразно выполнять вместе с учениками перевод пятистишия (так называемый подстрочный перевод). По ходу объясняются значения незнакомых слов и фразеологических оборотов, иногда отсылая учащихся к словарю. Часть лимериков, наиболее легких в словарном отношении, ученики переводят самостоятельно. Такая работа, несомненно, расширяет словарный запас учащихся. Кроме того, можно попросить школьников сравнить подстрочный перевод с литературным переводом лимериков. Ребята убеждаются в том, что в поэтическом переводе невозможно сохранить все детали подлинника, так как важно передать его основной смысл, отделить главное от второстепенных деталей. Сложность перевода обусловлена также тем, что английские слова гораздо короче русских, а значит, в строку входит гораздо больше информации [5].

В качестве упражнения по работе с лексикой учащимся можно предложить придумать лимерики с определенными словами, группами слов, идиоматическими выражениями и т.д. Такого рода задания предполагают, что ученики уже познакомились с лимериками на предыдущих уроках, знают особенности данного поэтического жанра, имеют опыт выполнения упражнений на отработку фонетических и грамматических навыков.

3. *Грамматические навыки.* Тексты лимериков предоставляют широкие возможности для отработки грамматического материала. В силу того, что данные поэтические тексты охватывают различные аспекты человеческой деятельности, учителю предоставляется обширный аутентичный материал со всевозможными грамматическими структурами. Так, например, обозначенное выше в разделе *Фонетические навыки* поэтическое произведение Эдварда Лира уместно использовать для повторения видовременной формы английского глагола Past Simple. Кроме того, данное пятистишие позволит обратить внимание учащихся на одну из наиболее проблемных грамматических тем при изучении английского языка – употребление неопределенного и определенного артиклей (в рассматриваемом примере неопределенный и определенный артикль чередуются перед существительными lady и tiger, а соответствующий контекст лимерика позволяет доступно объяснить правила употребления артикля в том или ином случае). Учитель может предложить учащимся выполнить различные грамматические преобразования соответствующих слов (например, выписать из пятистишья все существительные во множественном числе и образовать от них форму единственного числа, или поставить представленные в лимерике прилагательные в сравнительную и превосходную степень и т. п.), найти слова или словосочетания, относящиеся к определенным грамматическим структурам и т. п.

4. *Навыки говорения.* Учебно-методические комплексы по английскому языку для общеобразовательной школы непременно включают задания на развитие навыков говорения. Разновидностью такого рода заданий является описание картинки, ситуации, иллюстрации к произведению и т. п. В данном ключе использование лимериков позволит внести творческую составляющую в задание, заинтересовать учеников, предложить выполнение стандартных заданий с помощью нестандартных инструментов. В поэтических сборниках Эдварда Лира каждый лимерик сопровождается довольно интересными неординарными иллюстрациями. Данный иллюстративный материал может служить объектом для описания. В качестве алгоритма действия можно использовать следующее: прочитать и перевести на занятии заранее подготовленный учителем лимерик; показать детям иллюстрацию из книги Эдварда Лира; далее предложить учащимся определенный шаблон для описания иллюстрации – подробный план с ключевыми фразами, варианты начала и окончания предложений, необходимые для описания лексические конструкции, грамматические структуры и т.п. Такая работа может осуществляться как индивидуально, так и в малых группах. Помимо навыков говорения, слушая выступления своих одноклассников, ученики тренируют фонематический слух, необходимый для отработки аудирования как неотъемлемой составляющей языковой компетенции учащихся.

Таким образом, включение лимериков в состав учебных материалов, особенно на дополнительных занятиях, может оказаться очень полезным, так как наряду с запоминанием значений новых слов в определенном контексте, учащийся имеет возможность усвоить основные структуры английского предложения. Большое количество стихов этого жанра позволяет подбирать материал в соответствии с возрастом, интересами и уровнем знаний учащихся [4]. Лимерик является чрезвычайно интересным жанром английской поэзии, благодаря которому возможно глубже изучить английские традиции и менталитет, грамматику, структуру и особенности построения английских предложений.



### Библиографический список

1. Боброва Е. А., Тонких А. А. Лимерик как малая поэтическая форма и возможности его применения на уроке иностранного языка // Инновационная наука. – 2016. – С. 136–139.
2. Жукова Ю. В., Семенова А. С. Интеграция виртуальной реальности в обучение иностранному языку // Язык и межкультурная коммуникация : сб. ст. XI Междунар. науч.-практич. конф. / сост. : Г. А. Багринцева – Астрахань : Астраханский государственный университет, 2019. – 212 с.
3. Кияшко Л. В. Языковая игра как способ развития языковой компетенции // Научная мысль Кавказа. – 2008. – С. 149–153.
4. Петроченко Л. А. О формировании словарного запаса учащихся (на материале английского языка) // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. – 2013. – № 2 (2). – С. 70–75.
5. Шайхутдинова Г. Т. Лимерики и клерихью на уроках английского языка. – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 06.04.2020).
6. Шкарапорова В. С. Использование лимериков с целью формирования фонетических навыков на начальном этапе обучения в основной школе. – Режим доступа: <http://dodiplom.ru/ready/100866>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 10.04.2020).
7. Lear Edward. A book of Nonsense. – Режим доступа: <https://www.nonsenselit.org/Lear/BoN/index.html>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. англ. (дата обращения: 08.04.2020).

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УСТАНОВОК В СФЕРЕ ВОЕННО-НАУЧНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ САМОРЕАЛИЗАЦИИ КУРСАНТОВ

Грошева Л. И.,

кандидат социологических наук, доцент,  
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище (военный институт)  
им. Маршала инженерных войск А. И. Прошлякова,  
г. Тюмень

**Аннотация.** В статье рассматривается специфика вовлечения военной молодёжи в проведение научных исследований в качестве последующей профессиональной составляющей трудовой деятельности. Приведены данные авторского исследования, отражающие основные мотивирующие факторы, формирующие у молодых людей устойчивые установки эффективной работы в рамках научных исследований.

**Ключевые слова:** образовательные стратегии, молодёжь, военно-научные исследования, научная деятельность, коммуникации.

Активное развитие цифрового пространства общения и коммуникаций существенно влияет на структуру предпочитаемых профессий в среде молодёжи. Привычные стационарные места заменяются удалённой работой, а в условиях эпидемиологических кризисов, молодые люди ощущают всё большую неопределённость относительно стабильности рабочих мест и возможных форм самореализации. С другой стороны, набирает популярность досуговая сфера, которая, в значительной мере развивается благодаря внешней праздничности и визуальной лёгкости получения дохода. В подобных условиях, актуализация кропотливого научного труда представляется всё более затруднительной, особенно в образовательных организациях закрытого типа, взаимодействующих с внешней средой в ограниченном режиме.

Современная карьера молодого учёного, как правило, развивается в рамках нескольких стратегий:

1. Работа в научно-исследовательских прикладных центрах, занятых испытанием нового оборудования или технологических разработок и методик.
2. Преподавательская работа с обязательным достижением учёной степени по профилю научной и профессиональной работы.
3. Работа в аналитических и информационных центрах при министерствах и ведомствах, в особенности в сферах информационной и социальной безопасности [2].

Другим значимым аспектом, который должен учитываться в ходе рассмотрения проблемы развития молодёжного научного движения, является ориентация современных поколений на материальную сторону организации жизни. И. Г. Дежина в своём исследовании указывала на данную особенность, подчёркивая, что причинами отказа молодёжи от самореализации в науке являются: стремление к максимизации реального трудового дохода, ориентация на комфортные условия труда, а также предпочтение стратегий трудосбережения, позволяющих экономить время и ресурсы для их последующего использования в личных надобностях развлекательного характера [1].

Данные исследователей подтверждают, что образовательные стратегии зачастую рассматриваются молодыми людьми в качестве инструментальной составляющей материального благополучия. Таким образом, профессиональный выбор осуществляется с прикладных позиций.

1. Перспективность работы с точки зрения уровня получаемого дохода в среднем по текущему региону, или региону, в котором планируется трудовая деятельность.
2. Стабильность рабочих мест и наличие социальных гарантий со стороны работодателя.
3. Возможности для формирования эффективного социального капитала в процессе обучения.
4. Получение прикладных навыков, позволяющих осуществлять трудовую деятельность непосредственно после окончания вуза.
5. Возможность самореализации и карьерного роста посредством социально активного поведения в рамках творческих групп, научных сообществ и пр. [3].

В рамках системы военного образования, получение доступа к карьере учёного сопряжено со служебными ограничениями (относительно срока и возможности дальнейшего обучения), которые действуют в зависимости от специфики конкретного вуза.

Таким образом, формирование установок в среде военной молодёжи относительно вовлечения в профессии научно-исследовательского профиля, требует комплексного подхода как с точки зрения особенностей молодёжи в целом, так и с учётом военной специфики, в частности. С целью определения наиболее мотивирующих аспектов вовлечения в науку в среде военной молодёжи, автором в ноябре-декабре 2019 г. было проведено исследование методом фокус-групп (12 фокус-групп по 5–7 человек), охватившее молодых людей, обучающихся в системе военного образования в возрасте 17–25 лет. В исследовании принимали участие обучающиеся, привлечённые к научным изысканиям в рамках военно-научных обществ различных направлений.

В качестве наиболее значимого фактора, способствовавшего сознательному выбору научной деятельности как факультатива помимо основного обучения, обучающиеся отметили интерес к преподаваемому предмету, которому уделялось достаточно ограниченное время в учебной программе. Каждый третий отметил, что предпочёл научные изыскания ввиду авторитета личности руководителя или наставника, реализующего шефство над молодыми учёными: его умения заинтересовать слушателей и продемонстрировать реальные результаты его работы. В половине случаев выбор научного направления значительно отличался от основного профессионального профиля (к примеру, представители технических специальностей выбирали гуманитарные направления исследований), данный факт опрошенные объяснили возможностью реализовывать те способности, которые оказались не востребованы в рамках основной программы (способности и навыки в сфере психологии, коммуникаций и пр.). Таким образом, обучающиеся стремились к комплексности в развитии своей личности, в то же время треть участников высказались в пользу предполагаемых навыков в работе, которые по их мнению, могут принести пользу в карьерном росте (коммуникабельность, умение конструировать публичную речь и выступать перед большой аудиторией).

Коммуникативная составляющая процесса также имела большое значение для ряда участников. В ходе проведения фокус-групп молодые люди отмечали возможность общения с людьми, обладающими схожими интересами, а также необходимость повышать интеллектуальный уровень либо сохранять ранее достигнутый потенциал. 15 % опрошенных уже имели ранее опыт выступлений в школах или общественных организациях, поэтому связали мотивы вступления в исследовательский коллектив с необходимостью сохранения части привычного образа жизни, деятельности или мышления.

Незнакомые ранее с подобной сферой, как правило, ориентировались на расширение круга общения и приобретение нового опыта в работе с людьми.

Заслуживает внимания тот факт, что участники научных обществ ориентированы на результаты, закреплённые в материальной или прикладной форме. Молодые люди склонны заниматься той областью исследований, которая может дать конкретный результат, уникальные данные или конструкции в течение от 6 мес. до года. По этой причине их интересуют направления, связанные с самостоятельной организацией и проведением исследований, получением рабочих прототипов или моделей. Для наиболее эффективного закрепления установок развития в науке обучающиеся отметили возможность участия в жизни научного сообщества. Больше половины участников указали на необходимость взаимодействия в рамках научных мероприятий или испытаний с учёными-практиками. Более трети высказались за положительное влияние конкурсов и соревновательных практик в достижении результата. При гипотетическом предоставлении выбора между стандартными и конкурсными формами выступлений: абсолютное большинство предпочитало участие в мероприятиях, которые могут сформировать оценку результатов работы и повысить имидж молодого учёного в среде обучающихся посредством грамот, дипломов, памятных вещей или публикаций.

Таким образом, данные исследования показали ряд стимулирующих факторов, позволяющих привлекать к научной деятельности военную молодёжь. Среди наиболее значимых аспектов были отмечены: наглядная результативность деятельности, личность руководителя, возможность получать социальную оценку деятельности с последующим повышением социального статуса в группе. Рисковым фактором является достаточно краткие сроки ожидаемых первых научных результатов, на которые рассчитывают молодые учёные, что требует грамотного планирования научной работы со стороны руководителей и преподавателей по направлениям исследований.

### **Библиографический список**

1. Ахметова Я. М., Мухаметзянова Л. К. Молодые в науке: становление молодого ученого. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/molodye-v-nauke-stanovlenie-molodogo-uchenogo>, свободный. – Заглавие с экрана.– Яз. рус. (дата обращения: 06.03.2019).
2. Дежина И. Г. Молодёжь в науке. – Режим доступа: <http://www.socjournal.ru/article/537>, свободный. – Заглавие с экрана.– Яз. рус. (дата обращения: 12.10.2019).
3. Рассохина И. Ю., Аршинова Е. В., Билан М. А., Горбатова М. М. Карьерные планы в профессиональном становлении молодежи. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kariernye-plany-v-professionalnom-stanovlenii-molodezhi>, свободный. – Заглавие с экрана.– Яз. рус. (дата обращения: 17.08.2019).

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИОКУЛЬТУРНЫХ И ДУХОВНО-НРАВСТВЕННЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Дементьев Ю. Ю.,

кандидат педагогических наук,

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье с точки зрения автора представлено обоснование образовательного пространства как основы формирования и развития личности.

**Ключевые слова:** образовательное пространство, высшая школа, образование, обучение и воспитание, личностно-профессиональное развитие.

На современном этапе развития российского общества произошла смена парадигм образования от традиционной к личностно-ориентированной, компетентностной. Россия вступила в единое образовательное пространство, что предопределило внедрение Федеральных государственных стандартов образования, их дальнейшую актуализацию и модернизацию. В этих условиях от высшей школы требуется такая подготовка выпускника, которая заложит основу его становления не только как компетентного специалиста, легко ориентирующегося в новейших достижениях в области своей профессиональной деятельности, способного критически оценивать свои результаты, проектировать траекторию собственного профессионально-личностного развития, но и высокоэрудированную личность с активной гражданской патриотической позицией.

Сегодня руководство страны рассматривает образование в качестве основы и главного инструмента дальнейшего социально-экономического и духовного развития России. Так, Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» закрепляет «приоритетность образования в деятельности государства» [2], а Национальная доктрина образования стратегические цели образования тесно увязывает с проблемами российского общества и признает образование приоритетной сферой создания максимально благоприятных условий для выявления и развития творческих способностей каждого гражданина России, воспитания в нем трудолюбия и высоких нравственных принципов [3].

В контексте происходящих общественно-политических, экономических и других изменений существует потребность учитывать социокультурные аспекты развития российского образования. Поэтому одним из важнейших требований современного общества в подготовке выпускников высшей школы является необходимость сочетания фундаментальности образования с многообразием специализаций. На различных этапах развития педагогического знания ученые размышляли о самой личности специалиста (выпускника высшей школы), ее профессионально значимых качествах, различных способностях и умениях, определяли сущность осуществляемых ею видов деятельности.

Содержание современного образования должно быть направлено на интеграцию гуманитарной подготовки выпускника высшей школы в процессе формирования его профессиональной компетентности в рамках сложившихся в образовательных организациях традиций и с учетом современных

требований общества, которое характеризуется новыми культурными и социально-гуманитарными потребностями.

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» дает определение понятию образования как «единого целенаправленного процесса воспитания и обучения, являющегося общественно значимым благом и осуществляемого в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупности приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенций определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов» [2].

В приведенном определении подчеркнуто, что образование не исчерпывается одним только обучением. Важнейшим элементом образования является также и воспитание, которое направлено «на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающегося на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства» [2].

Сегодня наиболее актуальна проблематика интеграции общенаучных, гуманитарных и профессиональных знаний как средства профессиональной подготовки выпускника высшей школы в едином образовательном пространстве.

Именно образовательное пространство отражает совокупность отношений между участниками педагогического процесса и способствует гармоничной реализации целей воспитания, обучения и личностно-профессионального развития. В рамках образовательного пространства у обучающегося должны быть возможности для саморазвития, адаптации в учебно-воспитательном и профессиональном процессах; развития способностей к приобретению знаний; изучения и восприятия культуры, приобретения умения самостоятельно ориентироваться и воспринимать духовные и нравственные ценности.

Н. В. Федоровым сформулированы ряд подходов, определяющих сущность понятия образовательного пространства: личностно-средовый, ресурсный, культурно-гуманистический, социально-географический, системно-функциональный, сетевой.

С. К. Бондырева отмечает, что в понятии «образовательное пространство» авторы подчеркивают либо конкретно-политические, географические, экономические характеристики, либо определенные структурно-содержательные составляющие.

Различные описания единого образовательного пространства дают возможность представления его как сложного многоуровневого явления, включающего экономический, политический, идеологический, социально-культурный, правовой, информационный, педагогический, научно-методический уровни исследования [4].

Обобщая приведенные подходы, можно дать следующую формулировку: образовательное пространство есть социально-интегративная среда, оказывающая влияние на социализацию личности на основе общечеловеческих ценностей.

Необходимость формирования ценностей, а на их основе в целом осуществлять обучение и воспитание, обусловлено тем, что ценности выступают в качестве основы для действий обучающегося и критерием оценки этих действий. Такую роль ценности приобретают в силу того, что в наибольшей степени они связаны с общечеловеческими нормами, целями, и в такой же степени отражают субъективное отношение к ним, и поэтому большое значение приобретают в социализации личности обучающегося и в его индивидуализации.

В ценностях фиксируются главные и наиболее значимые для обучающегося аспекты отношений учебной и профессиональной деятельности, построении субъект-субъектных и субъект-объектных отношений, проявляется особая специфика духовной сферы жизни субъекта, которая определяет его поведение, его стремление к формированию особого содержания его взаимоотношений.

В процессе профессионального образования определяется приоритет воспитания нравственных ценностей, поскольку они, прежде всего, являются высшим смыслом человеческой жизни и, исходя из этого, выполняют функцию регуляторов не только поведения, но и осуществления профессиональной деятельности, они включаются во все общественные отношения.

Таким образом, содержание современного образования обосновывает следующие положения: приоритет образования как основы развития российского общества; создание единого образовательного пространства, способствующего гармоничной реализации целей воспитания и обучения; обеспечение интеграции гуманитарной подготовки выпускника высшей школы в процессе формирования его профессиональных и универсальных компетенций.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что образовательное пространство призвано реализовать формирование социокультурных и духовно-нравственных ценностей выпускников высшей школы, составляющих основу их самоопределения, социализации, приобретения опыта профессиональной деятельности.

#### **Библиографический список**

1. Деркач А. А. Акмеологическая культура личности: содержание, закономерности, механизмы развития. – М. : Московский психол.-соц. ин-т ; Воронеж : МОДЭК, 2006.
2. Об образовании в Российской Федерации : Федеральный закон РФ от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
3. О национальной доктрине образования в Российской Федерации: постановление Правительства Российской Федерации от 4 октября 2000 № 751.
4. Федоров В.Н. типовые подходы к анализу сущности образовательного пространства. – Пермь : Меркурий, 2013. – С. 44–46.

## О ВВЕДЕНИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ НОВЫХ ДИСЦИПЛИН ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ

**Истомин В. В.,**

кандидат технических наук, доцент, советник,  
Российская академия ракетных и артиллерийских наук,  
профессор,  
военный учебный центр Московского государственного технического университета  
им. Н. Э. Баумана,  
г. Москва,

**Наумов С. А.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Обсуждается целесообразность введения новых дисциплин в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования по программам военной подготовки. Дается общая характеристика вводимой дисциплины. Определен ряд условий обеспечения требуемого качества подготовки специалистов: проектный подход, использование имитационно-моделирующих комплексов, взаимодействие с ведущими НИУ и вузами Минобороны России.

**Ключевые слова:** вооружение и военная техника, военно-технический анализ, военная подготовка, проектный подход.

Подготовка квалифицированных военных кадров и развитие системы военного образования являются приоритетными задачами Министерства обороны Российской Федерации и важнейшими направлениями деятельности для обеспечения обороноспособности нашего государства.

Происходит эволюционное изменение задач военного образования и приоритетных путей их решения. К множеству традиционных задач добавляются принципиально новые, обусловленные реагированием военного образования на частые изменения внешних социально-экономических условий и реформ, в частности, в образовании.

В числе новых задач могут быть определены:

- обеспечение междисциплинарного подхода к содержательной структуре образования;
- формирование структурного разнообразия, как условия устойчивого развития военного образования;
- целенаправленное управление качеством подготовки специалистов;
- создание гибких специальностей и др.

Решение этих задач направлено на подготовку специалистов с двойным или даже тройным высшим образованием. Это позволит таким специалистам не только успешно конкурировать в карьерном плане, но и что значительно важнее, эффективно выполнять свои служебные обязанности с минимальным риском ошибочных управленческих решений в жестких временных, ресурсных информационных



ограничениях. По сути, рассматривается задача организации такого образовательного процесса, результатом которого будет формирование гармонично развитых «синтетических» специалистов, способных самостоятельно добывать знания и на их основе порождать новые [2].

В качестве одного из основополагающих шагов в этом направлении является указ Президента Российской Федерации [11].

Цель данного указа – повышение эффективности управления процессом обучения студентов вузов по имеющимся направлениям военной подготовки, в том числе, для более эффективного совместного использования имеющейся в федеральных государственных образовательных организациях высшего образования учебно-материальной базы, учебного вооружения и военной техники.

Участие военных учебных центров в создании инновационной армии – не самоцель, а способ обеспечить эффективную военную подготовку в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования.

Инновационный процесс – изменение системы в ответ на изменение внешних условий. Применительно к рассматриваемой тематике – это процесс совершенствования военной подготовки в военных учебных центрах путем введения в учебный процесс новых дисциплин.

**Анализ противоречий.** Результатом структурного и содержательного анализа, как в рамках подготовки солдат, сержантов и офицеров запаса, так и в рамках подготовки офицеров кадра стал вывод, что существующие дисциплины не отражают и не раскрывают ряд аспектов, составляющих основу военно-технического анализа современных комплексов вооружения прогнозирования их развития.

В рамках существующих дисциплин военной подготовки в гражданских высших учебных заведениях практически нельзя найти ответы на ряд вопросов: как, на основе каких законов и закономерностей происходит процесс развития средств вооруженной борьбы, как реагируют они на изменение внешних факторов, как меняются их свойства и боевые возможности с учетом изменения возможностей противника, каким образом сформировался именно тот облик систем оружия, которыми в настоящее время обладают наиболее развитые страны, и один из наиболее важных вопросов – как перейти к преemptивному принципу создания средств вооружения и формирования способов их применения [13].

Для полноты картины следует отметить, что фрагментарно встречаются темы, косвенно касающиеся подобных аспектов, но крайне редко и без системного подхода, что подчеркивает актуальность настоящих предложений [3].

Уместно подчеркнуть, что подготовка кадров – это фундамент развития Вооруженных Сил Российской Федерации, а главный критерий оценки качества обучения – умение профессионально действовать в реальных условиях боевой обстановки. При этом важно готовить кадры не к сегодняшним задачам, а к тем, которые выпускник будет решать самостоятельно, т.е. необходимо при подготовке «видеть» выполняемые задачи с перспективой на 5–10 лет.

**Замысел и подход к разрешению противоречий.** Данное обстоятельство обеспечивает перманентную актуальность исследовательского поиска и научно-методического обоснования требований к перспективным дисциплинам, что, в свою очередь, является одним из главных приоритетных направлений развития военной подготовки в гражданских образовательных организациях.

Этот процесс реализуется посредством решения комплекса взаимосвязанных задач, наиболее важными из которых можно выделить следующие:

- анализ содержания дисциплин военной подготовки в гражданских высших учебных заведениях;
- обоснование требований и введение в учебный процесс военных кафедр при образовательных организациях дисциплин, отражающих основные свойства и характеристики комплексов вооружения и военной техники видов и родов войск Вооруженных сил Российской Федерации, а также общие закономерности их формирования и перспективы развития.

Современные военные доктрины ведущих государств мира ориентированы на широкое использование новых знаний и наукоемких технологий в военно-технической области. Проведенный анализ развития обычных (неядерных) видов вооружения и военной техники выявил две отчетливые тенденции.

Первая – получение интегрального эффекта за счет комплексирования и совершенствования известных технологий.

Вторая тенденция – поиск новых технологий и способов их применения в средствах вооружения, которые способны качественно повлиять на эффективность решения задач, стоящих перед войсками и изменить саму суть войны [1].

При этом характер развития вооружения и военной техники определяется множеством факторов, бесспорный приоритет среди которых принадлежит уровню технического и технологического развития человечества в целом, государства или конкретной отрасли промышленности в государстве.

Конструктивный облик вооружения и военной техники, уровень их тактико-технических характеристик, качество изготовления – вот те аспекты развития, которые практически всецело определяются степенью научно-технического и технологического развития цивилизации в целом, либо ее отдельных представителей (государств). Эта степень определяется не только объемами финансовых и материальных вложений в военную отрасль, но и зависит от ряда других факторов, включая уровень образования, культуры и даже менталитета наций [7].

Опираясь на вышеприведенные обстоятельства становится явным, что современный военный специалист должен уметь мыслить целостно, видеть множество объектов и происходящих процессов как единое целое, обладать навыками системного подхода при исследовании любого сложного объекта, явления или процесса. Главной особенностью системного подхода является наличие доминирующей роли целого над частным, сложного над простым, одновременное видение в системной парадигме «надсистема-система-подсистема».

Поэтому в отличие от традиционного подхода, когда мысль движется от простого к сложному, от части к целому, от элемента к системе, в системном подходе, наоборот, мысль движется от целого к составным частям, от системы к элементам, от сложного к простому.

По-видимому, следующие поколения войн могут получить наименование «войны технологий» применения систем оружия, ибо сегодня уровень технического развития средств вооружённой борьбы у противоборствующих сторон приблизительно одинаков и ярких односторонних прорывов – появления супероружия – не предвидится. Поэтому важным фактором, обеспечивающим победу в таких войнах, будет умение системно мыслить и системно применять имеющееся вооружение. Воспитание навыка системного мышления есть неотъемлемая часть подготовки будущего офицера. Что же значит мыслить системно? Это значит – видеть в общем частное, а в частном общее [3].

**Введение новой дисциплины как один из шагов по разрешению противоречий.** Вышеуказанные обстоятельства побудили к созданию дисциплины, раскрывающей развитие и совершенствование перспективных образцов вооружения и военной техники, общесистемные вопросы, и частные вопросы управления процессом развития вооружения и военной техники, технические аспекты концепций войн и развития вооружения и военной техники, закономерности технических систем и особенности их развития, а также вопросы методологии системного исследования комплексов вооружения и военной техники.

На данном этапе новая дисциплина состоит из трех модулей, и входящих в них 35 тем занятий. Объектом дисциплины являются комплексы вооружения и военной техники видов и родов войск Вооруженных сил Российской Федерации. Предметом дисциплины являются основные свойства и характеристики комплексов вооружения и военной техники видов и родов войск Вооруженных сил Российской Федерации, а также общие закономерности их формирования и перспективы развития.

Фундаментальность подготовки обеспечивается использованием при проведении всех видов занятий методов и математического аппарата общенаучных и общетехнических дисциплин, адекватных

задачам, решаемым военно-техническим анализом комплексов вооружения и военной техники, включая: элементы системного анализа, теория сложных систем, методы представления и передачи информации, математической статистики и теории вероятности, теории принятия решений, исследования операций, системотехники и др. При этом нелишним представляется следующий шаг.

В рамках одной дисциплины после ознакомления с общим планом курса и изучения определенных основ (обязательные модули) предоставить студентам возможность выбора интересующих их направлений. Например, организовать курс по дисциплине таким образом, чтобы студент в рамках занятий мог изучать 5 модулей из 15 доступных.

Практическая направленность учебного материала достигается соответствием тем и содержания занятий актуальным проблемам и практическим задачам военно-технического анализа комплексов вооружения и военной техники, повышения качества планирования и проведения испытаний образцов, комплексов и систем оружия в современных условиях.

При проведении занятий используются практические примеры, отраженные в рекомендованных открытых публикациях, по испытаниям отечественных систем и комплексов вооружения и военной техники, а также основные положения нормативных и руководящих документов, определяющих процессы обоснования, разработки и испытаний вооружения и военной техники, в том числе: элементы теории развития вооружения, современные опубликованные в открытой печати результаты научных исследований, данные стандартов ГОСТ ЕСКД, СРПП ВТ, ISO и др. [6].

В дополнение к традиционным формам проведения занятий целесообразно их организация на базе ряда ведущих научно-исследовательских организаций Министерства обороны Российской Федерации и военных академий в формате учебно-исследовательских проектов. В качестве концептуальной основы для организации серии таких занятий рассматривается уже апробированный проектный (или проектно-организационный) подход [5; 8; 9]. Его основные теоретические положения предусматривают:

- в центре внимания – студент, содействие развитию его творческих способностей;
- образовательный процесс состоит не в логике учебной дисциплины, а в логике деятельности, имеющей личностный смысл для студента, что повышает его мотивацию в изучении;
- индивидуальный темп работы над проектом обеспечивает выход каждого студента на свой уровень развития;
- комплексный подход в разработке учебных проектов способствует сбалансированному развитию основных физиологических и психических функций студента;
- глубокое, осознанное усвоение базовых знаний обеспечивается за счет универсального их использования в разных ситуациях.

Суть проектного обучения состоит в том, чтобы создать условия, при которых студенты:

- самостоятельно и охотно приобретают недостающие знания из разных источников;
- учатся пользоваться приобретенными знаниями для решения познавательных и практических задач;
- приобретают коммуникативные умения, работая в различных группах;
- развивают у себя исследовательские умения (умения выявления проблем, сбора информации, наблюдения, проведения эксперимента, анализа, синтеза, абстрагирования, конкретизации, классификации, построения гипотез, обобщения);
- развивают системное мышление.

В качестве компетенций, формируемых в рамках проектного подхода, номинируются способности:

- проявлять глубокие естественнонаучные, математические знания в проведении научных исследований в перспективных областях профессиональной деятельности;
- обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, осуществлять презентацию результатов проектов;

- планировать и проводить проектные исследования по профессиональной деятельности, критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы, знать правовые основы в области интеллектуальной собственности;
- понимать необходимость самостоятельного обучения и повышения квалификации в течение всего периода обучения;
- эффективно работать самостоятельно в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, быть лидером в команде, консультировать по вопросам выполнения проектов.

Еще одним принципиальным отличием дисциплины является необходимость обязательного использования математического моделирования.

В условиях существенного усложнения современных систем вооружения и военной техники при преподавании данной дисциплины в гражданском вузе возрастает роль современных технологий обучения, которые способствуют повышению качества подготовки специалистов, приобретению ими военно-профессиональных компетенций, необходимых для будущей деятельности [10].

Особая роль среди современных технологий обучения отводится активным формам и методам обучения, которые позволяют наряду с усвоением профессиональных знаний развивать необходимые профессиональные способности и качества: инициативу, самостоятельность, умение осуществлять намеченные цели. Перечисленные преимущества активных методов обучения в полной мере относятся к имитационному моделированию, как классу инновационных технологий обучения.

Моделирование представляет собой особый вид эксперимента – так называемый модельный эксперимент, специфика которого по сравнению с натурным экспериментом состоит в том, что в процесс исследования включается промежуточное звено (непосредственно – модель), заменяющее «подлинный» объект изучения [12]

Имитационное моделирование в процессе подготовки военных специалистов в гражданском вузе можно рассматривать как в узком, так и в широком смысле слова. В первом случае подразумевается непосредственное использование имитационного моделирования в процессе обучения, например, при решении тактических и технических задач на практических занятиях, а также в рамках курсовых работ (проектов). Во втором случае, в рамках военно-научной работы – имитационное моделирование выступает как метод научного и экспериментального исследования по созданию, совершенствованию и повышению эффективности боевого применения сложных систем вооружения и военной техники [12].

Таким образом, целью дисциплины является формирование компетенций по военно-техническому анализу комплексов вооружения и военной техники видов и родов войск Вооруженных Сил Российской Федерации, их военно-техническому обоснованию и организации программно-целевого планирования развития вооружения, а также обновление и получение дополнительных теоретических знаний о боевых возможностях и тактико-технических характеристиках комплексов вооружения видов и родов войск Вооруженных сил Российской Федерации.

**Заключение.** В настоящее время существует реальная необходимость введения в учебный процесс в рамках военной подготовки в гражданских высших учебных заведениях дисциплин в рамках, которых будут раскрываться основные свойства и характеристики комплексов вооружения и военной техники видов и родов войск ВС РФ, а также общие закономерности их формирования и перспективы развития. Таким образом, одним из основных приоритетных направлений развития военной подготовки в гражданских образовательных организациях является введение в учебный процесс новых дисциплин. При этом организация и проведение занятий должны обеспечиваться необходимым имитационно-моделирующим комплексом, строится, в определенной мере, на использовании проектного подхода, а также использовании научно-методического потенциала ведущих научно-исследовательских организаций и вузов Министерства обороны Российской Федерации.

### Библиографический список

1. Буренок В. М. Технологические и технические основы развития вооружения и военной техники. – М. : Граница, 2010. – 216 с.
2. Добряков А. А. Тенденции и современные подходы к компетентностной подготовке специалистов технического профиля – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 232 с.
3. Истомин В. В., Макаренко Д. М., Потюпкин А. Ю. Исследование систем оружия : электрон. учеб. пос.. – М. : ВА РВСН им. Петра Великого, 2016. – 298 с.
4. Истомин В. В., Чуканов К. П. Мобильные наземные робототехнические комплексы : учеб. пос. – Тула : КБП, 2018. – 209 с.
5. Максименко Н. Д., Погорелов М. П., Фролов А. Е., Старчак С. Л. Внедрение проектного подхода в учебный процесс как направление совершенствования военной подготовки в военном институте МГТУ им. Н. Э. Баумана // Актуальные вопросы развития вооружения, военной и специальной техники войск противовоздушной и противоракетной обороны, космических войск воздушно-космических сил : сб. НММ II Всерос. НПК ВИ МГТУ им. Н. Э. Баумана. – М. : ВА ВВС им. Н. Е. Жуковского, 2017. – С. 9–14.
6. Меньшаков Ю. К. Техническая разведка из космоса. – М. : Academia, 2013. – 656 с.
7. Особенности программно-целевого планирования развития материалов для вооружения, военной и специальной техники / под ред. В. М. Буренка. – М. : Граница, 2013. – 271 с.
8. Старчак С. Л., Максименко Н. Д., Родионов А. В., Григоренко В. М. Направления развития военной подготовки в МГТУ им. Н. Э. Баумана как составляющей системы профильного инженерно-технического образования // Военная безопасность Российской Федерации: взгляд в будущее : сб. науч. тр. 2 НПК РАРАН. – М. : МГТУ, 2017. – С. 276–283.
9. Старчак С. Л., Истомин В. В., Чепурнов И. А., Погорелов М. П. Некоторые аспекты реализации проектного подхода в учебном процесс учебного военного центра Военного института МГТУ им. Н.Э. Баумана / Военная безопасность Российской Федерации: взгляд в будущее // Сборник научных трудов 2 НПК РАРАН. – М. : МГТУ, 2017. – С. 288–292.
10. Старчак С. Л., Истомин В. В., Чепурнов И. А. Имитационное моделирование военнотехнических систем, как проектный подход к преподаванию дисциплин военной подготовки в гражданском ВУЗе // Управление качеством инженерного образования. Возможности ВУЗов и потребности промышленности : тез. Докл. II МНПК. – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016.
11. О внесении изменений в некоторые акты Президента Российской Федерации : Указ Президента РФ от 26.01.2019 г. N18.
12. Чепурнов И. А., Старчак С. Л., Воротнюк Ю. С. Использование возможностей современных систем компьютерного моделирования при преподавании дисциплин военной подготовки в гражданском вузе / Военная безопасность Российской Федерации: взгляд в будущее // Сборник научных трудов 2 НПК РАРАН. – М. : МГТУ, 2017. – С. 292–301.
13. Режим доступа: <https://www.proza.ru/2015/10/24/1610>.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ В ГРАЖДАНСКИХ ВУЗАХ

**Истомин В. В.,**

кандидат технических наук, доцент, советник,

Российская академия ракетных и артиллерийских наук,

профессор,

Военный учебный центр Московского государственного технического университета

им. Н. Э. Баумана,

г. Москва,

**Филиппов М. И.,**

4-й Государственный центральный межвидовой полигон МО РФ,

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** Оценивается роль, место и исторический путь развития военной подготовки студентов гражданских вузов. Рассматривается развитие системы военной подготовки и её особенности. Определяются основные проблемные вопросы и пути их преодоления на современном этапе.

**Ключевые слова:** военная подготовка, развитие, гражданские вузы, студенты, особенность.

Вооруженные силы Российской Федерации являются одними из самых мощных, высокотехнологичных и динамично развивающихся вооруженных сил мира. Существующий научно-технический задел позволяет и в будущем обладать вооружением и военной техникой, способной служить адекватным ответом на возможные вызовы и угрозы.

Однако решение задач, связанных с боевой готовностью, достигается не столько наличием современного вооружения и военной техники, сколько тем, кто и как это оружие будет применять. Соответственно подготовка кадров - это фундамент развития Вооруженных сил Российской Федерации (далее ВС РФ), а главный критерий оценки качества обучения – умение профессионально действовать в реальных условиях боевой обстановки.

В ВС РФ создана и функционирует система военного образования, которая позволяет готовить военных специалистов готовых к выполнению разноплановых боевых задач по обеспечению безопасности России. Она представляет собой сбалансированную совокупность органов управления военным образованием, военных образовательных учреждений и систему военных учебных центров в гражданских образовательных организациях, осуществляющих подготовку студентов в интересах Министерства обороны Российской Федерации (далее – МО РФ), в которых реализуются федеральные государственные образовательные стандарты и квалификационные требования к выпускникам.

Проводя краткую историческую оценку военной подготовки студентов в гражданских вузах нужно отметить что, за последние годы она непрерывно развивается и постоянно совершенствуется. Так, до 2008 г. военное обучение в федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования было представлено в виде военной подготовки офицеров запаса.

С 2009 г. начали свою работу учебные военные центры для осуществления целевой подготовки офицеров кадра в интересах ВС РФ, которые зарекомендовали себя как надежный и качественный дополнительный источник комплектования ВС РФ профессионально подготовленными молодыми офицерами.

В дальнейшем, с 2014 г. по поручению Президента Российской Федерации появилась новая траектория военного обучения студентов – обучение по программам подготовки сержантов и солдат запаса. Таким образом, в вузах существовали различные структуры военной подготовки: учебные военные центры, военные кафедры, факультеты военного обучения. Там, где осуществлялась военная подготовка офицеров кадра, офицеров, сержантов и солдат запаса были созданы решением ректоров: военные институты, военно-инженерные институты, институты военного образования и т. п. Соответственно, до 1 сентября 2019 г. система военной подготовки была представлена в гражданских вузах в общем и типовом структурном виде (рис. 1–3).



Рис.1 Общая структура системы военной подготовки до 2019 г.



Рис. 2. Типовая структура факультета военного обучения до 2019 г.



Рис. 3. Типовая структура учебного военного центра до 2019 г.

На тот момент в типовую структуру системы военной подготовки (рис. 1) входили факультет военного обучения (рис. 2) и учебный военный центр (рис. 3), а для осуществления практической составляющей военной подготовки дополнительно могли входить в состав институтов военного образования различные полигоны, базы и т. п.

В сложившейся ситуации назрела насущная необходимость в оптимизации структуры военного обучения студентов. В целях реализации данной необходимости Президент Российской Федерации своим указом (Указ Президента РФ от 26.01.2019 N 18 «О внесении изменений в некоторые акты Президента Российской Федерации») ввел в действие закон о создании взамен военных кафедр (факультетов военного образования) и учебных военных центров учебных центров при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования по программе военной подготовки для прохождения военной службы по контракту на воинских должностях, подлежащих замещению офицерами, программе военной подготовки офицеров запаса, программе военной подготовки сержантов, старшин запаса либо программе военной подготовки солдат, матросов запаса.

Настоящий Указ вступил в силу с 31 января 2019 г., а также 13 марта 2019 г. вышло распоряжение Правительства РФ № 427-р, где установлен перечень военных учебных центров (всего 93 вуза). Цель данного указа – повышение эффективности управления процессом обучения студентов вузов по имеющимся направлениям военной подготовки, в том числе, для более эффективного совместного использования имеющейся в федеральных государственных образовательных организациях высшего образования научного задела, учебно-материальной базы.

Сейчас существует следующие общая структура системы военной подготовки и типовая структура Военного учебного центра (далее ВУЦ; рис. 4–5). В ВУЦах обучают студентов по программам военной подготовки как офицеров кадра (целевая подготовка), так и офицеров, сержантов и солдат запаса.

Структурными особенностями ВУЦов являются создание отдельных кафедр Общевоинской подготовки (далее ОВП), которые работают в интересах всего ВУЦа.

В настоящее время во многих ВУЦах проходят военную подготовку в течение 3, 4 и 5 курсов, а на 1, 2 и 6 курсах со студентами проводятся мероприятия оборонно-массовой и воспитательно-патриотической работы.



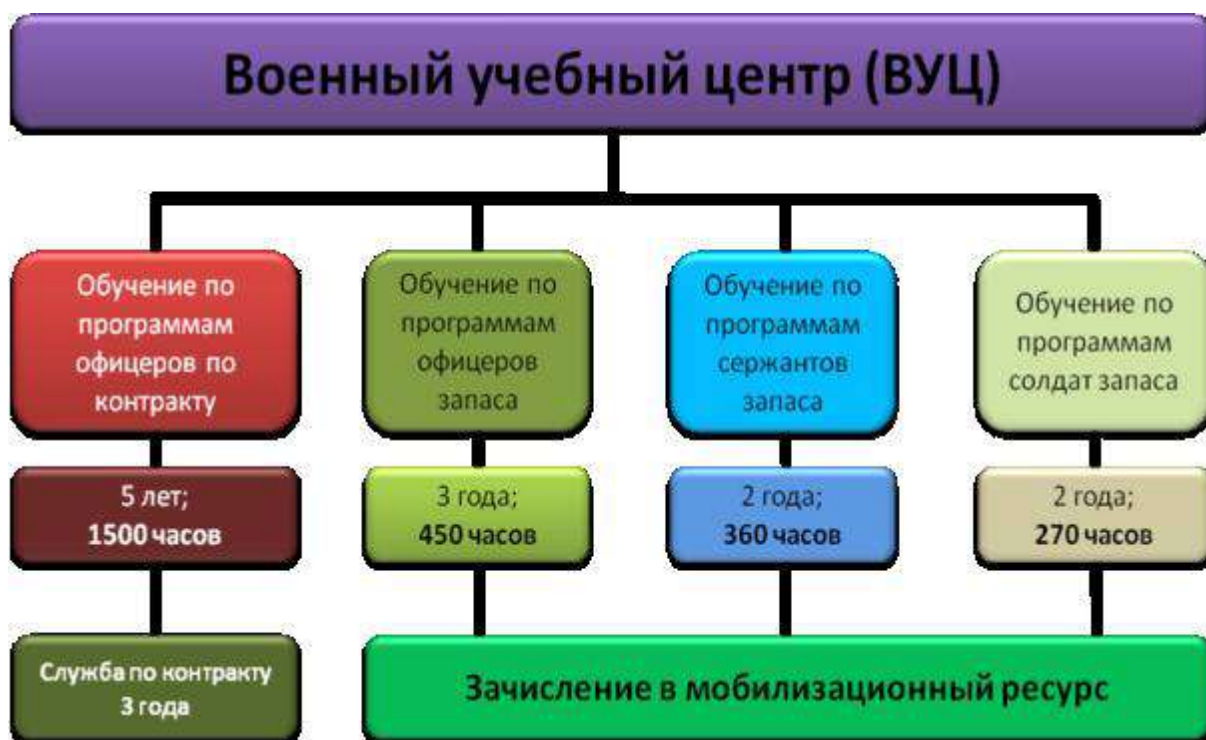


Рис. 4. Общая структура системы военной подготовки с 2019 г.



Рис. 5. Типовая структура военного учебного центра с 2019 г.

Учитывая имеющийся опыт организации учебного процесса и необходимость увеличения практической составляющей военной подготовки, существует тенденция увеличения военной подготовки по программам офицеров по контракту. Кроме того, в целях более качественного проведения воспитательной работы студентов, максимального вовлечения студентов в мероприятия оборонно-массовой и военно-патриотической работы, проведения итоговой аттестации студентов по военной подготовке на выпускном курсе, наиболее качественного проведения мероприятий, предшествующих выпуску

студентов, принято решение об увеличении срока прохождения военной подготовки с 3 максимально до 5,5 лет. Данные предложения получили одобрение в Главном управлении кадров МО РФ.

Вышеперечисленные мероприятия позволят максимально адаптировать программы военной подготовки офицеров по контракту в образовательную деятельность образовательных организаций, в том числе и формирование групп целевой подготовки в интересах МО РФ с первого курса [2].

Отдельно нужно отметить, что наличие в последние годы полноценного и достаточного для потребностей МО РФ количества выпускников военных образовательных учреждений ввело некоторые корректировки по заказу на 2020 г. в сторону уменьшения количества заказа по офицерам кадра и увеличения по офицерам запаса.

Соответственно, формирование новой структуры – военных учебных центров диктует необходимость сохранения в них положительных черт военных кафедр (факультетов военного образования) и учебных военных центров и искоренения отрицательных.

С учетом вышеприведенных обстоятельств, на современном этапе развития системы военной подготовки студентов гражданских вузов можно обозначить несколько магистральных особенностей развития системы военной подготовки студентов гражданских вузов в ВУЦах.

**Первая особенность** – повышение уровня профессиональных компетенций преподавательского состава ВУЦа – ключевое звено, определяющее его деятельность в целом. Таким образом, получению качественного образования, которое не утратит свою актуальность, как системы непрерывной профессиональной подготовки военнослужащих - повышения квалификации или переподготовки уделяют особое место.

Офицеры ВУЦа должны проходить обучения на курсах повышения квалификации не только в стенах своих образовательных организаций, но и в военных образовательных учреждениях.

Параллельно необходимо отметить, что укомплектованность ВУЦов учеными является одной из самых приоритетных составляющих данной особенности.

Особо хотелось бы акцентировать внимание, что военный педагог должен быть не только хорошим ученым и методистом, но и войсковым практиком, который может передать студентам свой опыт, учить их руководству подчиненными, эффективно применять и правильно эксплуатировать сложнейшее вооружение и военную технику. В ВУЦах широко внедряется привлечение преподавателей к мероприятиям повседневной, боевой и оперативной подготовки войск в рамках организации и проведения учебных сборов, войсковых стажировок и учебно-ознакомительных занятий, проводимых в соответствующих подразделениях МО РФ, а также к испытаниям новых образцов вооружения и военной техники.

**Вторая, не менее важная особенность** – совершенствование содержания подготовки студентов. Развитие ВУЦов, разработка новых форм и способов ведения боевых действий, а также опыт проведения испытаний, эксплуатации и применения поступающего в войска вооружения и военной техники ставят перед системой военного образования задачи по оперативной корректировке содержания обучения. В связи с этим ежегодно актуализируют содержание и расширяют спектр реализуемых образовательных программ и дисциплин.

**О дополнительной новой дисциплине.** Вторая мировая война получила наименование «война моторов», то войну сегодняшнего дня можно смело назвать «война систем оружия», которые включают в себя не только средства поражения пусть и очень мощные и точные, но и совершенные системы информационного обеспечения – разведки, целеуказаний, навигации, а также автоматизированные системы управления войсками и оружием. А что же дальше? Для того, чтобы ответить на этот вопрос, нужно предварительно выяснить – а почему так? Как, на основе каких законов и закономерностей

происходит процесс развития средств вооруженной борьбы, как реагируют они на изменение внешних факторов, как меняются их свойства и боевые возможности, каким образом сформировался именно тот облик систем оружия, которыми в настоящее время обладают наиболее развитые страны.

В рамках анализа и исследований содержания дисциплин военной подготовки в гражданских высших учебных заведениях, как в рамках подготовки солдат, сержантов и офицеров запаса на военных кафедрах, так и в рамках подготовки офицеров кадра в ВУЦах был сделан по результатам научных исследований вывод.

Дисциплины, отражающие вышеупомянутые аспекты военно-технического анализа современных комплексов вооружения, отсутствуют. Фрагментарно встречаются темы, косвенно касающиеся подобных аспектов, но крайне редко и без системного подхода.

Вышеуказанные обстоятельства побудили к созданию дисциплины, раскрывающей развитие и совершенствование перспективных образцов вооружения и военной техники, общесистемные вопросы, и частные вопросы управления процессом развития вооружения и военной техники, технические аспекты концепций войн и развития вооружения и военной техники, закономерности технических систем, а также вопросы методологии системного исследования комплексов вооружения и военной техники [1].

Целью дисциплины является формирование компетенций по исследованию систем оружия, их военно-техническому обоснованию и организации программно-целевого планирования развития вооружения, а также обновление и получение дополнительных теоретических знаний о боевых возможностях и тактико-технических характеристиках комплексов вооружения видов и родов войск ВС РФ, а главное повысит эффективность и качество научной работы по исследованию современных наукоемких технологий.

Практическая направленность учебного материала достигается соответствием тем и содержания занятий актуальным проблемам и практическим задачам военно-технического анализа комплексов вооружения и военной техники, повышения качества планирования и проведения испытаний образцов, комплексов и систем оружия в современных условиях.

Ориентируясь на современные тенденции развития образования и, в частности, военного образования, введение в учебный процесс данной дисциплины дает возможность расширить спектр реализуемых в перспективе образовательных программ, а широкий спектр направлений подготовки на гражданских кафедрах образовательных организаций позволяет обучать студентов в ВУЦе, как офицеров кадра, так и офицеров, сержантов и солдат запаса по востребованным военно-учетным специальностям.

В настоящее время Президент Российской Федерации уделяет особое внимание перевооружению ВС РФ, широкому внедрению в практику действий войск беспилотных летательных аппаратов, робототехнических комплексов и других систем вооружения, а в управлении войсками современные автоматизированные системы управления. Изменившиеся задачи, структура и техническая оснащенность ВС РФ требуют новых подходов к системе подготовки специалистов для МО РФ и открытия новых специальностей подготовки офицеров.

**О расширении спектра подготовки.** Представляется возможным осуществление подготовки квалифицированных специалистов испытательного комплекса в некоторых ВУЦах страны. Данное обстоятельство вызвано нижеприведенными аргументами. В современных условиях уровень и масштабы угроз Российской Федерации в военной сфере возрастают, а анализ развития средств вооружения и способов их применения показывает, что основные усилия переносятся в воздушно-космическое пространство и информационную сферу.

Вследствие указанных изменений появляются новые классы объектов вооружения, военной и специальной техники, такие как информационно-ударные системы оружия, которые являются совокупностью отдельных комплексов, систем, объединенных единой целью и взаимодействующих между собой для ее достижения.

Характерной особенностью информационно-ударных систем оружия является наличие «умного» оружия, способного к самостоятельному выбору варианта своего поведения для достижения цели на основе имеющейся информации о траектории полёта, координатах цели, её особенностях, складывающейся метеообстановке и других факторах.

В силу этого необходимым условием применения информационно-ударных систем оружия является обязательное, заблаговременное проведение комплекса мероприятий информационного обеспечения по сбору и подготовке к использованию информации по следующим видам обеспечения: топогеодезическому, разведывательному, навигационно-гидрографическому и гидрометеорологическому. Качество объектов вооружения, военной и специальной техники выявляется на этапе проведения испытаний, реализуемых системой испытаний.

Соответственно, количество испытаний вооружения, военной и специальной техники возрастает и наблюдается проблема нехватки специалистов-испытателей, область профессиональной деятельности, которых включает испытание образцов вооружения и военной техники, в том числе проектирование испытательных стендов, разработку методик испытаний и выбор средств измерений и регистрации характеристик объекта испытаний, обеспечивающих безопасность проведения и информативность испытаний. Данную проблему можно решить при помощи подготовки требуемых специалистов на ведущих ВУЗах РФ, причем как будущих офицеров по контракту, так и офицеров запаса, которые в дальнейшем имеют возможность проходить военную службу в качестве офицеров или быть принятыми на гражданские должности в научно-исследовательские или научно-испытательные организации МО РФ.

Используя учебно-методический и научный потенциалы факультетов и кафедр ведущих ВУЗов страны, а также существующую необходимость применять на практике технологии военного прогнозирования, умений по организации информационно-аналитической работы в интересах подготовки предложений для руководства, применения результатов прогнозирования в различных видах планирования и применения ВС РФ, в ВУЗах возможно осуществлять подготовку специалистов в интересах управления военных представительств МО РФ, которое предназначено для организации работ по контролю качества и приемки вооружения, военной и специальной техники, контролю качества и приемки продукции военного назначения, а также национального центра управления обороной РФ, обеспечивающего централизованное боевое управление ВС РФ, обобщения и анализа информации по военно-политической обстановке в мире, на стратегических направлениях и по общественно-политической обстановке в РФ в мирное и военное время.

**Третьей особенностью** является сохранение традиции фундаментальности военной подготовки и повышение прикладной (практической) направленности, приближение обучения студентов к войскам. Происходит это при помощи наращивания учебно-материальной базы ВУЗов, т. е. расширением номенклатуры и количества учебно-тренировочных средств для проведения с их использованием исследовательских командно-штабных военных игр с целью отработки вопросов ведения боевых действий, приближенных к боевым, наработки навыков и умений, необходимых в реальных условиях.

**Четвертой, итоговой особенностью** развития системы военной подготовки студентов является формирование у будущих офицеров (офицеров, сержантов, солдат запаса) системообразующей культурно-информационной конструкции, от которой зависит направленность профессиональной

и политической социализации, динамика социального статуса и социальной мобильности, осознание государственной и общественной значимости военно-профессиональной деятельности, становление личности в целом. Эта особенность формируется во время проведения со студентами мероприятий оборонно-массовой и воспитательно-патриотической работы.

**Заключение.** Основной задачей системы военной подготовки студентов гражданских вузов на современном этапе в ВУЗах РФ является создание в человеке настоящего руководителя, способного адекватно реагировать на складывающиеся обстоятельства, принятия верных решений, правильно организовать их исполнение и нести ответственность за их результаты.

#### **Библиографический список**

1. Истомин В. В., Макаренко Д. М., Потюпкин А. Ю. Исследование систем оружия : электрон. учеб. пос. – М. : ВА РВСН им. Петра Великого, 2016 – 298 с.
2. Старчак С. Л., Истомин В. В., Чепурнов И. А., Погорелов М. П. Некоторые аспекты реализации проектного подхода в учебном процесс учебного военного центра Военного института МГТУ им. Н.Э. Баумана // Военная безопасность Российской Федерации: взгляд в будущее : сб. науч. тр. 2 НПК РАРАН. – М. : МГТУ, 2017. – С. 288–292.

**РАБОТА ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ТИПИЧНЫХ ОШИБОК  
В ПИСЬМЕННОЙ НАУЧНОЙ РЕЧИ ИНОСТРАННЫХ АДЪЮНКТОВ  
НА ЗАНЯТИЯХ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ**

**Селедцова В. Н.,**

кандидат педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой,  
Военная академия войсковой противовоздушной обороны ВС РФ  
имени Маршала Советского Союза А. М. Василевского,  
г. Смоленск

**Аннотация.** В статье рассматриваются типичные ошибки иностранных адъюнктов в языковом оформлении научных статей и диссертационных работ. Анализируются речевые клише с точки зрения лексико-грамматических трудностей, возникающих в процессе овладения иностранными обучающимися нормами профессиональной научной речи; приводятся методы работы по предупреждению ошибок.

**Ключевые слова:** русский язык как иностранный, иностранные адъюнкты, военный вуз, речевые клише, ошибка, языковое оформление научной работы.

В высших военных учебных заведениях Российской Федерации значительную часть иностранных обучающихся в настоящее время составляют слушатели и адъюнкты – офицеры, получившие высшее образование в своих странах. Языковая подготовка названной категории обучающихся осуществляется в рамках подготовительного курса (офицеры из стран дальнего зарубежья) или на родине (офицеры из стран СНГ).

Перед иностранными обучающимися уже в начальный период подготовки по программам адъюнктуры остро встают проблемы, связанные с необходимостью продуцирования текстов на русском языке в рамках профессиональной научной речи. Для того чтобы писать и готовить к публикации научные статьи, а в дальнейшем – диссертационное исследование, адъюнктам необходимо в короткий срок научиться опознавать и использовать специальные речевые формулы и клише, «языковые скрепы». Знание этих типовых средств помогает выделять коммуникативные блоки, умение использовать речевые клише даёт возможность вводить в создаваемый текст необходимую информацию.

Одной из важнейших частей научной работы любого уровня является введение. В нём приводится научный аппарат исследования, который обуславливает логику изложения всего материала статьи или диссертации.

Речевые клише, характерные для введения научного исследования, являются, на наш взгляд, наиболее трудными для усвоения иностранными обучающимися. Введение предполагает необходимость речевого оформления нескольких блоков, для каждого из которых возможно использование различных синонимичных стандартных вариантов, что создаёт для адъюнктов проблему выбора. Речевые клише, как правило, имеют такие структурные признаки фразеологизмов, как постоянный порядок слов и непроницаемость, а также требуют соответствующего нормам грамматического оформления, определяют управление зависимой частью. Названные характеристики речевых клише обуславливают лексические и грамматические ошибки в письменной речи адъюнктов. В связи с этим на наш взгляд, на занятиях

по русскому языку как иностранному необходимо уделять внимание предупреждению названных ошибок, а в случае их появления корректировать лексико-грамматические навыки обучающихся.

Приведём типичные ошибки из научных работ иностранных адъюнктов (в скобках дан нормативный вариант).

Смешение паронимов: *Достижение цели исследования предлагает (предполагает) решение ряда частных задач...*

Пропуск, замена части речевого клише, нарушение в связи с этим норм управления: *1. В качестве объекта исследования рассматриваются боевые действия подразделений ПВО..., а предметом исследования – (выступают) способы ведения боевых действий .... 2. Построение авиации в групповом ударе может быть (включать) до 20 различных летательных аппаратов: ударные группы, группы подавления средств ПВО...*

Смешение конструкций научного стиля речи, по которым строятся разные по значению предложения: *1. Большинство перевалов представляют (представляют собой) выючные или пешеходные тропы. 2. Практически весь район боевых действий состоит из гор (представляет собой горную местность).*

Нарушение управления в предложении, построенном на основе конструкции научного стиля речи: *Актуальность работы определяется возрастание (определяется возрастанием / определяет возрастание) роли средств воздушного нападения вероятного противника в вооружённых конфликтах...*

Неоднотипное построение словосочетаний, выступающих в качестве однородных членов предложения:

*1. Научная новизна работы определяется исследованием эффективности боевых действий збр «Бук-М1» в обороне; исследуемыми факторами, влияющими на ведение боевых действий збр «Бук-М1» в обороне и уточнением требований ...;*

*совершенствование методики (усовершенствованной методикой) оценивания эффективности боевых действий збр в обороне;*

*в оценивании (оценкой) возможностей збр «Бук-М1» по решению задач прикрытия группировки войск армии...*

*2. Научную новизну работы составляют: впервые проведено исследование (впервые проведённое исследование) эффективности боевых действий...; усовершенствованная методика оценивания эффективности боевых действий подразделений ПВО...*

В связи с названными выше возможными затруднениями обучающихся работу по введению и закреплению речевых клише, характерных для введения научного исследования, целесообразно строить по следующей схеме: актуализация знаний о структуре введения, его компонентах, демонстрация соответствующих речевых клише, лексико-грамматический комментарий, выполнение тренировочных упражнений и речевых заданий.

Введение речевых клише целесообразно осуществлять на основе анализа содержания соответствующих фрагментов научного текста: адъюнктам необходимо прочитать фрагмент введения диссертации и определить, какая это часть в его структуре. В группах, имеющих высокий уровень владения языком, предлагается выделить слова, словосочетания, предложения, которые указывают в данных смысловых частях на наличие соответствующей информации, в менее подготовленных группах преподаватель представляет речевые клише, включённые в данный научный текст. В качестве основы предъявляются примеры, построенные на основе модели *что – это что*, указывается, что она является универсальной

и наиболее простой, но для построения связного текста необходимо использовать синонимичные конструкции, разнообразные речевые клише. Для более подробного изучения с точки зрения используемых лексических средств, нормативной сочетаемости и грамматических характеристик предлагается ряд речевых клише. Учитывая специфику исследований в военной области знания, возможно, на наш взгляд, предложить более развёрнутые варианты, которые представляют собой стандартные высказывания из научных работ адъюнктов. В приведённых ниже наиболее сложных для освоения речевых клише, требующих дополнительной лексико-грамматической работы, выделены слова, которые нуждаются в отдельном рассмотрении в связи с контекстом.

1. Обоснование важности (значимости) предмета исследования: *существующие **основы** (чего) **свидетельствуют** о необходимости дальнейшего развития (чего); опыт современных войн и военных конфликтов, в особенности событий в зоне (чего), свидетельствует, что **роль** (чего) непрерывно **возрастает**, область применения (чего) и **круг** решаемых задач **расширяется**.*

2. Указание на интерес учёных к данному предмету исследования: *исследования, проведённые известными российскими и зарубежными учёными в области (чего), **образуют** хорошую теоретическую **базу, обеспечивающую** качественное проведение анализа / синтеза (чего); вопросы (чего) занимается **достаточно широкий круг** исследователей: (кто).*

3. Указание на круг аспектов, которые требуют дополнения, доработки: *в работах, посвящённых данной проблеме, не рассматривается / не учитывается / **не принимается во внимание** (что); к числу наименее разработанных проблем **относится** (что).*

4. Актуальность данной темы: *следовательно, актуальность темы исследования обусловлена/**определяется** тем, что...; актуальность проблемы данного исследования **закключается** в том, что ...; всё вышеперечисленное **свидетельствует** об актуальности научных работ, **связанных** с (чем).*

5. Цель и задачи: *все вышесказанное **позволило** сформулировать цель диссертационного исследования – ...; достижение цели исследования **предполагает** решение ряда частных задач...*

6. Объект и предмет исследования: *объектом / предметом исследования является / **выступает** (что); объектом исследования **принят(о)** (что), предметом исследования – (что).*

7. Научная новизна, практическая значимость: *научная новизна / практическая значимость **состоит** / **закключается** в том, что...*

8. Положения, выносимые на защиту: *на защиту **выносятся** следующие **положения** и результаты ...*

В приведённых речевых клише необходимо обратить внимание на значение многозначных слов, омонимов, поскольку усвоенное ранее значение слова, неверный перевод становятся серьёзным препятствием для понимания фразы и последующего использования в рамках научного стиля. В ходе работы используется толковый словарь, в менее подготовленных группах – переводной и толковый словари. Указывается, что многозначные слова употребляются, как правило, не в тех значениях, которые частотны в других стилях. Например, *свидетельствовать*: первое значение: «удостоверять в качестве свидетеля, очевидца. С. о краже», второе – «подтверждать, доказывать. Цифры свидетельствуют об успехах». В словаре всего приводится четыре значения слова. В научном стиле этот глагол активно используется во втором значении: *опыт современных войн и военных конфликтов свидетельствует, что роль (чего) непрерывно возрастает*. Обращается внимание на то, что некоторые слова приобретают дополнительное значение. Так, глагол *выступить*, имея значения «1. Отделившись, выйти, выдаться вперед. В. из шеренги. 2. Отправиться куда-н., выйдя с места стоянки.



В. в поход» и другие, всего четыре значения, может использоваться в значении «являться, быть»: *предметом исследования выступает ...*

Рассматривая речевые клише, характерные для введения научной работы, следует обратить особое внимание на сочетания, имеющие в своём составе слова *база, круг, роль, ряд, основы* и др. Так, существительное *круг*, имея шесть значений (по словарю С. И. Ожегова, Н. Ю. Шведовой), в научном стиле может реализовать четвёртое значение: «(в круге и в кругу), чего. Замкнутая область, сфера, очерчивающая в своих границах развитие, совершение чего-н. К. чьих-н. обязанностей. К. вопросов»: *опыт современных войн свидетельствует, что область применения (чего) и круг решаемых задач расширяется*, шестое значение: «(в кругу), кого или какой. Лица, объединенные общей социальной средой и общей деятельностью. Широкие круги общественности. Писательские, литературные круги. В кругу ученых, специалистов»: *вопросами (чего) занимается достаточно широкий круг исследователей: (кто)*.

Усвоение речевых клише достигается в ходе выполнения подстановочных, трансформационных упражнений, речевых заданий на текстовом материале, актуальном для адъюнктов с точки зрения научной специальности.

В заключение необходимо отметить, что целенаправленная деятельность по формированию и совершенствованию навыков использования речевых клише, включающая актуализацию знаний о компонентах научной работы, в частности введения, представление соответствующих речевых клише, лексико-грамматическую работу, регулярную тренировку использования в процессе выполнения упражнений и речевых заданий во многом позволит обеспечить успешность коммуникации на русском языке в научной профессиональной сфере.

#### **Библиографический список**

1. Богомолова И. А. Интегрированное обучение научному стилю речи студентов-носителей русского языка в вузах инженерного профиля : автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 2005. – 25 с.
2. Гапочка И. К. Программа-справочник по русскому (иностранному) языку для аспирантов и соискателей нефилологических специальностей. – М. : Российский ун-т дружбы народов, 2003. – 67 с.

## ФОРМИРОВАНИЕ ЧИТАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРЕСА У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ НА УРОКАХ ЛИТЕРАТУРНОГО ЧТЕНИЯ

Соколова С. В.,

студент,

филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»

г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос о формировании читательского интереса у младших школьников на уроках литературного чтения. Эта проблема является актуальной для современного общества. Автором были рассмотрены особенности младшего школьного возраста, влияние семьи на формирование читательского интереса ребёнка, приёмы, которые помогают повысить читательский интерес.

**Ключевые слова:** формирование читательского интереса, особенности младшего школьного возраста, влияние семьи, приёмы.

Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования отражает следующие результаты освоения литературного чтения:

1) понимание литературы как явления национальной и мировой культуры, средства сохранения и передачи нравственных ценностей и традиций;

2) осознание значимости чтения для личного развития; формирование представлений о мире, российской истории и культуре, первоначальных этических представлений, понятий о добре и зле, нравственности; успешности обучения по всем учебным предметам; формирование потребности в систематическом чтении;

3) понимание роли чтения, использование разных видов чтения (ознакомительное, изучающее, выборочное, поисковое); умение осознанно воспринимать и оценивать содержание и специфику различных текстов, участвовать в их обсуждении, давать и обосновывать нравственную оценку поступков героев;

4) достижение необходимого для продолжения образования уровня читательской компетентности, общего речевого развития, т.е. овладение техникой чтения вслух и про себя, элементарными приемами интерпретации, анализа и преобразования художественных, научно-популярных и учебных текстов с использованием элементарных литературоведческих понятий;

5) умение самостоятельно выбирать интересующую литературу; пользоваться справочными источниками для понимания и получения дополнительной информации.

Достичь данные результаты возможно при условии овладения школьниками читательской культуры [1].

Художественная литература наполняет духовный мир человека, является способом его развития. Основные читательские умения и навыки складываются в младшем школьном возрасте, поэтому именно в этот период надо развивать интерес к чтению.

Одним из важных этапов является выявление особенностей формирования читательского интереса в младшем школьном возрасте.

Младший школьный возраст – это этап развития ребёнка, при котором ребёнок обучается в младшей школе. Границы данного возраста от 6–7 до 10–11 лет.

В этом возрасте формируется личность ребенка. Такой возраст характеризуется тем, что дети учатся взаимодействовать в коллективе, тем самым заводят новые отношения с взрослыми и сверстниками. А также, включаются в новый для них вид деятельности – учение.

В своей статье А. Т. Алексеевская пишет о том, что возрастной особенностью детей является общая недостаточность воли: младший школьник ещё не обладает большим опытом длительной борьбы за намеченную цель, преодоления трудностей и препятствий. Он может опустить руки при неудаче, потерять веру в свои силы и возможности. Нередко наблюдается капризность, упрямство. Обычная причина их – недостатки семейного воспитания. Ребёнок привык к тому, что все его желания и требования удовлетворялись, он ни в чём не видел отказа. Капризность и упрямство своеобразная форма протеста ребёнка против тех твёрдых требований, которые ему предъявляет школа, против необходимости жертвовать тем, что хочется, во имя того, что надо [2].

Также особенностями формирования читательского интереса при обучении в начальной школе являются интерес ко всему новому, любопытство, любознательность, через эти черты должно осуществляться развитие читательского интереса. Задача педагога и родителей научить ребёнка выбирать те книги, которые станут не просто развлечением, а помогут соотносить себя с героями книг, учиться понимать и различать плохое от хорошего и тем самым воспитывать в себе личность.

Семья играет немалую роль в формировании читательского интереса. Родителям необходимо читать вместе с детьми книги, обсуждать прочитанное, так как это сближает членов семьи и прививает детям потребность читать самостоятельно. Ребёнок берёт пример со своих родителей, поэтому то отношение к чтению, которое существует у них, будет принимать и ребёнок.

В результате задача педагога помочь родителям осознать ценность детского чтения, вовлечь в решение данной проблемы и развить активную читательскую среду детей. Необходимо просвещать родителей, чтобы детское чтение не было пыткой, а было трудом души. Для того, чтобы у ребёнка выработывалась привычка к чтению, взрослому надо читать самому, читать ребёнку вслух, читать с ним по очереди.

Выделяют следующие средства и приёмы формирования читательского интереса.

Среди разнообразных путей и средств формирования читательского интереса важными являются следующие: увлечённое преподавание, новизна учебного материала, использование инновационных форм и методов обучения, создание ситуации успеха на уроке. Воплощая данные средства, в процесс обучения надо включать нетрадиционные методические приёмы работы с текстом. С помощью них возможно сделать процесс учения развивающей средой.

Можно выделить следующие приёмы развития критического мышления через чтение:

1. Прием «Толстые и тонкие вопросы». Тонкие вопросы – это те вопросы, на которые можно дать однозначный ответ. Толстые вопросы – это проблемные вопросы, предполагающие неоднозначные ответы. Данный приём помогает детям лучше адаптироваться во взрослой жизни.

2. Прием «Чтение с остановками». Данный прием включает следующие стадии: первая стадия – вызов. На данной стадии, на основе лишь заглавия текста и информации об авторе дети должны предположить, о чем будет текст. Вторая стадия – осмысление. Здесь, познакомившись с частью текста, учащиеся уточняют свое представление о материале. Особенность приема в том, что момент уточнения

своего представления (стадия осмысление) одновременно является и стадией вызова для знакомства со следующим фрагментом. Обязателен вопрос: "Что будет дальше и почему?" Третья стадия - рефлексия. Заключительная беседа. На этой стадии текст опять представляет единое целое. Формы работы с учащимися могут быть различными: письмо, дискуссия, совместный поиск, тезисы, выбор пословиц, творческие работы [4].

Такая работа с текстом развивает умение анализировать текст, выявлять связь отдельных элементов (темы, образы, способы выражения авторской позиции), развивает умение выражать свои мысли, учит пониманию и осмыслению.

3. Приемы активизации ранее полученных знаний: Прием «Ассоциация». Учитель предлагает учащимся прочитать тему урока и ответить на вопрос: «О чем может пойти речь на уроке? Какая ассоциация у вас возникает, когда вы слышите словосочетание: «...»?» Учащиеся перечисляют все возникшие ассоциации, которые учитель также записывает на листе бумаги или доске.

4. Прием «Цветопись». Приемы психорисунка дают возможность выразить понимание абстрактных понятий, внутренний мир через зрительные образы. Можно дать задание нарисовать характер героев, совесть, месть, добро, зло и затем объяснить свои рисунки.

В заключении хотелось бы отметить необходимость систематически вести работу по развитию читательского интереса учеников начальных классов. Ведь это один из важных компонентов формирования читательского интереса. Если правильно организовывать различные формы, методы и приёмы работы по развитию интереса к чтению, это будет способствовать к формированию устойчивого читательского интереса младших школьников; умению работать с литературой определенного рода; умению правильно анализировать, сопоставлять, высказывать или описывать свое мнение; формированию первичных навыков самостоятельной исследовательской деятельности.

#### **Библиографический список**

1. Алексеевская А. Т. Формирование читательских интересов младших школьников. – М., 2008. с. 18.
2. Жесткова Е. А. Творческие задания как средство формирования читательской компетенции младших школьников // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2015. – № 3. – С. 17–20.
3. Зобнина М. А. Как пробудить у младшего школьника интерес к чтению? // Начальная школа. – 2007. – № 8. – С. 35–43.
4. Ниталимова Л. В., Семенова С. Н. Развитие читательского интереса младших школьников. – // Ментор. – 2007. – № 1. – С. 11–13.
5. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования/ Министерство образования и науки Российской Федерации. - М.: Просвещение, 2018. - 31 с.

## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ВОСПИТАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

**Шилова И. В.,**

старший преподаватель,  
филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет»,  
г. Знаменск, Астраханская область

**Аннотация.** В данной работе изучаются существующие проблемы в части подготовки будущих воспитателей в условиях высшей школы. Определяются тенденции в данной сфере, факторы и механизмы подготовки, их плюсы и минусы.

**Ключевые слова.** Высшая школа, педагогика, подготовка воспитателей, система образования.

Кардинальная модернизация системы образования в Российской Федерации в соответствии с политическими, социально-экономическими, культурными трансформациями, мировыми тенденциями глобализации и интеграции, изменениями мировоззренческой парадигмы требует высококвалифицированного, конкурентоспособного педагога. В связи с этим возрастают требования к профессиональной подготовке будущих воспитателей дошкольных образовательных учреждений, которые должны обеспечивать гармоничное развитие детей, создавая прочные основы для их дальнейшего обучения и воспитания. Процессы модернизации и реформирования системы высшего педагогического образования объективно направлены на его дальнейшее прогрессивное развитие, обеспечение необходимости государства и общества в квалифицированных специалистах.

Учитывая вышесказанное, актуализируется проблема формирования профессиональной компетентности будущих воспитателей дошкольных образовательных организаций, готовности и способности работать в сфере дошкольного образования, эффективного управления учебно-воспитательным процессом, содействие адаптации личности в современных реалиях жизни, что обуславливает переосмысление целей подготовки будущих воспитателей дошкольных образовательных организаций, их реализацию на компетентно-ориентированной основе.

Подготовка будущих специалистов имеет специфику, обусловленную, прежде всего, своеобразием педагогической деятельности – основанная на специальной профессиональной подготовке педагога, соответствующая нормам и правилам его личного поведения в процессе этой деятельности. Продуктом педагогической деятельности является более совершенный, нравственно воспитанный и развитый человек.

Под профессиональной готовностью будущего воспитателя дошкольной образовательной организации понимаем интегральное новообразование личности специалиста, методических, психологических знаний воспитания чувства прекрасного; самосовершенствованию и самореализации личности в профессиональной деятельности; сформированностью коммуникативными умениями и навыками и, конечно же, высоким уровнем эффективной профессиональной деятельностью [1].

В условиях растущих, постоянно меняющихся требований к воспитателю дошкольного учреждения и противоречий, наблюдающихся в современном российском обществе, перед педагогическими университетами и колледжами стоит непростая задача сформировать у будущих педагогов готовность

к определенному виду профессиональной деятельности в различных структурах, оказывающих образовательные услуги с использованием всего арсенала психологических, педагогических, игровых и технологических средств.[2]

Ведь от того, насколько быстро и качественно педагогические колледжи и вузы реагируют на изменение системы воспитания в обществе и запросы работодателей, зависит качество подготовки специалистов. Причем в последнее время роль образовательного учреждения и степень ответственности педагогического коллектива за подготовку будущих воспитателей возрастают [3].

Профессионально-педагогическая подготовка имеет две составляющие: первая – система мер, направленная на познание профессии педагога и тех областей знаний, которые составляют ее теоретическую основу, а также практическую реализацию знаний, умений и навыков; вторая – система мер, направленная на познание студентом себя и на саморазвитие личности до обретения ею уверенности, позволяющей компетентно заниматься педагогической деятельностью.

Важный момент первой составляющей - подготовка практико-ориентированных, востребованных на рынке труда специалистов, способных апробировать и моделировать инновационные технологии в области воспитания детей дошкольного возраста. Значимым моментом второй составляющей является процесс профессионального развития личности, обусловленный соотношением внешних требований к профессиональной подготовленности и внутренних личностных потребностей в становлении педагога, выраженного рефлексивного начала [7].

Практика показывает, что в обоих указанных выше направлениях профессиональной подготовки существуют свои проблемы. С одной стороны, отмечается недостаток практических умений студентов и выпускников в организации мер и процедур педагогического взаимодействия.

В частности, дошкольному педагогу достаточно сложно погрузить ребенка в новый для него мир вещей, событий, вовлечь в интересные дела, сделать его субъектом деятельности. Это во многом связано с тем, что традиционно профессиональная подготовка будущих педагогов направлена, прежде всего, на планирование образовательной деятельности, реализацию программ, освоение технологий, организацию деятельности детей по задуманному образцу.

Большинство форм обучения в педагогических колледжах и вузах, так же, как и повышения квалификации воспитателей, способствует теоретико-методическому развитию воспитателя, а не становлению профессиональной компетентности в практической деятельности, умению общаться с детьми дошкольного возраста и понимать их.

Следует отметить, что аналогичная ситуация наблюдается в системе повышения квалификации и психологической поддержки воспитателей дошкольных учреждений. Курсы повышения квалификации воспитателей преимущественно решают вопросы их теоретико-методического развития; а методическая работа, проводимая с педагогами, безусловно, может ставить задачи стимулирования их желания и потребности в самосовершенствовании, саморазвитии, направления творческого поиска каждого педагога на эффективное самообразование в области профессионального общения в том числе. Однако, очевидно, что всех проблем личностного развития воспитателей такая работа решить не может [6].

Известно, что в обязанности педагога-психолога образовательного учреждения входит оказание психолого- педагогической помощи работникам образования, администрации и педагогическим коллективам учебно- воспитательных учреждений, родителям, законным представителям несовершеннолетних в решении основных проблем, связанных с обеспечением полноценного психического развития детей, обеспечением индивидуализированного подхода к детям.

Иными словами, проблемы воспитателей рассматриваются педагогом-психологом дошкольного учреждения только в связи с проблемами воспитанников, а не сами по себе. К сожалению, попытки оказания психологической поддержки воспитателям в системе образования на сегодняшний день носят единичный характер.

Таким образом, с нашей точки зрения, именно развитие личности как составляющая профессионально-педагогической подготовки воспитателей дошкольных образовательных учреждений – это наиболее слабое звено в системе профессиональной подготовки педагога. Поэтому как студенты-педагоги, так и воспитатели дошкольных учреждений нуждаются в педагогической поддержке и психологическом сопровождении.

Актуальность данного вопроса подчеркивают такие документы, как программа модернизации российского образования (которая на сегодняшний день представлена как современная модель образования на период до 2020 г.) и современные образовательные стандарты профессионального образования, призванные обеспечить внедрение личностно-ориентированного, системно-деятельностного, компетентностного подхода, расширение спектра индивидуальных образовательных возможностей и траекторий для обучающихся [8].

Реформирование современной системы среднего и высшего профессионального образования требует перехода от процесса передачи студентам готовых знаний к приоритетности развития личности, ее способностей к самосовершенствованию, что обеспечивает успешность принятия решений, самостоятельное функционирование в постоянно меняющихся социальных условиях.

При проектировании воспитательной среды необходимо учитывать нормативные документы, психологические особенности студенческого периода жизни, результаты мониторинговых исследований студенческой молодежи.

Достижение позитивных результатов в воспитании подрастающего поколения напрямую связано с особенностями профессиональной подготовки будущих педагогов к взаимодействию с учащейся молодежью. Представляется актуальным анализ и модернизация имеющихся направлений воспитательной работы со студентами педагогических вузов, разработка специальных программ, направленных на усиление воспитательной работы и соответствующих профессиональных компетенций будущих педагогов.

Таким образом, в подготовке специалистов можно выделить следующие приоритеты: индивидуально-творческий подход, динамичность изменения не только содержания, но и технологий подготовки, обеспечивающих индивидуальные траектории профессионального саморазвития, формирование личностно-ориентированного взаимодействия в педагогической среде вуза. Задачи воспитательной деятельности связаны с развитием личностных, профессионально важных качеств, необходимых будущему педагогу. Одной из актуальных задач воспитательной работы со студентами является создание благоприятных условий для полноценного проживания юношами и девушками данного периода, который связан с профессиональным и личностным самоопределением. Проектирование технологий воспитания должно способствовать становлению индивидуальности студентов, в том числе в будущей профессии, моделированию будущей профессиональной карьеры, способности и готовности работать с различными категориями детей и т.д. Более активное использование личностно-ориентированных технологий воспитания будет способствовать профессиональному самопознанию и саморазвитию студента.

### **Библиографический список**

1. Вайндорф-Сысоева Л. П. Педагогика. – М. : Юрайт, 2016. – 197 с.
2. Веракса Н. Е. Педагогика. – М. : Мзаика-Синтез, 2014. – 368 с.
3. Голованова Н. Ф. // Педагогика. – 2017. – № 10. – С. 367.
4. Голоменникова О. А. Педагогика. – М. : Мозаика-Синтез, 2017. – 205 с.
5. Козлова Т. А. Педагогика. – М. : Академия, 2016. – 416 с.
6. Козлова Т. А. Школьная педагогика. – М. : Академия, 2016. – 466 с.
7. Крысько В. Г. Психология и педагогика. – М. : Юрайт, 2017. – 480 с.
8. Курочкин П. Р. Психология и педагогика. – М. : Юрайт, 2014. – 736 с.



**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
НАУЧНОЙ РАБОТЫ  
В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ РОССИИ**

**Материалы III Всероссийской научно-практической конференции**

г. Знаменск, 16–17 апреля 2020 г.

Публикуются в авторской редакции

Техническое редактирование, вёрстка  
Н. Н. Сахно, С. Н. Лычагиной

Заказ № 4166. Тираж 10 электрон. оптич. дисков  
Уч.-изд. л. 22,6. Объем данных 11,9 Мб

---

Издательский дом «Астраханский университет»  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а  
тел. (8512) 24-64-95 (отдел планирования и реализации), 24-68-37  
E-mail: [asupress@yandex.ru](mailto:asupress@yandex.ru)