

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» № 4 (34)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" № 4 (34)	
Содержание	1	Contents	
Редакционная коллегия	2	Editorial Board	
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	3	Design, construction and reconstruction of military facilities	
Гляков М.Ю., Курашев Н.В., Болдырев И.А.	3	Glyakov M.Y. Kurashhev N.V., Boldyrev I.A.	
Планирование расчетных объемов строительных отходов образуемых в результате сноса объектов инфраструктуры посредством применением программных продуктов		Planning of estimated volumes of construction waste generated as a result of demolition of infrastructure facilities through the use of software products	
Плотников В.А.	11	Plotnikov V.A.	
Способы перемещения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ		Methods of moving goods during loading and unloading operations	
Желонкин Д.В.	15	Zhelonkin D.V.	
Выбор спектрального диапазона работы радиолокационного комплекса в составе радиооптической головки самонаведения		Selection of the spectral range of operation of the radar complex as part of the radio- optical homicide head	
Пафилов Е.А.	19	Pafikov E.A.	
Оценка эффективности энергетического потенциала бистатических и многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем		Evaluation of the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non- radiating automated radar systems	
Зубарь А.В., Бызов Д.В., Галактионов А.А., Гейнце Э.А.	24	Zubar A.V., Byzov D.V., Galaktionov A.A., Heinze E.A.	
Комплексирование информации в радиолокационно-оптических системах обнаружения наземных и воздушных объектов		Information aggregation in radar-optical systems for detecting ground and air objects	
Теория воинского обучения и воспитания		Theory of military training and education	
Блинов А.В.	36	Blinov A.V.	
Особенности адаптации к действиям в условиях низкой температуры воздуха		Features of adaptation to actions in conditions of low air temperature	
Саркисова Е.А.	39	Sarkisova E. A.	
Математическое моделирование и прогнозирование успешности обучения в адъюнктуре на основе анализа исследовательской активности курсантов		Mathematical modeling and forecasting of successful adjunct study based on analysis of research activity of cadets	
Калугина Т.В., Орехова Н.Н.	51	Kalugina T.V., Orehova N.N.	
Формирование коммуникативной компетенции в разноуровневых группах		Formation of communicative competence in multi-level groups	
Саркисова Е.А.	55	Sarkisova E.A.	
Принцип преемственности в военном образовании: от дидактической категории к методологическому основанию педагогической системы		The principle of continuity in military education: from a didactic category to the methodological foundation of a pedagogical system	
Сведения об авторах	65	Information about the authors	

Главный редактор журнала – Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кащеев Роман Леонидович, доктор технических наук доцент;

Члены редакционной коллегии

Аверьянов Владимир Константинович, доктор технических наук проф., член-корр. РААСН, заслуженный деятель науки РФ;

Антонович Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук доцент;

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук профессор;

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор;

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических наук профессор;

Даутова Ольга Борисовна, доктор педагогических наук профессор;

Дружинин Пётр Владимирович, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Ивахнюк Григорий Константинович, доктор химических наук профессор;

Игнатчик Виктор Сергеевич, доктор технических наук профессор;

Изонов Виктор Владимирович, доктор исторических наук, профессор;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук профессор;

Махонько Виктор Петрович, доктор военных наук, профессор;

Мильбах Владимир Спартакович, доктор исторических наук профессор;

Печников Андрей Николаевич, доктор технических наук, доктор педагогических наук, профессор, заслуженный деятель техники Российской Федерации;

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук;

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук профессор;

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор;

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. Работник высш. Шк. РФ;

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор;

Шаронов Александр Николаевич, доктор военных наук, профессор.

Учредитель и издатель научного журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» – Унитарная некоммерческая организация Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ».

Средство массовой информации – журнал «Военный инженер» зарегистрировано 15 сентября 2016 года. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77–67057 от 15.09.2016 выдано Федеральным агентством по печати и массовым коммуникациям.

Включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук с 22.12.2020 г.

Электронные версии журнала размещаются на сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru). Журнал включён в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Подписной индекс журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» в ФГУП «Почта России» П4852.

Выпускающий редактор:	Сдано в набор 22.12.2024	Бумага типографская
Путилин П.А.	Подписано в печать 22.12.2024	Печать цифровая
Редактор текстов на английском языке:	Формат бумаги 60 x90 1/8	Заказ № 4/24
Путилин П.А.		Тираж 300 экз.
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Путилин П.А.		Цена договорная
Дизайн обложки: Путилин П.А.		
Вёрстка: Тюрин А.В.		

Почтовый адрес редакции журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.716, e-mail: me_journal@mail.ru, страница журнала на сайте: http://viit.spb.ru/military_engineer/

Фонд содействия развитию Военного института Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2024, №4 (№34) (инженерно-технического) «ВИТУ»
191123, Санкт-Петербург, Захарьевская ул., д. 22.

Планирование расчетных объемов строительных отходов образуемых в результате сноса объектов инфраструктуры посредством применения программных продуктов

Planning of estimated volumes of construction waste generated as a result of demolition of infrastructure facilities through the use of software products

Аннотация: в статье раскрывается анализ реализации федеральных и региональных программ по реновации жилищного фонда России, предполагающий снос, реконструкцию, проведение текущего и капитального ремонта объектов инфраструктуры, приводящие к ежегодному увеличению строительных отходов, переработка которых осуществляется по технологиям рециклинга и «умный снос». Представлена методика определения расчетных объемов строительных отходов для проведения вторичной переработки, с применением программных продуктов для реализации эффективного расчета объемов строительных отходов, планирования перевозок и вторичного использования строительного мусора.

Abstract: the article reveals an analysis of the implementation of federal and regional programs for the renovation of the housing stock of Russia, involving demolition, reconstruction, ongoing and major repairs of infrastructure facilities, leading to an annual increase in construction waste, the processing of which is carried out using recycling technologies and "smart demolition". The method of determining the estimated volumes of construction waste for recycling is described, using software products for the implementation of effective calculation of volumes of construction waste, planning of transportation and recycling of construction debris.

Ключевые слова: строительный мусор, строительные отходы, программные продукты, расчетный объем, вторичная переработка.

Keywords: construction waste, construction waste, software products, estimated volume, recycling.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется комплекс федеральных программ [1, 2] по комплексной модернизации и расширения городской инфраструктуры, представляющую собой объекты жилищного фонда и объекты административного назначения, а также систему магистральной инфраструктуры с зданиями и сооружениями промышленного назначения. В ряде отдельных регионов Российской Федерации реализуются дополнительные региональные программы по реновации объектов инфраструктуры. Так, реализуемая программа реновации в Москве [3] предполагает снос объектов жилищного фонда, срок эксплуатации которых превышает более 50 лет, а также здания и сооружения, признанные в установленном порядке аварийными, с

целью осуществления дальнейшего капитального строительства объектов жилого фонда. На рис. 1 и 2 представлена динамика увеличения годового объема ввода жилья и динамика сноса домов по программе реновации в г. Москве в соответствии с указанными реализуемыми региональными программами.

В целом в соответствии с Федеральным законом «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации» [4] и Федеральным законом «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» [5] в части переселения граждан из аварийного жилищного фонда по программе «Ветхое жилье» в России под снос приходится 19,24 миллиона м² жилых помещений, после сноса которых реализуется капитальное строительство новых объектов жилищного

фонда, представляющая увеличение жилой площади, положительная динамика которой представлена на рис. 3.

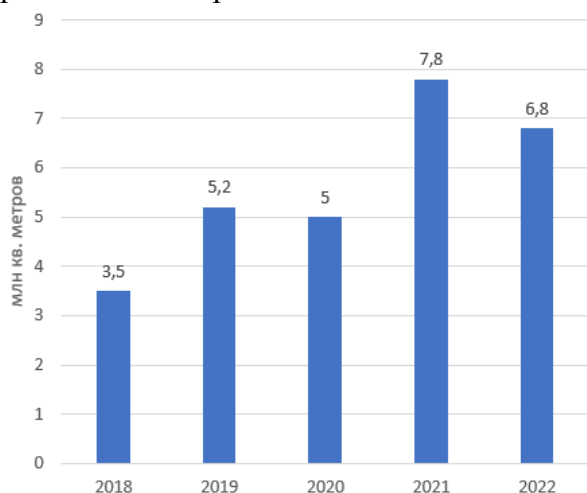


Рис. 1. Динамика годового объема ввода жилья в г. Москве

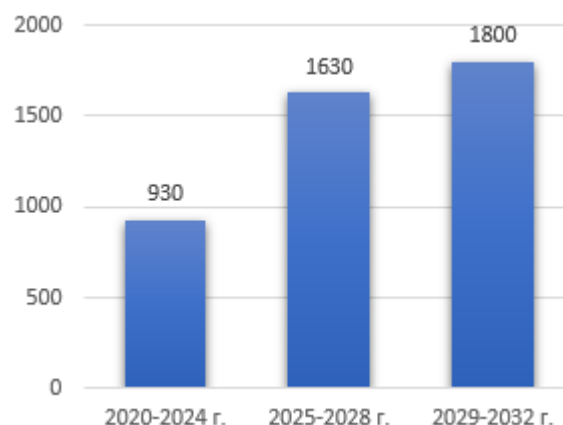


Рис. 2. Динамика сноса домов по программе реновации жилищного фонда в г. Москве

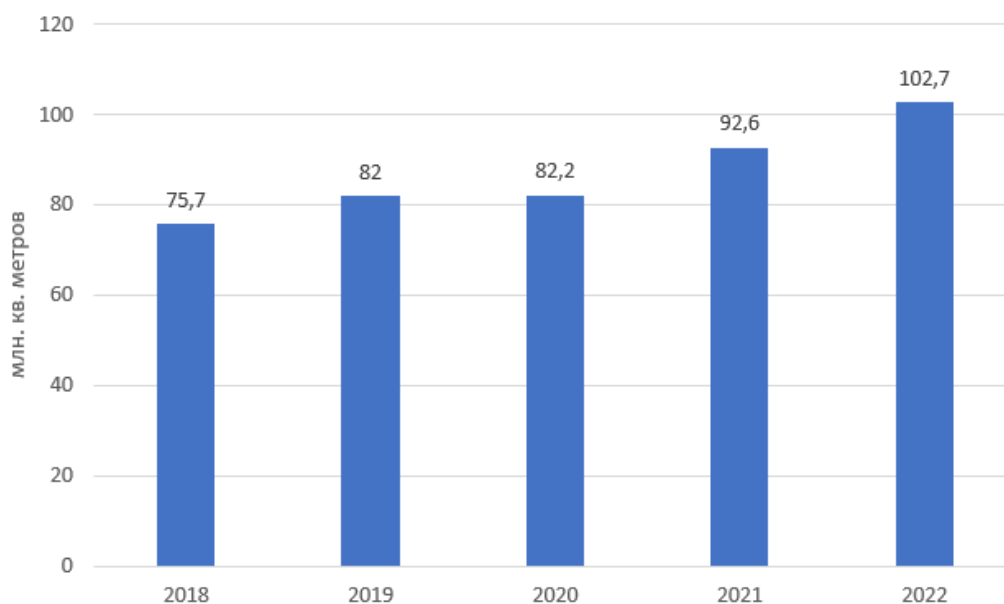


Рис. 3. Динамика годового объема ввода жилья в России

В связи с осуществлением целого комплекса федеральных и региональных программ по реновации, реконструкции, текущему и капитальному ремонту объектов различных видов инфраструктуры в России наблюдается тенденция к быстрому увеличению объемов строительства, которое предполагает образование большого количества строительных отходов.

С каждым годом в Российской Федерации проблема переработки строительных отходов и мусора приобретает актуальный характер на фоне возведения новых объектов жилой

инфраструктуры путем сноса пришедших в непригодное состояние зданий и сооружений, а также проведения реконструкций, текущих и капитальных ремонтов, что приводит к непрерывному увеличению объемов строительного мусора.

В связи с этим на сегодняшний день в строительной отрасли, в частности, в системе переработки и утилизации строительных отходов, проводятся качественные преобразования по внедрению инновационных технологий с целью повышения качества эффективности переработки строительных отходов для их вторичного использования. Однако, в

России перерабатывается примерно 10% от всех строительных отходов, тогда как в одной из передовых стран по переработки строительного мусора, этот показатель

достигает 90%. Данное соотношение поясняется диаграммой, приведенной на рис. 4.

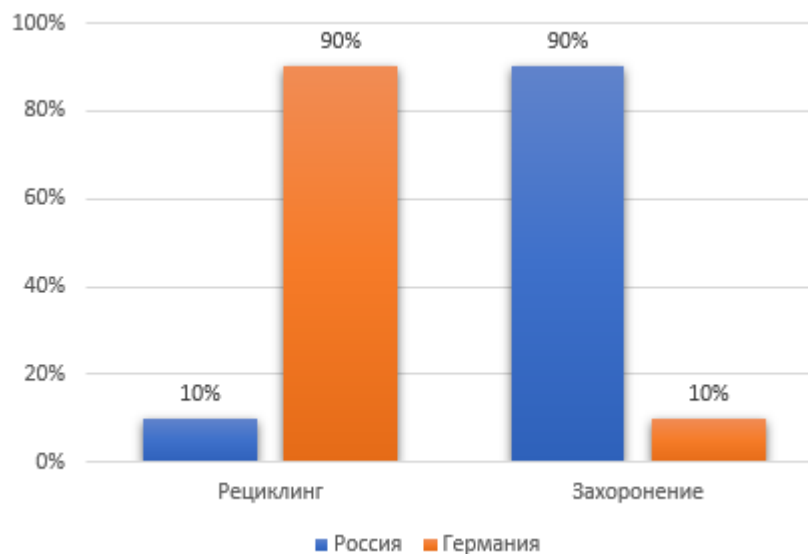


Рис. 4. Соотношение показателей переработки строительных отходов России и Германии

Кроме того, по разным оценкам экспертов [6] ежегодно рынку предлагается около 20 миллионов тонн вторичного материала, который ожидает своей очереди для переработки. Доля каменных, кирпичных и железобетонных конструкций в общем объеме предложения составляет порядка 67%. Также в связи с ростом строительных отходов расширяется количество новых свалок и территория уже существующих. Общая площадь свалок в России по состоянию на 2022 год – около 4 миллиона гектара [6]. Для сравнения площадь Швейцарии составляет 41 285 км², что составляет 4 128 500 гектара.

Также в России наблюдается низкий уровень использования вторичного сырья, полученного по технологии рециклинга. На рис. 5 представлена диаграмма, раскрывающая сравнительные значения использования вторичного сырья, полученного по технологии рециклинга. Отмечается, что согласно программе [7], к 2030 году доля строительных отходов, которые используются в строительстве повторно, должна достигнуть 40%.



Рис. 5. Соотношение показателей использования вторичного сырья, полученного по технологии рециклинга в США, Швеции, России

Не смотря на невысокие показатели использования передовых технологий по переработки строительных отходов и использования их в градостроительной деятельности, ежегодные темпы внедрения инновационных технологий, позволяющие вторично использовать строительный мусор, растут и приобретают повсеместное использование.

При использовании технологий рециклинга и «умный снос» необходимо предварительно определять расчетные объемы, образуемые в результате сноса объектов инфраструктуры, для своевременного планирования процессов производства и восстановления

строительных материалов, а также определение количества задействованных строительных машин с целью составления логистических путей доставки строительных отходов.

Общепризнанная методика по определению строительных отходов [8] предполагает вычисление предварительных объемов строительного мусора на основе использования таких методик как расчетно-аналитический метод, производственный метод и лабораторный метод. Расчетно-аналитический метод основан на выполнении поэлементных расчетов по данным проектной, технологической, нормативной и справочной документации. При разработке ЧЕГО? используются рабочие чертежи, спецификации, рецептуры, рекомендации производителей, иные технические нормативы и документы в области транспортировки и использования

материальных ресурсов. Производственный метод основан на замерах расхода материальных ресурсов и объемов произведенной продукции (работ) в производственных условиях. Замеры должны производиться на технически исправном и отлаженном оборудовании и в режимах, предусмотренных технологическими регламентами и инструкциями. Лабораторный метод используется при наблюдениях, производимых в специально созданных условиях. Выбор метода разработки объемов отходов осуществляется в соответствии с таблицей 1, в которой материальные ресурсы классифицированы по группам и методам определения нормативов исходя из их физико-механических свойств, характера использования, целевого назначения и иных параметров.

Таблица 1

№ группы	Наименование групп материальных ресурсов	Наименование групп материальных ресурсов	Наименование групп материальных ресурсов
1	2	3	4
1.	Сборные конструкции и детали	Сборные железобетонные изделия и конструкции, детали облицовочные из природного камня, изделия лепные и столярные, санитарно-технические приборы и другие сборные конструкции и детали	Расчетно-аналитический, лабораторный и производственный
2.	Длинномерные материалы и детали	Лесоматериалы, деревянные погонные детали, рельсы, профильная и сортовая сталь, стальные, чугунные, полиэтиленовые трубы и трубы из других материалов, арматура для железобетонных изделий и другие длинномерные материалы и детали	Расчетно-аналитический и производственный
3.	Плитные и листовые	Кровельные штучные и листовые, перегородочные плиты, облицовочные листы (сухая штукатурка), облицовочные плитки, паркет, стекло, металлопрокат листовой и другие плитные и листовые материалы и детали	Расчетно-аналитический и производственный
4.	Рулонные	Рубероид, пергамин, толь, обои, линолеум, линкруст, полимерные кровельные, гидроизоляционные (элон, кровлелон, гидробутил) и теплоизоляционные материалы	Расчетно-аналитический и производственный
5.	Сыпучие и пылевидные	Цемент, известь, гипс, смеси сухие, песок, глина, гравий, шлак, щебень и так далее	Расчетно-аналитический (лабораторный) и производственный
6.	Смеси и растворы	Бетонные и асфальтобетонные смеси, кровельные, изоляционные и дорожные мастики, растворы кладочные и отделочные и так далее	Расчетно-аналитический (лабораторный) и производственный
7.	Камни правильной формы	Кирпич, бетонные и керамические камни, огнеупоры и другие камни правильной формы	Расчетно-аналитический и производственный
8.	Камни неправильной формы	Бутовый и булыжный камень и другие камни неправильной формы	Расчетно-аналитический и производственный

9.	Жидкие лакокрасочные и мастичные составы	Олифа, малярные и антисептические составы, бензин, дизельное топливо и другие жидкие лакокрасочные и мастичные составы	Расчетно-аналитический (лабораторный) и производственный
10.	Штучные мелкие (метизы)	Гвозди, шурупы, болты, винты, гайки, шайбы, анкера, скобяные изделия и другие метизы	Расчетно-аналитический и производственный
11.	Инвентарные детали временных сооружений (оборачиваемые)	Щиты для крепления траншей, леса и подмости различных типов, щиты опалубки и другие инвентарные детали временных сооружений (оборачиваемые)	Расчетно-аналитический и производственный
12.	Сварочные материалы	Электроды, сварочная проволока и другие сварочные материалы	Расчетно-аналитический (лабораторный) и производственный

После определения метода производится расчет по указанным формулам и методиками для определения полезного расхода, технологических отходов и технологических потерь, используя при этом каждый отдельный нормативный коэффициент для данной группы материалов в соответствии с методом определения строительных отходов.

Данные методы расчета позволяют определить важные параметры расчетных объемов строительных отходов при планировании проведения рециклинга, вторичной переработки и при использовании технологии «умный снос».

Однако, ввиду широкого перечня номенклатуры групп материалов целесообразно использовать программные продукты или автоматизированные системы для оптимизации процессов расчета при планировании мероприятий по переработке строительных отходов и мусора.

В настоящий момент применяются несколько программных комплексов. Одним из них является «Интеллектуальная система контроля утилизации строительных отходов», разработанная ООО «Мосинжпроект», позволяющая повысить эффективность логистики, уменьшить расходы организаций на обслуживание перевозок отходов, количество неучтенных рейсов и других ошибок за счет ведения общей базы и возможности моментального формирования отчетов, многоуровневой системы контроля и снижения влияния человеческого фактора.

Так, программный продукт «Программа расчета условий обработки строительных отходов для производства кирпича» [9] предназначен для расчета критериев необходимых при переработке строительных отходов для производства кирпича, позволяющий дать

характеристики условий обработки и производства в целом.

Рассмотренные программные продукты позволяют оптимизировать процессы расчета и определения расчетного объема строительных отходов, а также обеспечить контроль за перевозками отходов. Однако, данные программные продукты, имеющие в своем составе специфичные системные требования, например, наличие версии операционной системы Windows SP3, читаемость электронного носителя такого языка программирования как PHP, не позволяют их использовать на служебных программных и электронных носителях с базовыми системными требованиями, что приводит к использованию вышеперечисленных программных продуктов только специализирующимися организациями.

Для возможности повсеместного использования программных продуктов для расчета строительных отходов при планировании процессов вторичной переработки были разработаны и зарегистрированы в установленном порядке в Федеральном институте промышленной собственности программные продукты «Программа расчета объема строительных отходов при демонтаже зданий и сооружений» [10], предназначенная для расчёта объёмов строительного мусора разбираемого здания, позволяющая определить вес смешанных отходов и отходов ремонта при демонтаже зданий и сооружений и «Программа расчета объема строительных отходов по технологии «Умный снос» [11], предназначенная для расчёта объёмов строительного мусора, направляемого для повторного использования, позволяющая определить объем перерабатываемого строительного мусора, предназначенного для повторного использования по назначению. Данные

программные продукты, написанные на языке программирования Python, имеют стандартные системные требования: по типу ЭВМ: IBM PC-совместимый ПК и по операционной системе: Windows XP/Vista/7/8/10. Указанные требуемые системные характеристики позволяют использовать данные программные продукты на электронных носителях, не требующих дополнительных программ и расширений, что позволяет использовать программы при расчете образующихся строительных отходов в результате сноса и реконструкции объектов инфраструктуры на строительной площадке для

длина здания, м	
ширина здания, м	
высота здания, м	
выберите тип строительных конструкций	
бетонные строительные конструкции	☐
железобетонные строительные конструкции	☐
кирпичные строительные конструкции	☐
деревянные строительные конструкции	☐
другие строительные конструкции	☐
Расчёт Выход	

Рис. 6. Фрагмент поля ввода данных программы расчета объема строительных отходов при демонтаже зданий и сооружений

В свою очередь, разработанный программный продукт «Программный модуль для автоматизации объемов строительных отходов и оценки вероятности надежности их вывоза», отправленный в государственную экспертизу для регистрации, предназначен для автоматизации определения объемов строительных отходов на этапе планирования сноса объектов

Строительные отходы (металл)
Строительные отходы (древесина)
Другие строительные отходы
Методика расчета и оценка вероятности надежности вывоза продуктов сноса с объекта
Выход

Рис. 7. Программный модуль для автоматизации объемов строительных отходов и оценки вероятности надежности их вывоза

Проведенный в статье анализ раскрывает нарастающую проблему переработки строительного мусора на фоне

планирования расчетных объемов переработки строительных отходов. На рис. 6 представлен фрагмент поля ввода данных при использовании программы расчета объема строительных отходов при демонтаже зданий и сооружений [10], позволяющий определить значение объема здания, предполагаемый объем отходов и вес отходов отдельной конструкции. Данные программы позволяют спланировать предполагаемое значение расчетных объемов строительных отходов и вес отдельных строительных конструкции для проведения эффективной переработки строительного мусора.

инфраструктуры, позволяющий дать оценку вероятности надежности вывоза продуктов сноса объекта для эффективного распределения транспортных средств на этапе планирования сноса объекта инфраструктуры. В основе данного программного продукта лежит методика расчета и оценка вероятности надежности вывоза продуктов сноса с объекта. Суть метода заключается в переборе возможных сочетаний вариантов по видам вывоза образующихся строительных отходов с определением в каждом определенном случае объема вывозимого строительного мусора и вероятность такого сочетания. При этом предполагается, что расчетные объемы количества транспорта загружены полностью и коэффициент их использования по времени равен единице. Кроме указанного метода программный продукт позволяет определить вероятности образования таких групп строительных отходов как металлы, древесина и другие строительные отходы. Интерфейс программного продукта представлен на рис. 7.

масштабной модернизации и расширении городской инфраструктуры и зданий и сооружений различного назначения. Важным аспектов переработки строительных отходов по таким технологиям как рециклинг и «умный снос» является своевременное планирование расчетных объемов строительных отходов для проведения качественного процесса переработки, в том числе распределение отходов и задействование строительных машин. Реализация вышеуказанных процессов стала возможной с появлением пакетов программ, встроенных

вычислительных функций и пакетов статистических данных с выводом прикладных программ для сбора конечных расчетных результатов.

Список литературы:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2022 г. № 1730 «Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Строительство».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30 сентября 2018 г. № 2101-р «Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года»
3. Постановление Правительства Москвы от 1 августа 2017 г. № 497-ПП «О программе реновации жилищного фонда в городе Москве» (с изменениями на 7 февраля 2023 года).
4. Федеральный закон от 4 августа 2023 г. № 441-ФЗ «О внесении изменений в жилищный кодекс Российской Федерации».
5. Федеральный закон от 21 июля 2007 г. № 185-ФЗ «О фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства».
6. Охрана окружающей среды в России. 2022: Стат. сб./Росстат. – 0-92 М., 2022. – 115 с.
7. Паспорт Отраслевой программы «Применения вторичных ресурсов, вторичного сырья из отходов в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства на 2022-2030 годы» в части вовлечения отходов, образующихся при строительстве, реконструкции, разрушении, сносе, разборке, ремонте зданий, сооружений и инженерных коммуникаций в экономический оборот на период до 2030 года.
8. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 января 2020 г. № 15/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве».
9. Программа для ЭВМ RU 2016614907 от 11.05.2016 г. Правообладатель ООО «Ресурсстрой».
10. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Гляков М.Ю., Титеев И.С., Курашев Н.В. Программа для ЭВМ «Программа расчета объема строительных отходов при демонтаже зданий и сооружений» RU 2 023 615 630 от 16.03.2023 г. EDN: TSWTHK.
11. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Гляков М.Ю., Титеев И.С., Курашев Н.В. Программа для ЭВМ «Программа расчета объема строительных отходов по технологии «умный снос» RU 2 023 615 763 от 17.03.2023 г. EDN: PMQBEY.
12. Гляков М.Ю., Курашев Н.В. Алгоритм определения эффективности использования технологии рециклинга в системе переработки строительных отходов // Флагман науки. 2023. №3 (3). С. 384-389. EDN: FVKEMF.
13. Гляков М.Ю., Курашев Н.В. Развитие современных направлений переработки строительного мусора в России // в сборнике: Актуальные проблемы естественных и технических наук. Сборник статей межвузовской научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 85-97. EDN: HGAWDU.
14. Гляков М.Ю., Курашев Н.В. Оценка эффективности применения рециклинга при переработке строительных отходов // в сборнике: Диалог культур. Материалы XVI Международной научно-практической конференции на английском языке. В 3-х частях. Под общей редакцией В.В. Кирилловой. Санкт-Петербург, 2023. С. 140-146. EDN: XLCRJL.
15. Гляков М.Ю., Курашев Н.В. Автоматизация процессов переработки и вторичного использования строительного мусора в России // в книге: Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве. Материалы VI Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2023. С. 24. EDN: NEQSMQ.
16. Добрышкин Е.О., Курашев Н.В., Васильев А.А. Оптимизация организации строительства объектов инфраструктуры путем внедрения информационных технологий // в сборнике: Инновационные методы организации строительного производства. материалы II Всероссийской научно-практической конференции. СПбГАСУ. СПб, 2023. С. 23-29. EDN: VQNCAW.
17. Гляков М.Ю., Курашев Н.В., Васильев А.А. Роль анализа технического состояния объектов инфраструктуры в системе управления эксплуатацией зданий и сооружений // в

сборнике: Экономика и управление: тенденции и перспективы. Материалы III Межвузовской ежегодной научно-практической конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2022. – С. 53-61. EDN: UBVRNO.

18. Добрышкин Е.О., Титеев И.С., Курашев Н.В. Управление эксплуатационным содержанием объектов инфраструктуры на основе информационного моделирования и применения автоматизированных систем // в сборнике: BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. BIMAC 2023. Материалы VI Международной научно-практической конференции BIMAC 2023. СПб, 2023. С. 26-31. EDN: YMCXSN.

19. Пресняков А.А., Добрышкин Е.О. Внедрение технологии информационного моделирования в условиях реализации государственного заказа // в сборнике: BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.А. Семенова. Санкт-Петербург, 2021. С. 360-368.

20. Бирюков А.Н., Добрышкин Е.О., Петров Г.Д. Развитие системы планирования капитального ремонта жилых зданий в Российской Федерации // Сметно-договорная работа в строительстве. 2020. № 11. С. 26-29.

21. Бирюков Ю.А., Добрышкин Е.О. Использование автоматизированных систем управления при планировании восстановления объектов жилищного фонда // в сборнике: Организация строительного производства. Материалы II Всероссийской научной конференции. 2020. С. 94-100.

22. Гляков М.Ю., Курашев Н.В. Применение технологий по переработке и вторичному использованию строительного мусора в России // в сборнике: Перспективы современного строительства. Сборник статей участников Национальной (Всероссийской) научно-технической конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 366-376. EDN: PFFQJD.

23. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Гляков М.Ю., Ключев А.Н., Петров В.В., Курашев Н.В., Болдырев И.А. Программа для ЭВМ «Программный модуль для автоматизации объемов строительных отходов и оценки вероятности надежности их вывоза» RU 2 024 612 769 от 05.02.2024 г.

Способы перемещения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ**Methods of moving goods during loading and unloading operations**

Аннотация. В статье предложены способы перемещения грузов, обеспечивающие высокую производительность при выполнении погрузочно-разгрузочных работ: способ перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, способ доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения при ведении подземных тактических действий.

Abstract. The article suggests ways to move goods that ensure high productivity during loading and unloading operations: a method of moving containers in a covered wagon during loading and unloading operations, a method of delivering potentially dangerous products to underground structures during underground tactical operations.

Ключевые слова: способ, контейнер, пневматический лифт, обойма, потенциально опасное изделие, крытый вагон, погрузочно-разгрузочные работы.

Keywords: method, container, pneumatic elevator, cage, potentially dangerous product, covered wagon, loading and unloading operations.

На современном этапе развития логистики всё больше внимания уделяется повышению эффективности перемещения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ [1,2,3]. С учётом всего многообразия разрабатываемых методов, технических решений, способов, необходимо совершенствовать существующие и внедрять новые подходы в данной области [4].

К способам повышения эффективности перемещения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ относятся: способ перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении погрузочно-разгрузочных работ [5];

способ доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения при ведении подземных тактических действий [6].

Под потенциально опасными изделиями понимаются изделия, которые представляют угрозу для жизни человека при эксплуатации, такие как ракеты и боеприпасы.

Способ перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении

погрузочно-разгрузочных работ официально зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности в качестве патента на изобретение [5], относится к области эксплуатации погрузочно-разгрузочных средств и к обеспечению выполнения погрузочно-разгрузочных работ с контейнерами, в частности, к ручным лебёдкам, подставкам на роликах и может быть использован как один из вариантов перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Проведённый анализ имеющихся разработок в данной области [5], позволил выявить следующие недостатки: громоздкость конструкций и недостаточная мобильность применяемых технических устройств и элементов, сложность применения в крытых вагонах.

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что перемещение очередного контейнера в крытом вагоне осуществляется с помощью ручной лебёдки, закреплённой на подставке с п-образным основанием, путём крепления троса лебёдки

к корпусу контейнера в технологических выемах, размещения под контейнером подставки на роликах, фиксации контейнера на подставке ремнями крепления с механизмами натяжения, установки п-образного основания подставки ручной лебёдки на краю железнодорожной платформы.

Технической задачей изобретения является создание нового способа перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

На рисунке 1 изображён контейнер 6 на подставке 2 на роликах 1, зафиксированный ремнями крепления с механизмами натяжения 8, и ручная лебёдка, размещённая на краю платформы, с натянутым вокруг корпуса контейнера 6 тросом 9. Вращением рукоятки 12 круговой формы ручной лебёдки уменьшается длина троса 9, проходящего через блок-ролики 10, охватывающего контейнер 6, и происходит перемещение контейнера 6 по полу крытого вагона за счёт роликов 1, закреплённых на подставке 2.

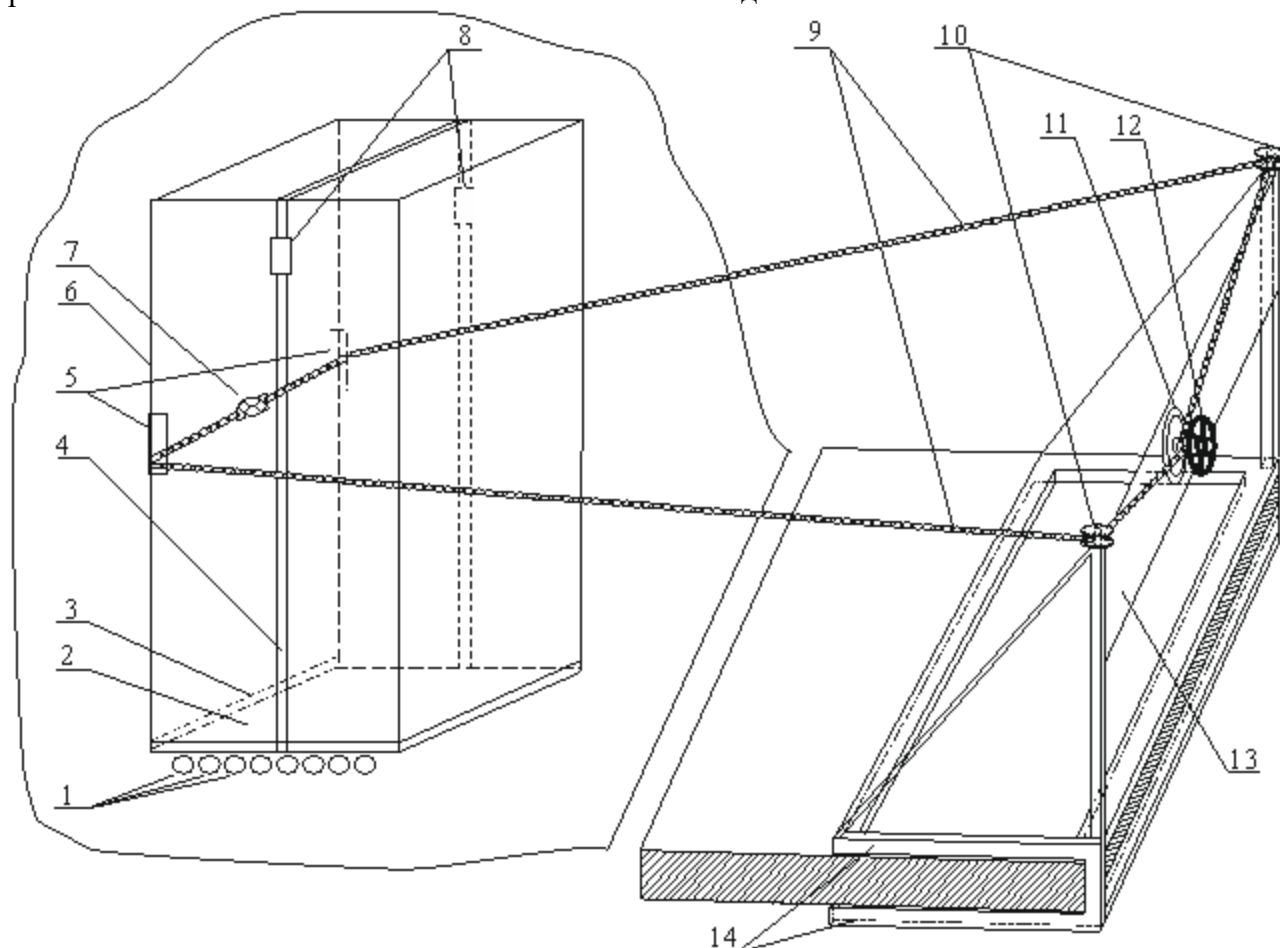


Рисунок 1 – Контейнер в крытом вагоне, перемещаемый с помощью ручной лебёдки, размещённой на краю платформы.

Указанная техническая задача достигается техническим результатом изобретения, который реализован следующим образом:

контейнер 6 размещается на подставке 2, имеющей сверху борта 3 и снизу ролики 1;

трос 9 продевается через технологические выемы 5 в корпусе

контейнера 6, имеющие глубину равную диаметру троса 9;

ручная лебёдка, состоящая из вращающего вала 11 с рукояткой 12 круговой формы и троса 9 с крюками 7, закрепляется на подставке 13, оборудованной двумя блок-роliками 10, с п-образным основанием 14, установленным на краю железнодорожной платформы;

применяется трос 9, размещаемый на вращающем валу 11, имеющий два крюка 7 на концах для соединения их друг с другом.

Технический результат изобретения выражается в повышении надёжности, безопасности, бесшумности и скорости перемещения контейнеров в крытом вагоне.

Разработанный способ позволит в больших объёмах, непрерывно и качественно осуществлять погрузочно-разгрузочные работы с контейнерами в крытом вагоне.

Способ доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения при ведении подземных тактических действий официально зарегистрирован в Федеральной службе по интеллектуальной собственности в качестве патента на изобретение [6], относится к области эксплуатации подъёмно-транспортного оборудования и к обеспечению ведения тактических действий, в частности, к пневматическим лифтам и может быть использован как один из рациональных вариантов доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения.

Сущность предлагаемого способа заключается в том, что потенциально опасные изделия перемещаются к подземным сооружениям с помощью пневматического лифта путём закладки их в обойму барабанного типа и фиксации запорными устройствами.

Задачей изобретения является разработка способа доставки в подземные сооружения потенциально опасных изделий при ведении подземных тактических действий.

На рисунке 2 изображён пневматический лифт с размещённой внутри кабины лифта обоймой, подготовленной для транспортировки потенциально опасных изделий.

Указанная техническая задача достигается техническим результатом изобретения, который реализован следующим образом. Потенциально опасные изделия закладываются

в технологические ниши 1, выполненные в виде отверстий определённой формы в горизонтальной плоскости, от внешнего диаметра к центральной оси по всей высоте обоймы барабанного типа 2. Обойма закреплена на раме 3, шарнирно соединённой с корпусом кабины пневматического лифта 4. Рама 3 вращается вокруг оси 5 и выдвигается из кабины лифта для удобства разгрузки и погрузки потенциально опасных изделий.

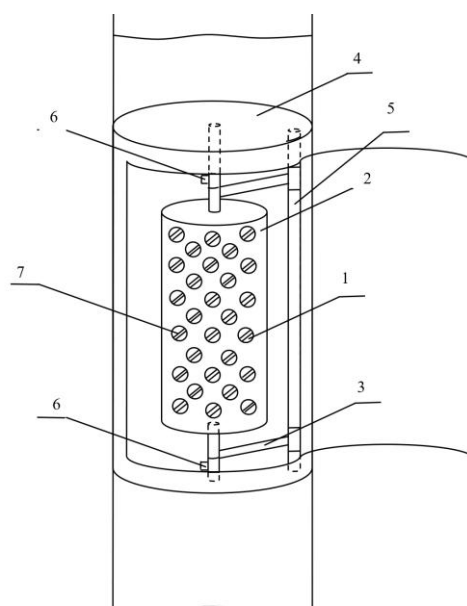


Рисунок 2 – Пневматический лифт с размещённой внутри кабины лифта обоймой, подготовленной для транспортировки потенциально опасных изделий

На рисунке 3 изображён пневматический лифт с размещённой снаружи кабины лифта обоймой, подготовленной для погрузки и разгрузки

потенциально опасных изделий.

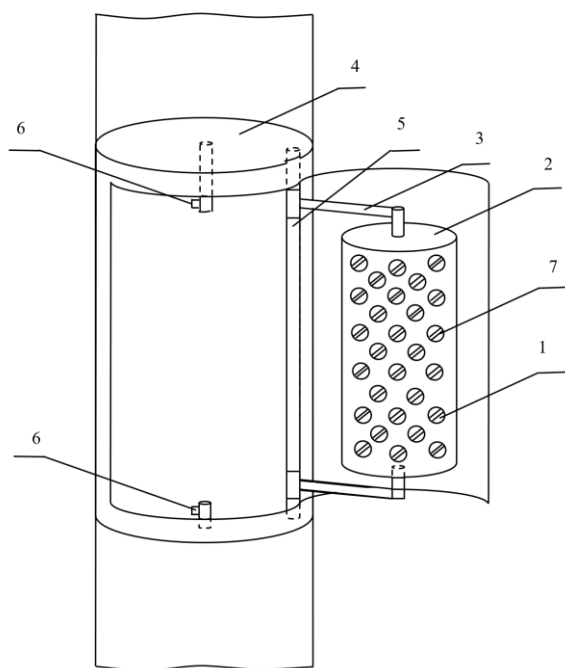


Рисунок 3 – Пневматический лифт с размещённой внутри кабины лифта обоймой, подготовленной для транспортировки потенциально опасных изделий

Рама 3 внутри кабины лифта сверху и снизу фиксируется запирающими штоками

6. Каждое потенциально опасное изделие в ячейке фиксируется запирающим устройством 7.

Технический результат изобретения выражается в повышении надёжности, безопасности, бесшумности и скорости доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения.

Разработанный способ доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения позволит в больших объёмах, непрерывно и качественно осуществлять поставки потенциально опасных изделий для ведения подземных тактических действий и повысит надёжность, безопасность, бесшумность и скорость доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения.

Таким образом, с применением разработанных способов перемещения грузов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ расширяются эксплуатационные возможности при обращении с контейнерами, ускоряется и облегчается процесс погрузки (выгрузки) потенциально опасных изделий.

Список литературы:

1. Ашуркин Б.Г., Васильев В.В. Механизация и организация погрузочно-разгрузочных работ. Учебник. – СПб: БАТТ. 2009 – 456 с.
2. Гаджинский, А.М., Логистика: Учебник – 18 изд., перераб. и доп. / А.М. Гаджинский. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2010. – 484 с.
3. Дыбская, В.В. Логистика: учебник / В.В. Дыбская, Е.И. Зайцев, В.И. Сергеев, Стерлигова А.Н.; под общ. ред. Сергеева В.И. – М.: Эксмо, 2008. – 944 с.
4. Плотников, В.А. Техническое решение по усовершенствованию погрузочно-разгрузочных работ с военной техникой и потенциально опасными изделиями / В.А. Плотников, А.В. Белов // Сборник научных статей VI международной научно-практической конференции «Научные проблемы материально-технического обеспечения военной организации государства», ч.1. – Пермь: ПВИ ВНГ РФ, 2019. – С. 157-162.
5. Патент № 2762149 Российская Федерация. Способ перемещения контейнеров в крытом вагоне при выполнении погрузочно-разгрузочных работ / Плотников В.А., Синькевич Ю.О. ; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО «ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ. – № 2021108619 ; заявл. 29.03.2021 ; опубл. 16.12.2021, бюл. № 35.
6. Патент № 2687712 Российская Федерация. Способ доставки потенциально опасных изделий в подземные сооружения при ведении подземных тактических действий / Белов А.В., Плотников В.А. ; заявитель и патентообладатель ФГКВОУ ВО «ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулева» МО РФ. – № 2018104027; заявл. 01.02.2018 ; опубл. 15.05.2019, бюл. № 14.

Выбор спектрального диапазона работы радиолокационного комплекса в составе радиооптической головки самонаведения**Selection of the spectral range of operation of the radar complex as part of the radio-optical homing head**

Аннотация. В статье рассмотрено применение миллиметрового диапазона волн при обнаружении объектов в ближней локации. Большое разнообразие и сложность структуры земной поверхности, наличие на ней растительного покрова не позволяют получать точные решения поставленных задач расчетными методами электродинамики, в связи с чем приходится использовать экспериментальные данные. Наличие значительных расхождений в приводимых данных обусловлено большим разнообразием условий, в которых проводились измерения отражающих характеристик того или иного объекта или поверхности (погода, влажность, структура, угол, под которым проводилось облучение и многое другое). В большинстве своем эти условия вообще не указываются в описаниях экспериментальных результатов.

Abstract. The article discusses the use of millimeter wave range in detecting not very distant objects. The great diversity and complexity of the structure of the earth's surface, the presence of vegetation on it do not allow obtaining accurate solutions to the problems set by calculation methods of electrodynamics, in connection with which it is necessary to use experimental data. The presence of significant discrepancies in the data provided is due to the great variety of conditions in which the measurements of the reflective characteristics of a particular object or surface were carried out (weather, humidity, structure, angle at which irradiation was carried out, and much more). Most of these conditions are not indicated at all in the descriptions of the experimental results.

Ключевые слова: контраст, диапазон миллиметровых длин волн, цель, подстилающая поверхность

Keywords: contrast, millimeter wavelength range, target, underlying surface

В спектре электромагнитных волн (ЭМВ) в настоящее время все большее значение приобретает диапазон миллиметровых длин волн (ММДВ). Применение миллиметрового диапазона волн целесообразно при обнаружении не очень удаленных объектов. В этом диапазоне существуют два окна прозрачности соответствующие меньшему поглощению сигнала атмосферными газами: диапазоны 3 мм, который обычно используют для ближней локации до 1 км и 8 мм.

Диапазон 8 мм волн (частота $f=35$ ГГц) прежде всего обеспечивает большую дальность действия (до 10 км), т.е. меньшее затухание сигнала на трассе

распространения в различных погодных условиях, хорошее разрешение на местности при малых габаритах антенных устройств. К достоинствам 8 мм диапазона следует также отнести:

- меньшие потери в сверхвысокой частоте (СВЧ) тракте, при этом для достижения заданной дальности требуется меньшая мощность;
- большие дальности обнаружения подвижных объектов при использовании алгоритмов селекции движущихся целей;
- меньший чем для диапазона 3 мм коэффициент шума приемного устройства;
- более широкий луч диаграммы направленности антенны, что позволяет увеличить информативность текущего

радиолокационного изображения и уменьшить время поиска при работе в режиме захвата. При этом использование доплеровского облучения луча позволяет обнаруживать неподвижные цели на фоне отражений от подстилающей поверхности;

- большую технологическую освоенность этого диапазона по сравнению с 3 мм диапазоном и наличие предприятий, имеющих большой опыт работы с изделиями в предлагаемом 8 мм диапазоне ЭМВ в режиме доплеровского облучения луча (ДОЛ) (например, ОАО «Корпорация» «Фазотрон – НИИР»).

- наличие достаточно широкого парка отечественной контрольно-поверочной аппаратуры;

- более низкие затраты на разработку и изготовление СВЧ узлов.

Формирование эталонных изображений требует знания отражающих свойств подстилающих (фоновых) поверхностей (ПП) и ряда объектов местности антропогенного происхождения (АО), включая подвижные объекты широкого класса для различных углов облучения с учетом поляризации. Наиболее полно и в наиболее доступной для их практического применения форме они представлены в монографической работе [1]. В ней собраны и систематизированы собственные материалы и материалы отечественной и зарубежной печати по широкому классу земных подстилающих поверхностей природного (естественного) и антропогенного происхождения, а также широкому классу объектов местности. В ряде случаев данные по удельной эффективной площади рассеивания (УЭПР) и эффективной площади рассеивания (ЭПР) для 8 мм диапазона получают за счет аппроксимации подобных данных из других диапазонов ЭМВ. Книга содержит также соответственно каталоги УЭПР и ЭПР в 8 мм диапазоне ЭМВ.

Большое разнообразие и сложность структуры земной поверхности, наличие на ней растительного покрова не позволяют

получать точные решения поставленных задач расчетными методами электродинамики, в связи с чем приходится использовать экспериментальные данные.

Однако, как показывает анализ, приводимые в литературе данные по отражающим характеристикам различных ПП и объектов, часто весьма противоречивы, что затрудняет использование их для расчётов контрастов радиояркостного изображения местности и определения параметров радиолокатора.

Наличие значительных расхождений в приводимых данных обусловлено большим разнообразием условий, в которых проводились измерения отражающих характеристик того или иного объекта или поверхности (погода, влажность, структура, угол, под которым проводилось облучение и многое другое). В большинстве своем эти условия вообще не указываются в описаниях экспериментальных результатов.

Сформулируем специфику 8 мм диапазона, определяющую основные параметры создаваемых каталогов ЭПР и УЭПР.

Специфика взаимодействия ЭМВ 8 мм диапазона с природными и антропогенными элементами ландшафта заключается в следующем.

1. В системах дистанционного зондирования земной поверхности (землеобзора) эта частота обеспечивает достаточно большой динамический диапазон контрастов УЭПР для наземных объектов местности. Так как действительная часть диэлектрической проницаемости (ДП) воды для 8 мм диапазона $\epsilon_1 \approx 20$, а ДП твердых тел слабо варьируется в диапазоне частот 10...90 ГГц, то основное различие УЭПР определяется шероховатостью поверхностей. На рисунке 1 приведены усредненные экспериментальные значения УЭПР в зависимости от степени шероховатости земных покровов для $\lambda=3,2; 2,0; 0,86$; и $0,3$ см для угла зондирования $\theta=45^\circ$. Видно, что для $\lambda=0,3$ см этот диапазон очень узок. Он

существенно шире для $\lambda=3,2$ см, но этот диапазон для обеспечения хорошего разрешения по углу требует либо больших габаритов антенных систем, либо использования синтезированных апертур.

2. 8 мм диапазон обладает допустимым по величине затуханием в дожде, тумане, снеге и пылевых образованиях (см. таблицу 1), что позволяет использовать его при зондировании его с высот порядка 5...7 км. Так для туманов с водностью $w=0.1$ г/м³ и видимостью в оптическом диапазоне порядка 100 м, ослабление на $f=35$ ГГц составляет $\xi=0.15$ дБ/км, а для оптического диапазона $\xi=100$ дБ/км затухание ЭМВ 8 мм диапазона в пыли составляет $\xi=0,04$

дБ/км, а в дыму $\xi=0,02$ дБ/км. Подобное положение реализуется и для других метеорологических образований.

3. В густой листве, почве, и т.п. затухание ЭМВ 8 мм диапазона велико, в связи с чем этот диапазон обеспечивает получение данных только о верхних слоях таких поверхностей, позволяя выявлять тонкую структуру и форму объектов местности, что очень существенно, так как в настоящее время в радиолокаторах 8 мм диапазона достигнуто разрешение по дальности и по углу менее 1 м, что указывает на возможность и необходимость учета текстуры подстилающих поверхностей (ПП).

Затухание ЭМВ на $\lambda=0,86$ см.

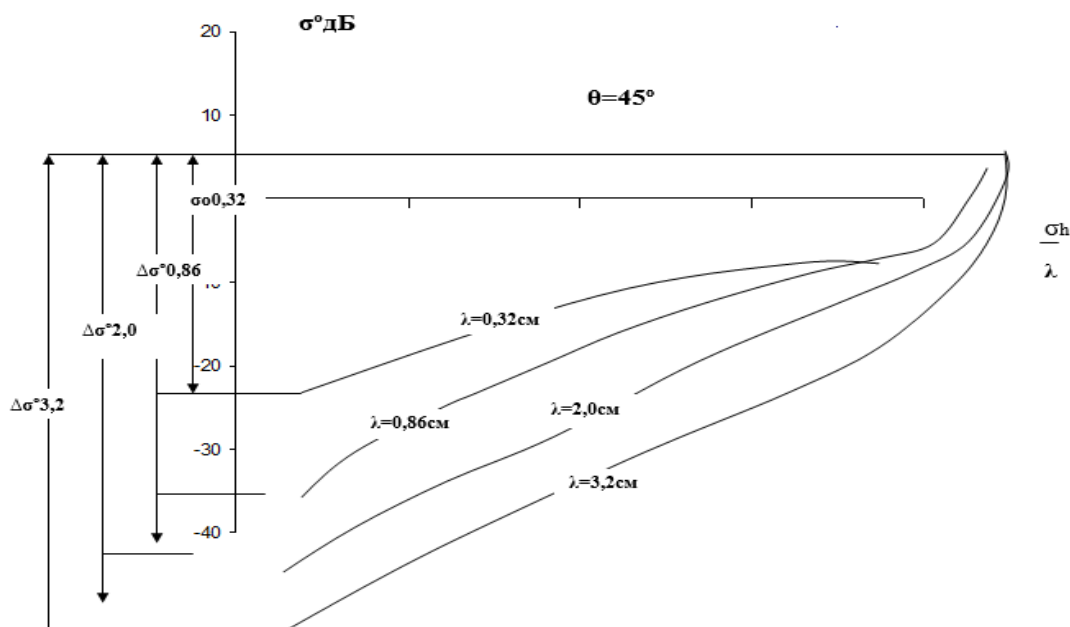


Рис.1. Диапазон изменений УЭПР в зависимости от шероховатости поверхности.

Таблица 1

№п/п	Вид и параметры гидрометеорологических образований	Коэффициент затухания, дБ/км
1	Чистая атмосфера	0.1 ... 0.12
2	Туман: - слабый $w=0.01$ г/м ³ ; - средний $w=0.1$ г/м ³ ; - сильный $w=1.0$ г/м ³ .	0.11 0.15 0.65
3	Облака без осадков	≈ 0.15
4	Дождь: - $I=1$ мм/час; - $I=5$ мм/час.	0.25 1.0
5	Снег: - сухой $w=0.6$ %; - влажный $w=0.8...1.0$ %; - мокрый $w \geq 8$ %.	0,02...0.12 0.5...1.3 0,7...2.3

Для целей навигации и наведения летательных аппаратов (ЛА), где необходимо априорное построение эталонов по топографическим и фото материалам, с учетом специфики данной местности, одним из важных требований является определение взаимного контраста между элементами ПП и изменение их УЭПР от сезона, погоды и антропогенных воздействий.

Необходимые данные по контрастам содержатся также в упомянутой монографии [2].

Вместе с тем в настоящее время активно развивается направление исследований, в котором в качестве эталонных радиолокационных изображений используются непосредственно экспериментально полученные радиолокатором с синтезированной апертурой антенны

изображения. Использование их в качестве эталонных изображений значительно повышает адекватность текущих и эталонных изображений и точность определения местоположения ЛА. Значительный объем материалов по радиолокационным изображениям, полученным в 8 мм диапазоне (Ka) радиолокатором с синтезированной апертурой антенны (SAR) представлен в США Sandia National Laboratory на сайте: www.sandia.gov. Там показаны изображения разных участков местности, городских кварталов, объектов военной техники с разрешением 1 м и 10 см.

Таким образом, при средних дальностях, для обеспечения высокого контраста и высокого разрешения диапазон 8 мм является предпочтительным.

Список литературы:

1. Пафилов Е.А., Полубехин А.И., Румянцев В.Л. Монография. Физические основы устройства ракетно-артиллерийского вооружения. Методы и алгоритмы обмена и обработки информации в многодиапазонных пространственно-разнесенных радиотехнических средствах воздушной разведки артиллерии. Пенза: ПФВАМТО, 2019, 324 с.

2. Пафилов Е.А., Смыляев Д.В., Ошкин А.А., Куторов А.А., Цыбин С.М., Бондарев И.А. НИР «Совершенствование алгоритмов и методов радиолокационной селекции сопровождения объектов бронетанковой техники перспективными противотанковыми средствами в условиях применения радиоэлектронной защиты»: (шифр «Селекция»), промежуточный отчет // Пенза: фил. ВАМТО, 2020 г., инв. № 50607.

**Оценка эффективности энергетического потенциала бистатических и
многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем**

**Evaluation of the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non-radiating
automated radar systems**

Аннотация. В статье оценена эффективность энергетического потенциала бистатических и многопозиционных неизлучающих автоматизированных радиолокационных систем. Рассмотрены основные энергетические соотношения для непрерывных сигналов при когерентной обработке сигнала. Получено выражение, описывающее отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра для ортогональных групп сигналов и позволяющее определять энергетическое отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра в бистатической системе дистанционного зондирования с синтезированием апертуры антенны для произвольной точки пространства.

Abstract. The article evaluates the efficiency of the energy potential of bistatic and multi-position non-radiating automated radar systems. The main energy relationships for continuous signals with coherent signal processing are considered. An expression is obtained that describes the signal-to-noise ratio at the output of a matched filter for orthogonal groups of signals and allows one to determine the energy-signal-to-noise ratio at the output of a matched filter in a bistatic remote sensing system with antenna aperture synthesis for an arbitrary point in space.

Ключевые слова: сигнал, радиолокационная система, фильтр, энергетические соотношения.

Keywords: signal, radar system, filter, energy relations.

Неизлучающая радиолокационная система представляет собой разнесенные в пространстве приемник и передатчик, которые перемещаются по собственным независимым траекториям с различными скоростями.

С учетом особенностей функционирования навигационных систем, существует возможность создания как бистатической (состоящей из приемника и передатчика), так и многопозиционной (состоящей из набора приемников и передатчиков, [1]) радиолокационной системы, рисунок 5.1.

В неизлучающей радиолокационной системе, основанной на приеме отраженных от объектов сигналов навигационных систем ГЛОНАСС и GPS, необходима оптимальная оценка параметров отраженного сигнала по результатам

наблюдения. Такими параметрами являются: амплитуда (мощность, энергия) отраженного сигнала, значение его доплеровского сдвига частоты и времени задержки. Совокупность этих параметров позволяет для заданного набора пространственных точек построить так называемое радиолокационное изображение.

Отношение сигнал/помеха μ является одним из факторов, определяющих качественные показатели систем дистанционного зондирования. Для обеспечения требуемого качества измерений в задачах оценки электрофизических параметров поверхности отношение сигнал/помеха должно быть не меньше некоторого порогового значения [1].

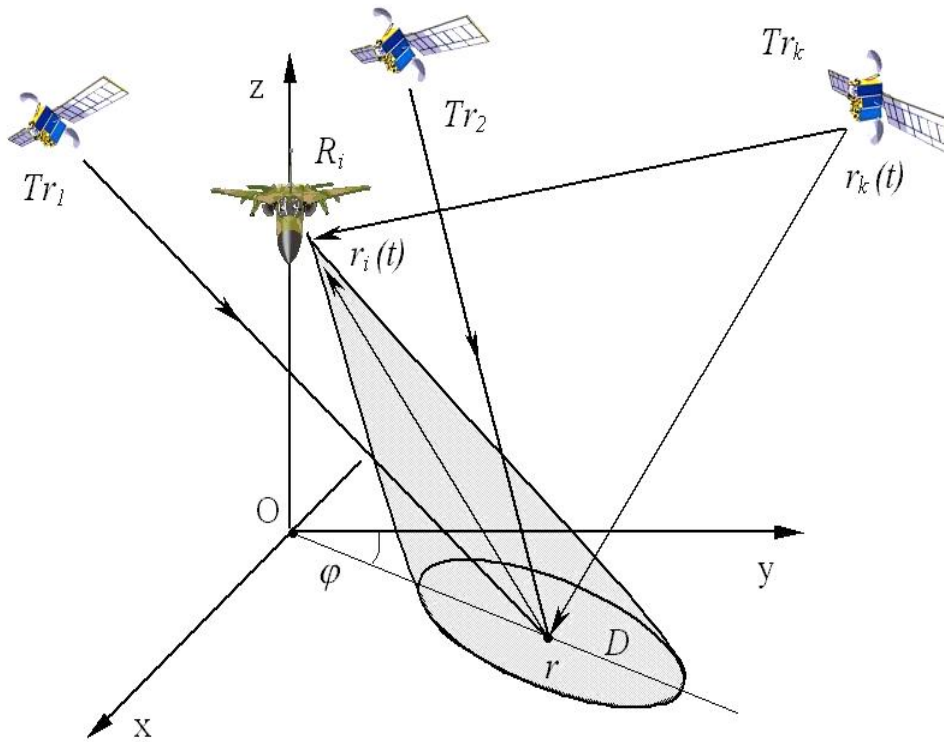


Рис. 1 – Многопозиционная неизлучающая радиолокационная система

При расчете энергетического потенциала неизлучающей радиолокационной системы, основанной на приеме отраженных от объектов сигналов навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, это расчет весьма важен вследствие таких особенностей как использование непрерывного сложного фазоманипулированного сигнала, большая протяженность трассы распространения, малая излучаемая мощность.

При расчете энергетического потенциала будем учитывать особенности оптимальной пространственно-временной обработки. Будем полагать, что в приемнике осуществляется согласованная фильтрация принимаемого сигнала на интервале наблюдения (синтезирования апертуры) [2,3]. Это означает, что при обработке сигнала k-го передатчика в i-м приемнике выходной эффект согласованного фильтра можно представить в виде

$$\begin{aligned} \dot{Y}_{ik}(r_1) &= \int_0^T u(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^N \int_D \dot{F}_{ij}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ij}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr + \\ &+ \int_0^T n(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt = \dot{Y}_{Sik}(r_1) + \dot{Y}_{ISik}(r_1) + \dot{Y}_{Nik}(r_1) \end{aligned} \quad , (1)$$

где

$$\dot{Y}_{Sik}(r_1) = \frac{1}{2} \int_D \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr = \frac{1}{2} \int_D \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \dot{\Psi}_{ik}(r, r_1) dr \quad , (5.23)$$

сигнальная составляющая; $\dot{S}_{ik}^R(t, r_1)$ – опорный сигнал; $\dot{\Psi}_{ik}(r, r_1)$ –

пространственная функция k-м передатчиком и принятого приемником;
неопределенности для сигнала, излученного

$$\dot{Y}_{ISik}(r_1) = \frac{1}{2} \sum_{j=1..N, j \neq k} \int_D \dot{F}_{ij}[r, p(r)] \int_0^T \dot{S}_{ij}(t, r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt dr, \quad (2)$$

помеховая составляющая, зависящая от сигналов различных передатчиков
степени взаимной ортогональности (коэффициента внутрисистемных помех);

$$\dot{Y}_{Nk}(r_1) = \int_0^T n(t) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) dt, \quad (3)$$

помеховая составляющая, зависящая от согласованного фильтра в произвольной
характеристик аддитивного шума. точке пространства находится следующим

Отношение сигнал/помеха на выходе образом

$$\mu_{ik}(r_1) = \frac{\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle}{\langle |\dot{Y}_{ISik}(r_1)|^2 \rangle + \langle |\dot{Y}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle}.$$

Рассмотрим основные энергетические соотношения для непрерывных сигналов при когерентной обработке. Именно такой вид сигналов (а не короткие импульсы как в классической радиолокации) излучается навигационными спутниками.

Величина $\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle$ при использовании полученного ранее выражения для полезного сигнала (5.15) может быть записана так:

$$\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{4} \int_D \int_D \int_0^T \int_0^T \langle \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \dot{F}_{ik}^*[r', p(r')] \rangle \times \times \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^*(t', r') \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt' dr dr', \quad (4)$$

Для дальнейших преобразований воспользуемся упрощенной электродинамической моделью поверхности:

$$\langle \dot{F}_{ik}[r, p(r)] \dot{F}_{ik}^*[r', p(r')] \rangle = \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \delta(r - r'),$$

где $\delta(r)$ – пространственная дельта-функция, $\sigma_{ik}^0[r, p(r)]$ – удельная

эффективная поверхность рассеяния. Такая модель предполагает, что в пределах элемента разрешения находится достаточно независимых отражателей. Что в большинстве практических случаев для исследуемой системы соответствует действительности. При этом выражение (5.26) примет вид:

$$\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{4} \int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \int_0^T \dot{K}_k(t, r) \dot{K}_i(t, r) \dot{G}_k(t, r) \tilde{\dot{G}}_i(t, r) \dot{K}_k^*(t', r) \times \times \dot{K}_i^*(t', r) \dot{G}_k^*(t', r) \tilde{\dot{G}}_i^*(t', r) \dot{S}_{ik}(t, r) \dot{S}_{ik}^*(t', r) \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt' dr \quad (5)$$

Для энергетических расчетов пренебрежем случайными искажениями сигнала при распространении в атмосфере и положим, что коэффициенты $\dot{K}_k(t, r)$ и

$\dot{K}_i(t, r)$ определяются затуханием электромагнитного поля в свободном пространстве:

$$K_k(t, r) = \frac{1}{\sqrt{4\pi R_k(t, r)}}, K_i(t, r) = \frac{1}{\sqrt{4\pi R_i(t, r)}}. \quad (6)$$

Полагая, что на интервале накопления сигнала (либо синтезирования апертуры)

$K(t, r) \approx K(r)$ и $G(t, r) \approx G(r)$, получим:

$$\begin{aligned} & \langle |\dot{Y}_{Sk}(\mathbf{r}_1)|^2 \rangle = \frac{1}{4} |\dot{K}_{Ak}(\mathbf{r}_1)|^2 |\dot{K}_{Ai}(\mathbf{r}_1)|^2 |\dot{G}_{Ak}(\mathbf{r}_1)|^2 |\dot{G}_{Ai}(\mathbf{r}_1)|^2 \times \\ & \times \int_D \sigma_{ik}^0[\mathbf{r}, \mathbf{p}(\mathbf{r})] \int_0^T \dot{S}_{ik}(t, \mathbf{r}) \dot{S}_{ik}^R(t, \mathbf{r}_1) dt \int_0^T \dot{S}_{ik}^*(t', \mathbf{r}) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', \mathbf{r}_1) dt' d\mathbf{r}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $|\dot{K}_A(t, r)|^2$, $|\dot{G}_A(t, r)|^2$ – квадраты модулей средних значений коэффициентов, учитывающих ослабление сигнала и влияние диаграмм направленности на интервале синтезирования апертуры антенны, соответственно.

Учтем, что $|\dot{G}_A(r)|^2 = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_A^P(r)$,
 $|\dot{K}_A(r)|^2 = K_A^P(r)$, где $G_A^P(r)$ и

$K_A^P(r)$ – коэффициент усиления антенны и коэффициент затухания по мощности (последний определяется выражением

$$K^P(r) = \frac{1}{4\pi R^2(t, r)},$$

а также используем выражение для функции неопределенности при оценке УЭПР с учетом нормировки

$$\dot{\Psi}_{ik}(r, r_1) = \sqrt{2E_{ik}(r_1)E_{ik}^R(r_1)} \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1),$$

причем $\tilde{\Psi}_{ik}(r, r) = 1$. В результате выражение (5.29) примет вид:

$$\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{2} \frac{\lambda^2}{4\pi} \frac{G_k^P(r_1)}{4\pi R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{4\pi R_i^2(r_1)} E_{ik}(r_1) E_{ik}^R(r_1) \int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1) dr, \quad (8)$$

где $E_{ik}(r_1) = P_{ik} T(r_1)$ – энергия сигнала, излученная передатчиком мощностью P_k и принимаемая в течение времени $T(r_1)$ – времени накопления или времени синтеза апертуры для точки r_1 .

В последнем выражении проведем замену

$$\int_D \sigma_{ik}^0[r, p(r)] \tilde{\Psi}_{ik}(r, r_1) dr = \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik}$$

, где $\sigma_{Aik}^0(r_1)$ – средняя удельная эффективная поверхность рассеяния в окрестности точки r_1 , ограниченной квадратом модуля функции неопределенности; ΔX_{ik} и ΔY_{ik} – разрешающая способность РСА в бистатической паре i-k по осям ОХ и ОУ, соответственно. Окончательно, выражение (5.28) запишем в виде:

$$\langle |\dot{Y}_{Sik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{1}{2} \frac{\lambda^2}{(4\pi)^3} \frac{G_k^P(r_1)}{R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{R_i^2(r_1)} E_{ik}(r_1) E_{ik}^R(r_1) \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik}. \quad (9)$$

Рассчитаем величину $\langle |\dot{Y}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle$:

$$\langle |\dot{Y}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle = \int_0^T \int_0^T \langle n(t) n(t') \rangle \dot{S}_{ik}^R(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t', r_1) dt dt', \quad (10)$$

На основании принятой модели аддитивного шума последнее выражение можно записать так:

$$\langle |\dot{Y}_{Nik}(r_1)|^2 \rangle = \frac{N_0}{2} \int_0^T \dot{S}_{Rik}(t, r_1) \dot{S}_{ik}^{R*}(t, r_1) dt = N_0 E_{ik}^R(r_1). \quad (11)$$

Отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра с учетом полученных выражений (5.32) и (5.33) для ортогональных групп сигналов будет следующим:

$$\mu_{ik}(r_1) = \frac{E_{ik}(r_1)}{2N_0} \frac{\lambda_k^2}{(4\pi)^3} \frac{G_k^P(r_1)}{R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{R_i^2(r_1)} \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik}, \quad (12)$$

Это выражение определяет энергетическое отношение сигнал/помеха на выходе согласованного фильтра в бистатистической системе дистанционного зондирования с синтезированием апертуры

антенны для произвольной точки пространства. Это же отношение для всей поверхности определяется интегральным значением

$$\mu_{Dik} = \int_D \frac{E_{ik}(r_1)}{2N_0} \frac{\lambda_k^2}{(4\pi)^3} \frac{G_k^P(r_1)}{R_k^2(r_1)} \frac{G_i^P(r_1)}{R_i^2(r_1)} \sigma_{Aik}^0(r_1) \Delta X_{ik} \Delta Y_{ik} dr_1. \quad (13)$$

Для импульсных излучаемых сигналов выражение сигнал/помеха модифицируется с учетом того, что энергия пакета импульсов представляет собой произведение $E_k = N_k \tau_k P_k$, где N_k – число импульсов на интервале синтеза апертуры T для заданного периода повторения T_R ,

$$N_k = \frac{T}{T_R}; \quad \tau_k - \text{длительность одиночного}$$

импульса; P_k – мощность передатчика.

Полученные выражения могут служить основой для оптимизации многопозиционных систем дистанционного зондирования как обзорных, так и с синтезированием апертуры по энергетическим показателям [4, 5].

Список литературы:

1. Цифровая обработка сигналов / Ксендзук А.В., Басараб М.А., Волосюк В.К. и др. Физматлит, 2018. – 564 с.
2. Волосюк В.К. Физические основы дистанционного зондирования природных сред радиотехническими средствами аэрокосмического базирования. – Харьков: Харьк. авиац. ин-т., 1997. – 98 с.
3. Радиолокационные методы исследования земли / Мельник Ю.А. и др. – М.: Советское радио, 1980. – 264 с.
4. Шмелев А.Б. Рассеяние волн статистически неровными поверхностями // Успехи физических наук. – 2022. – т. 106. – С. 459–475.
5. Борзов А.Б., Соколов А.В., Сучков В.Б. Методы цифрового моделирования радио-локационных характеристик сложных объектов на фоне природных и антропогенных образований // Зарубежная радиоэлектроника. – 2021. – № 5.

Комплексирование информации в радиолокационно-оптических системах обнаружения наземных и воздушных объектов

Information aggregation in radar-optical systems for detecting ground and air objects

Аннотация: в статье показана возможность комплексирования радиолокационной и визуальной информации на основе пространственно-временной математической модели системы «радиолокационная станция – оптико-электронный канал». Представлены результаты проведения натурного эксперимента, состав применяемого оборудования и результаты оценки адекватности предлагаемой модели. Представлены результаты оценки эффективности комплексирования визуальной и радиолокационной информации.

Abstract: the article shows the possibility of integrating radar and visual information based on the space-time mathematical model of the radar station – optical-electronic channel system. The results of a field experiment, the composition of the equipment used, and the results of evaluating the adequacy of the proposed model are presented. The results of evaluating the effectiveness of integrating visual and radar information are presented

Ключевые слова: комплексирование, радиолокационно-оптический комплекс, обнаружение, математическая модель, оптико-электронный канал, фотоприёмное устройство, цифровое изображение.

Keywords: integration, radar-optical complex, detection, mathematical model, optoelectronic channel, photodetector, digital image.

С развитием и распространением беспилотных летательных аппаратов все более актуальной становится задача организация защиты военных и государственных объектов от поражения летательными аппаратами данного класса [1, 2]. Кроме этого, активно развиваются средства наземной разведки, применяемые как при организации охраны стационарных объектов от возможного вторжения извне, так и при проведении разведки местности с целью выявления подозрительной активности и предупреждения о скоплении противника и возможных его намерениях.

Одними из эффективных средств, позволяющих вести разведку в любое время суток, практически не зависящих от погодных условий и прозрачности атмосферы, являются радиолокационные станции (РЛС). Но вместе с этим РЛС обладают достаточно малой информативностью. Поступающая от них

информация не позволяет в полной мере решать задачи распознавания и идентификации обнаруженных объектов [3].

По этой причине наиболее эффективным считается комплексное применение РЛС с оптико-электронными средствами наблюдения.

В этом случае РЛС выступает в роли системы «раннего» обнаружения и целеуказания [4], по координатной информации от которой принимается решение о предположительном типе объекта, его скорости и направлении движения, предположительном времени встречи. Для получения же детальной информации применяются более информативные оптические и оптико-электронные средства, решающие задачи повторного визуального обнаружения летательного аппарата или наземного объекта, его распознавания и идентификации, на основании которых

принимается решение о вероятности угрозы и принятии мер противодействия возможному удару по охраняемому объекту или наземному вторжению.

Примерами таких систем являются радиолокационно-оптический комплексы

(станции): «Радескан» (рисунок 1, а), «Енот-СД» (рисунок 1, б), «Роск-1» (рисунок 1, в), «Вега» (рисунок 1, г), «Спайдер» (рисунок 1, д), а также РЛС с ОЭК: «Кредо-1С» (рисунок 1, ж), «Сова-М» (рисунок 1, з) и «Роса-М» (рисунок 1, к).



а



б



в



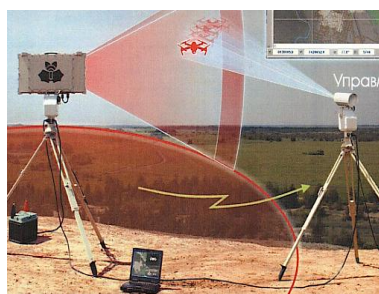
г



д



ж



з



к

Рис. 1. Примеры радиолокационно-оптических комплексов

Вместе с этим процесс совместной обработки разнородных по своей структуре координатной информации от РЛС и визуальной — от оптико-электронного канала (ОЭК) на

сегодняшний день реализуется для каждого канала отдельно. Вариантами организации рабочих мест оператора и обработки поступающей информации представлены на (рисунках 2 и 3).



Рис. 2. Вывод радиолокационной и визуальной информации на разные мониторы в комплексе «Кредо-1С»

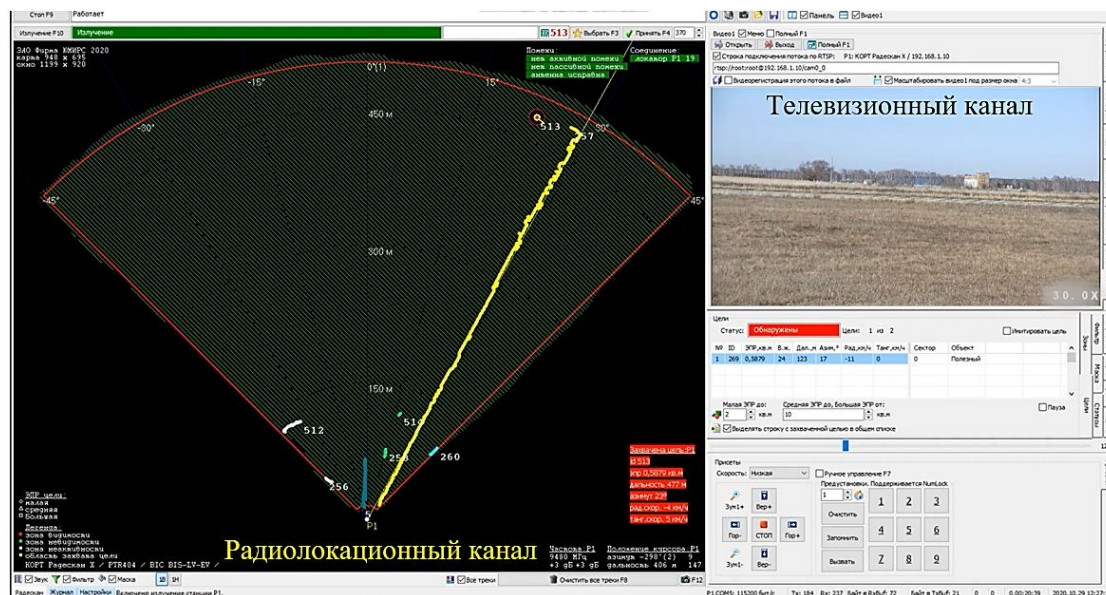


Рис. 3. Интерфейс программы управления радиолокационно-оптического комплекса «Радескан»

Ориентирование ОЭК на обнаруженный объект в данных комплексах осуществляется путём выработки сигналов наведения в горизонтальной и вертикальной плоскостях на основе обработки координатной информации от РЛС.

В результате повторный визуальный поиск объекта, его обнаружение, распознавание и идентификация проводятся оператором во всему полю зрения ОЭК и может затрачивать достаточно длительное время – от единиц до десятков секунд [5, 6] на

каждый объект в зависимости от его положения, формы, размеров, показателей контрастности, наличия похожих объектов и пр.

Кроме этого, на время поиска объекта помимо внешних условий и технических параметров ОЭК влияют субъективные качества и навыки оператора.

Для воздушных объектов характерна более простая фоноцелевая обстановка, но вместе с этим, присутствуют и ряд особенностей, связанных с более высокими

скоростями движения и временными интервалами предоставления информации от РЛС, проявляющиеся в следующем:

- скорость воздушного объекта может достигать от десятков до сотен метров в секунду, что приводит к значительному изменению его углового положения за единицу времени относительно ОЭК в процессе проведения визуального поиска, особенно при движении объекта на сравнительно близком расстоянии;

- темп предоставления координатной информации о воздушном объекте определяется скоростью $\Delta t_{РЛС}$ вращения антенны РЛС (например, для РЛС 1Л122 $\Delta t_{РЛС} = 2 \dots 4$ с, для других РЛС $\Delta t_{РЛС}$ может достигать от единиц до десятков секунд) и временем $t_{ПЕР}$, затрачиваемым на обработку и передачу информации на ОЭК.

В результате для скоростного воздушного объекта:

- повышается вероятность пропуска цели, по причине того, что к моменту наведения ОЭК воздушный объект,двигающийся со скоростью $v_{Ц}$, может преодолеть расстояние, превышающее угловые размеры поля зрения канала;

- из-за наличия промежутков времени $t_{ТЕМП} = \Delta t_{РЛС} + t_{ПЕР}$, являющихся темпом обновлении информации, наведение ОЭК на воздушный объект не может быть реализовано как непрерывный процесс. Это будет приводить к увеличению длительности процесса поиска, обнаружения, распознавания и идентификации скоростного объекта, или сделает данный процесс невозможным, если скоростной манёвренный объект будет двигаться на относительно близких дистанциях от ОЭК;

- увеличение длительности процесса визуального поиска, обнаружения и распознавания воздушного объекта через ОЭК уменьшает дальность, при которой может быть принято решение об угрозе и приняты меры противодействия возможному ущербу для охраняемого объекта.

Исходя из этого, на сегодняшний день

является актуальной задачей разработка и модернизация радиолокационно-оптических систем, направленная на реализацию одновременной непрерывной комплексной обработки радиолокационной и визуальной информации в режиме реального масштаба времени.

В связи с этим, для проведения комплексирования радиолокационной и визуальной информации предлагается пространственно-временная математическая модель системы «РЛС – ОЭК», устанавливающая взаимосвязь между координатами объекта, обнаруженного с помощью РЛС, и его изображением в поле зрения ОЭК.

Схема пространственных взаимосвязей между объектом, РЛС, мировой системой координат и ОЭК при проведении комплексирования, а также вариант внешнего вида отображаемой для оператора информации представлена на (рисунке 4).

Из представленной схемы видно, что визуальная информация, поступающая по тепловизионным или телевизионным ОЭК, как более информативная, определена как основная и представляется непосредственно оператору. Радиолокационная информация, как менее информативная, принимается второстепенной, выводится на экран в упрощённом минимальном объёме поверх визуальной информации. Подразумевается и переключение между тем или иным видом информации в зависимости от необходимости.

Сущность процесса комплексирования заключается в том, что координатная информации об обнаруженных объектах отображается непосредственно на обрабатываемых изображениях (видеоряде), получаемых с ОЭК, в виде графических элементов, позволяющих оценить положение интересующих объектов, трассы и направления их движения. При этом одновременно минимизируется процесс повторного визуального поиска объекта в поле зрения ОЭК, упрощается анализ фоноцелевой обстановки и сокращается время на принятие решения об организации противодействия

возможным действиям обнаруженного объекта.

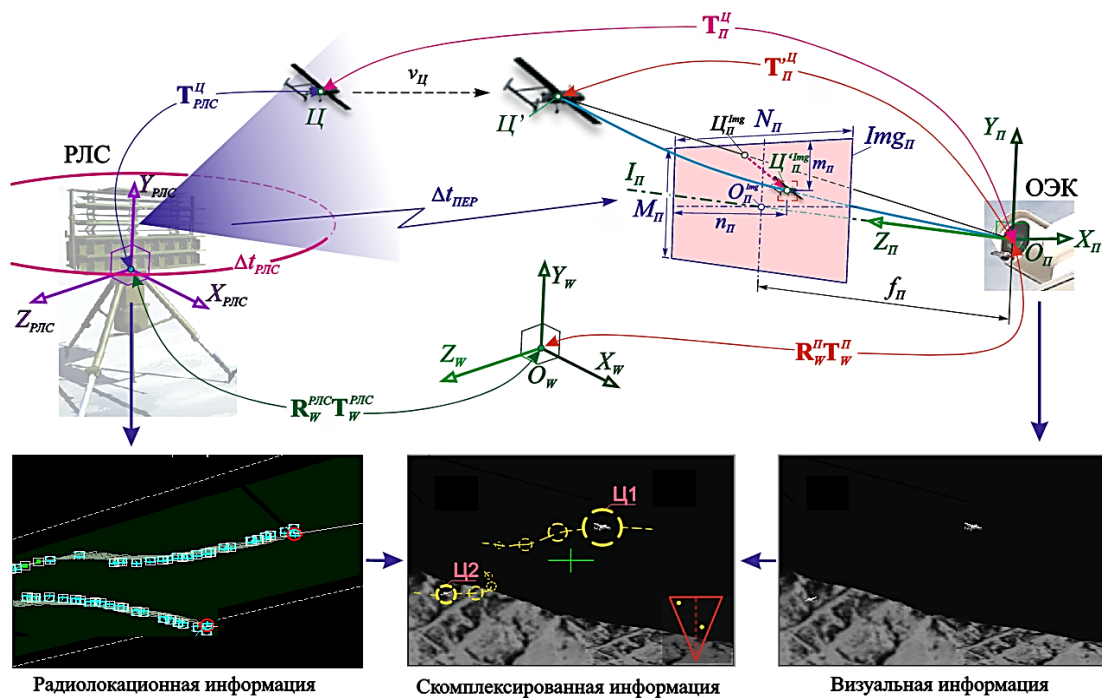


Рис. 4. Схема проведения комплексирования радиолокационной и визуальной информации

Кроме этого, такой подход в случае применения ОЭК в качестве канала наведения (стрелкового, зенитно-ракетного или артиллерийского) вооружения позволит реализовать предварительное наведение на объект, до появления его в поле зрения канала или выхода в область прямой видимости, а также автоматизировать процессы наведения, принятия решения о стрельбе или захвате объекта головкой самонаведения ракеты.

Структурно данная модель включает три составляющих (рисунок 5):

- составляющая, описывающая пространственный переход от координат обнаруженного объекта из системы координат (СК) $O_{RLC} X_{RLC} Y_{RLC} Z_{RLC}$ в мировую (внешнюю) СК $O_W X_W Y_W Z_W$ и далее – в СК $O_{\Pi} X_{\Pi} Y_{\Pi} Z_{\Pi}$ непосредственно ОЭК;

- составляющая, описывающая межкадровое расчётное (прогнозируемое) положение изображения обнаруженного с помощью РЛС объекта в поле зрения ОЭК с учётом темпа предоставления информации и скорости смены кадров изображений на экране ЭВМ;

- составляющая, направленная на последовательный переход от трёхмерных координат интересующего объекта в СК $O_{\Pi} X_{\Pi} Y_{\Pi} Z_{\Pi}$ ОЭК в трёхмерные координаты в плоскости цифрового изображения Img_{Π} , компенсацию нелинейных искажений и вычисление пиксельных координат изображения объекта, его трасы и вектора движения на обрабатываемом видеоизображении.

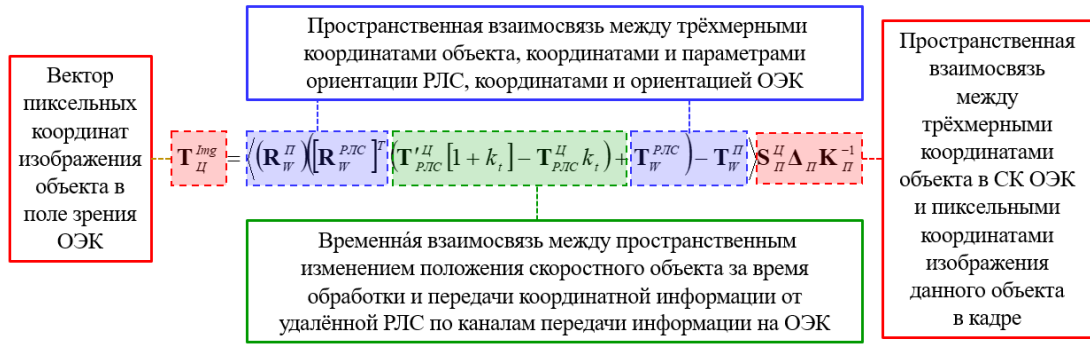


Рис. 5. Структура пространственно-временной математической модели «РЛС – ОЭК»

Математическая модель

$$\mathbf{T}_C^{Img} = \left\langle \left(\mathbf{R}_W^{\Pi} \right) \left[\mathbf{R}_W^{PLC} \right]^T \left(\mathbf{T}_{PLC}'^C [1 + k_t] - \mathbf{T}_{PLC}^C k_t \right) + \mathbf{T}_W^{PLC} - \mathbf{T}_W^{\Pi} \right\rangle \mathbf{S}_{\Pi}^C \Delta_{\Pi} \mathbf{K}_{\Pi}^{-1}, \quad (1)$$

при проведении комплексирования радиолокационной и визуальной информации, должна включать в себя следующую информацию:

$\mathbf{T}_{PLC}^C = (x_{PLC}^C \ y_{PLC}^C \ z_{PLC}^C)$ и $\mathbf{T}_{PLC}'^C = (x_{PLC}'^C \ y_{PLC}'^C \ z_{PLC}'^C)$ – векторы координат обнаруженного объекта C в СК РЛС $O_{PLC} X_{PLC} Y_{PLC} Z_{PLC}$ в начальный момент времени и через промежуток времени $t_{ТЕМП}$ (объект C' на рисунке 3);

$\mathbf{T}_W^{PLC} = (x_W^{PLC} \ y_W^{PLC} \ z_W^{PLC})$ – вектор, содержащий координаты начала СК РЛС $O_{PLC} X_{PLC} Y_{PLC} Z_{PLC}$ во внешней (мировой) СК $O_W X_W Y_W Z_W$;

$\mathbf{R}_W^{PLC} = \mathbf{R}_W^{\alpha} \mathbf{R}_W^{\beta} \mathbf{R}_W^{\varphi}$ – матрица текущей ориентации осей СК РЛС $O_{PLC} X_{PLC} Y_{PLC} Z_{PLC}$ во внешней (мировой) СК $O_W X_W Y_W Z_W$, определяемая последовательностью пространственных поворотов на углы α_W^{PLC} , β_W^{PLC} , φ_W^{PLC} , соответственно, в горизонтальной, вертикальной и поперечной плоскостях;

$$\mathbf{R}_W^{\alpha} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\alpha_W^{PLC}) & -\sin(\alpha_W^{PLC}) \\ 0 & \sin(\alpha_W^{PLC}) & \cos(\alpha_W^{PLC}) \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{R}_W^{\beta} = \begin{pmatrix} \cos(\beta_W^{PLC}) & 0 & \sin(\beta_W^{PLC}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\beta_W^{PLC}) & 0 & \cos(\beta_W^{PLC}) \end{pmatrix},$$

$$\mathbf{R}_W^{\varphi} = \begin{pmatrix} \cos(\varphi_W^{PLC}) & -\sin(\varphi_W^{PLC}) & 0 \\ \sin(\varphi_W^{PLC}) & \cos(\varphi_W^{PLC}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{– матрицы}$$

поворотов СК РЛС $O_{PLC} X_{PLC} Y_{PLC} Z_{PLC}$ относительно осей СК $O_W X_W Y_W Z_W$;

$\mathbf{T}_W^{\Pi} = (x_W^{\Pi} \ y_W^{\Pi} \ z_W^{\Pi})$ – вектор координат, характеризующий положение ОЭК в СК $O_W X_W Y_W Z_W$;

$\mathbf{R}_W^{\Pi}$ – матрица ориентации осей СК $O_{\Pi} X_{\Pi} Y_{\Pi} Z_{\Pi}$ ОЭК относительно СК $O_W X_W Y_W Z_W$, соответственно на углы α_W^{Π} , β_W^{Π} и φ_W^{Π} . Последовательность получения $\mathbf{R}_W^{\Pi}$ аналогична последовательности нахождения матрицы $\mathbf{R}_W^{PLC}$;

$k_t = t_{FPS} / (\Delta t_{PLC} + t_{ПЕР})$ – коэффициент относительности между временами смены кадров, вращения антенны и передачи информации об обнаруженном объекте, поступающей от удалённой РЛС;

$$\mathbf{S}_{\Pi}^{\Pi} = \begin{pmatrix} s_{\Pi}^{\Pi} & 0 & 0 \\ 0 & s_{\Pi}^{\Pi} & 0 \\ 0 & 0 & s_{\Pi}^{\Pi} \end{pmatrix} - \text{матрица}$$

проецирования, позволяющая осуществить переход от трёхмерных координат объекта, описываемых вектором

$\mathbf{T}_{\Pi}^{\Pi} = (x_{\Pi}^{\Pi} \ y_{\Pi}^{\Pi} \ z_{\Pi}^{\Pi})$, к трёхмерным координатам его изображения в виде вектора $\mathbf{T}_{\Pi}^{Img} = (x_{\Pi}^{Img} \ y_{\Pi}^{Img} \ z_{\Pi}^{Img})$ в СК $O_{\Pi}X_{\Pi}Y_{\Pi}Z_{\Pi}$ [7];

$s_{\Pi}^{\Pi} = f_{\Pi} / z_{\Pi}^{\Pi}$ – коэффициент проецирования;

$$\Delta x_{\Pi}^{Img} = a_0 + a_1(x_{\Pi}^{Img} - x_P^{Img}) + \dots + a_{q-1}(x_{\Pi}^{Img} - x_P^{Img})^{q-1} + a_q(x_{\Pi}^{Img} - x_P^{Img})^q; \quad (2)$$

$$\Delta y_{\Pi}^{Img} = b_0 + b_1(y_{\Pi}^{Img} - y_P^{Img}) + \dots + b_{q-1}(y_{\Pi}^{Img} - y_P^{Img})^{q-1} + b_q(y_{\Pi}^{Img} - y_P^{Img})^q, \quad (3)$$

где q – порядок полиномов Δx_{Π}^{Img} и Δy_{Π}^{Img} ;

$a_0, a_1, \dots, a_{q-1}, a_q$ и $b_0, b_1, \dots, b_{q-1}, b_q$ – коэффициенты полиномов Δx_{Π}^{Img} и Δy_{Π}^{Img} ;

$$\mathbf{K}_{\Pi} = \begin{pmatrix} -p_{\Pi}^x & 0 & 0 \\ 0 & -p_{\Pi}^y & 0 \\ 0,5p_{\Pi}^x(N_{\Pi}-1) & 0,5p_{\Pi}^y(M_{\Pi}-1) & f_{\Pi} \end{pmatrix}$$

– матрица внутренних параметров ОЭК;

$\mathbf{T}_{\Pi}^{Img} = (n_{\Pi} \ m_{\Pi} \ 1)$ – вектор, содержащий номер строки n_{Π} и столбца m_{Π} изображения объекта на обрабатываемом цифровом изображении Img_{Π} ;

p_j^x и p_j^y – величины физических размеров пикселей фотоприёмного устройства (ФПУ) ОЭК, соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях;

N_{Π} и M_{Π} – величины горизонтального и вертикального разрешения ФПУ.

f_{Π} – величина фокусного расстояния объектива ОЭК;

$$\Delta_{\Pi} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \Delta x_{\Pi}^{Img} & \Delta y_{\Pi}^{Img} & 1 \end{pmatrix} - \text{матрица}$$

коррекции, предназначенная для компенсации нелинейных искажений [7-12] ОЭК на величины Δx_{Π}^{Img} и Δy_{Π}^{Img} между действительными x_{Π}^{Img} , y_{Π}^{Img} и расчётными x_P^{Img} , y_P^{Img} координатами изображения объекта в кадре, вычисляемые согласно выражений:

В рамках рассматриваемой модели принято:

- СК $O_{\Pi}X_{\Pi}Y_{\Pi}Z_{\Pi}$ ОЭК размещается началом O_{Π} в оптическом центре объектива, ось $O_{\Pi}Z_{\Pi}$ направлена вдоль оптической оси I_{Π} ОЭК, ось $O_{\Pi}Y_{\Pi}$ – вверх вдоль столбцов, а ось $O_{\Pi}X_{\Pi}$ – влево вдоль строк ФПУ;

- цифровое изображение Img_{Π} пространственно находится на оптической оси I_{Π} на фокусном расстоянии f_{Π} объектива ОЭК (соответственно, в положительном направлении оси $O_{\Pi}Z_{\Pi}$ СК $O_{\Pi}X_{\Pi}Y_{\Pi}Z_{\Pi}$);

- горизонтальное N_{Π} и вертикальное M_{Π} разрешение приравниваются к физическому разрешению ФПУ;

- размеры пикселей изображения Img_{Π} принимаются равными, соответственно, в горизонтальной и вертикальной плоскостях физическим размерам пикселей ФПУ.

Проверка адекватности модели и возможности проведения комплексирования радиолокационной и визуальной информации РЛС 1Л122М

осуществлялась на демонстрационно-действующей установке (рисунок 6).

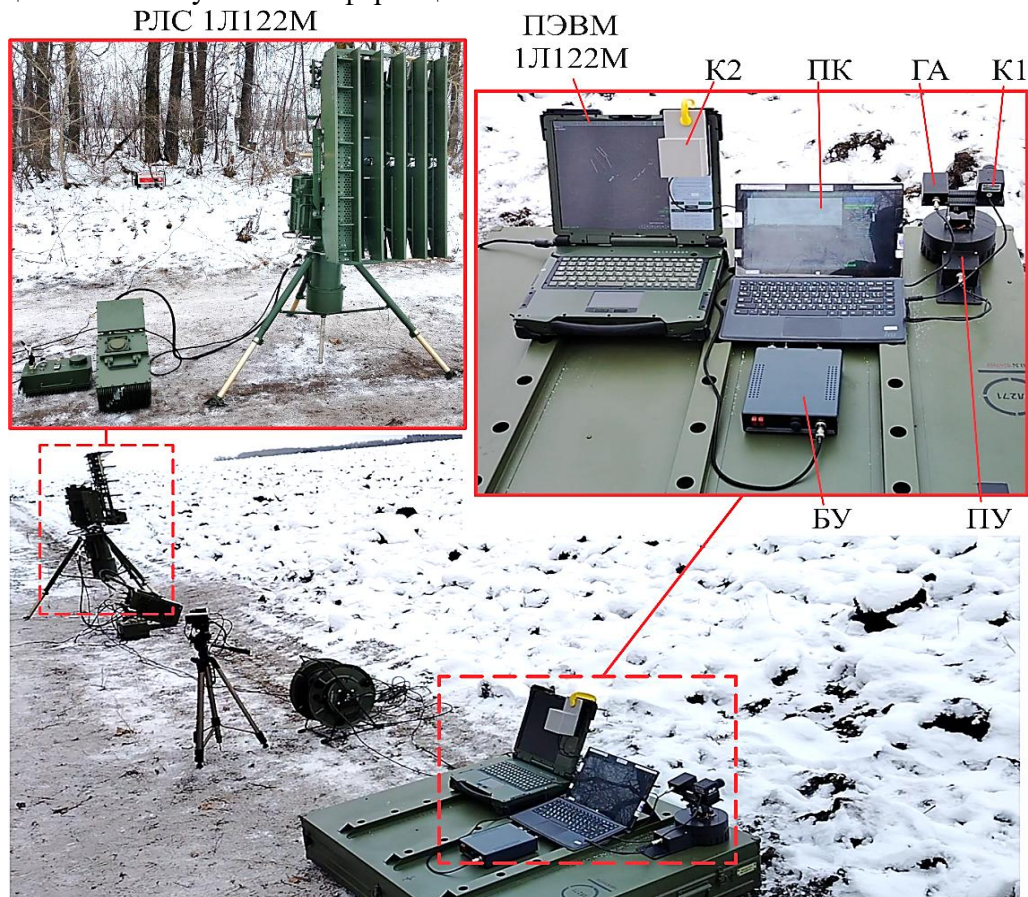


Рис. 6. Внешний вид демонстрационно-действующей установки

Функционально установка включала в себя следующие элементы:

- персональный компьютер (ПК), обеспечивающий приём и обработку данных с цифровых видеокамер К1 и К2, датчиков угла сервоприводов, гироскопа-акселерометра ГА и визуальное выделение обнаруженных целей в поле зрения камеры К1;
- блок управления (БУ), предназначенный для формирования сигналов управления сервоприводами вертикального и горизонтального наведения, считывания данных о текущем угловом положении сервоприводов и данных с гироскопа-акселерометра ГА;
- поворотное устройство ПУ, обеспечивающее вертикальное и горизонтальное наведение цифровой видеокамеры К1;
- гироскоп-акселерометр ГА,

предназначенный для автоматического определения текущего уровня горизонта камеры К1;

- камера К1, имитирующая ОЭК;
- камера К2, предназначенная для согласования ПК и радиолокационной станции 1Л122М путём регистрации видеоряда с монитора ПрЭВМ 1Л122М с текущими координатами обнаруженных целей;
- радиолокационная станция 1Л122М (в режиме секторного обзора), включающая ПрЭВМ, блок обработки, антенную решётку и опорно-поворотное устройство, обеспечивающая обнаружение, автоматическое сопровождение и определение координат целей в заданном секторе разведки.

В качестве модуля управления сервоприводами и ГА применена плата Arduino UNO R3, построенная на базе

микроконтроллера ATmega328P.

В качестве датчика горизонтального расположения камеры К1 применён модуль GY-9250 на микросхеме MPU-9250 это 9-ти осевое устройство 3-х осевой гироскоп, 3-х осевой акселерометр и 3-х осевой магнитометр [13].

Программа для ЭВМ [14] (рисунок 7), обеспечивающая объединение координатной информации от РЛС и визуальной информации от видеокамеры К1, выполнена на языке G в среде графического программирования LabVIEW.

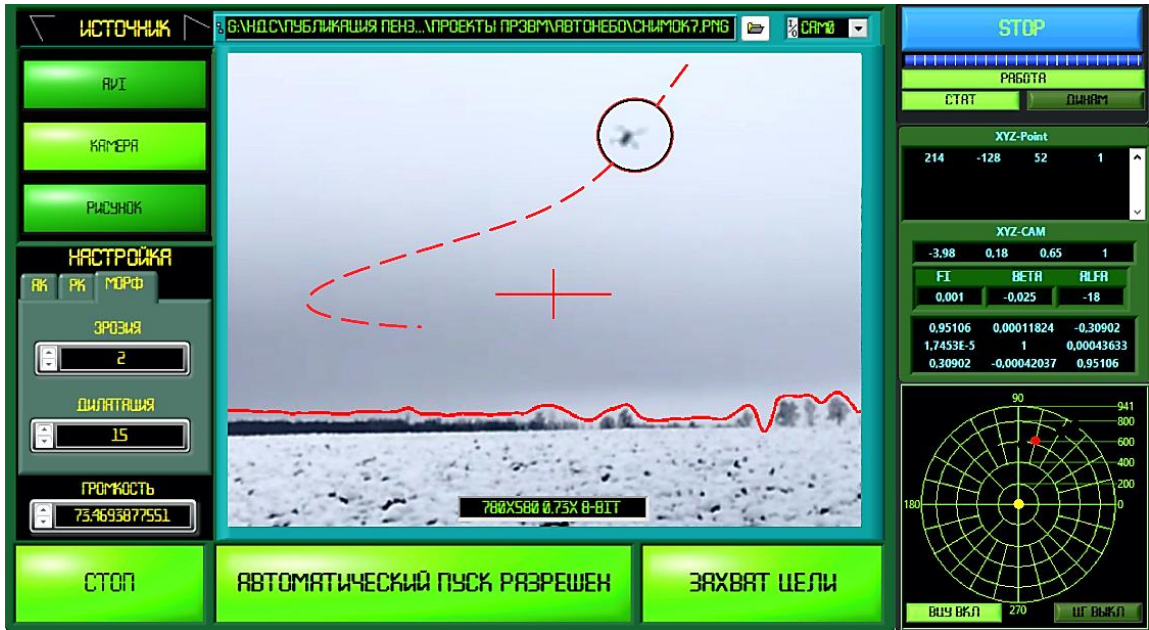


Рис. 7. Интерфейс программы

Дополнительно в её составе для обеспечения информационно-технического сопряжения РЛС 1Л122М и ПК применён программный модуль распознавания текстовых символов (рисунок 8). Работа модуля

основана на встроенной в дополнение IMAQ Vision [15] возможности осуществлять распознавание текстовых символов на цифровом изображении видеокамеры К2 на основе обучаемого алгоритма.

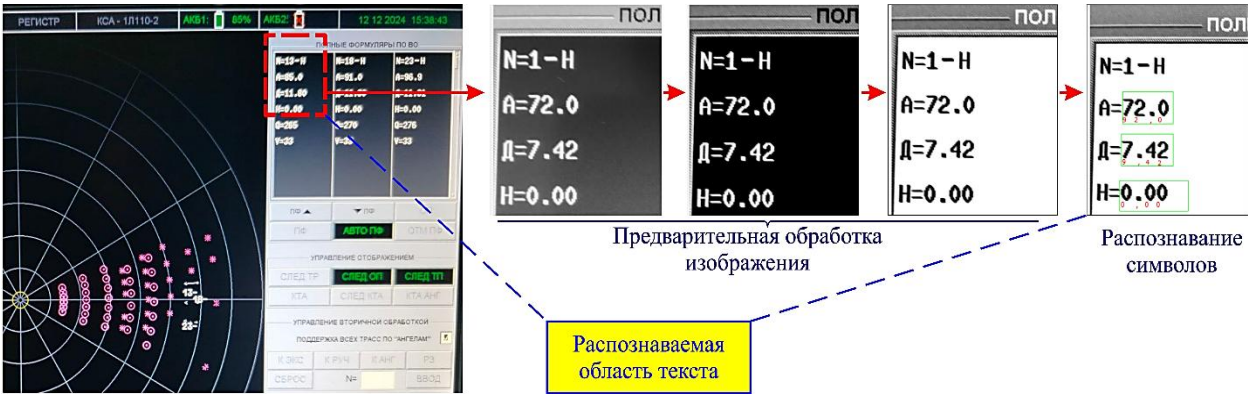


Рис. 8. Иллюстрация процесса автоматического распознавания координатной информации с экрана ПрЭВМ РЛС 1Л122М

При оценке адекватности модели проводилось сопоставление расстояний $R_{ОВ}$ от центра $O_{П}^{img}$ обрабатываемого изображения до центра области

выделения объекта и расстояния $R_{Ц}$ – до изображения самого объекта (рисунок 9) согласно выражений:

$$R_{OB,Ц} = \sqrt{(n'_{OB,Ц})^2 + (m'_{OB,Ц})^2}; \quad (4)$$

$$n'_{OB,Ц} = n_{OB,Ц} - 0,5N_{\Pi}; \quad (5)$$

$$m'_{OB,Ц} = m_{OB,Ц} - 0,5M_{\Pi}. \quad (6)$$

При таком подходе значения R_{OB} представляют собой теоретические данные, т.е. полученные на основе разработанной модели, а значения $R_{Ц}$ – практические данные, полученные на основе определения действующего положения изображения объекта относительно оптической оси ОЭК.

Кривые, характеризующие трассу объекта, местоположение области его

выделения (ОВ) на изображении представлены на (рисунке 10).

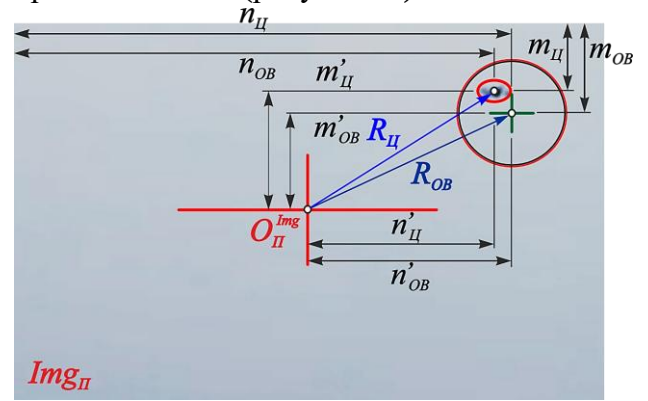


Рис. 9. Схема определения удаления области выделения и изображения объекта относительно центра изображения

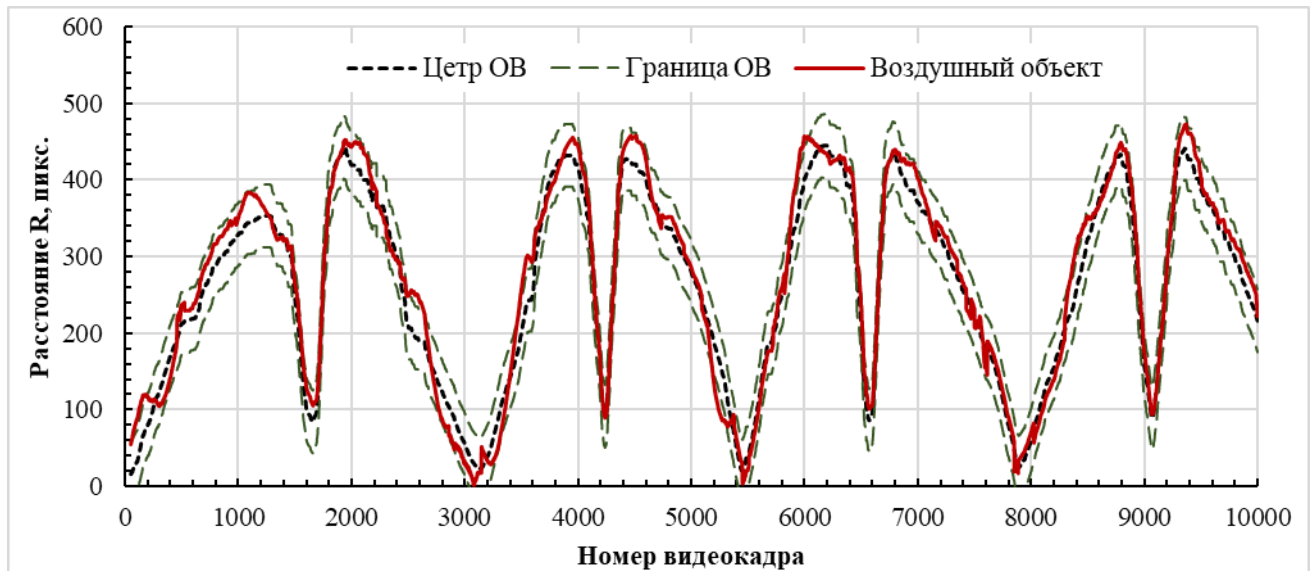


Рис. 10. Кривые изменения расстояний R_{OB} и $R_{Ц}$

Как видно из представленных зависимостей полученные данные обладают достаточно высокой степенью сходимости. Показатели тесноты связи между фактическими и полученными на основе применения модели данными могут быть признаны статистически значимыми, а модель – адекватной.

Проведённое моделирование процесса визуального поиска объекта [6], находящегося на дистанции 1,5 км, показали (рисунок 11), что при разных погодных условиях коэффициент относительной эффективности (отношение времени при визуальном поиске и времени

при графическом выделении объекта на основе координатной информации от РЛС) радиолокационно-оптического комплекса практически не изменяется и в среднем составляет 3,28. При этом, минимальная эффективность 2,47 наблюдается при моделировании наихудших условий наблюдения, т.е. при снижении освещённости и наличии в атмосфере лёгкого тумана.

В целом среднее время визуального поиска объектов при всех смоделированных условиях наблюдения при графическом выделении трассы, объекта и направления его движения на основе радиолокационной

информации составляет 1,06 с, средний коэффициент относительной эффективности равен 3,01.

При этом, наибольшее значение коэффициент относительной эффективности достигает в условиях

наличия в поле зрения канала наведения объектов схожих по своей конфигурации с интересующим наземной или воздушной целью. В данных условиях эффективность проведения комплексирования может достигать 14 раз.

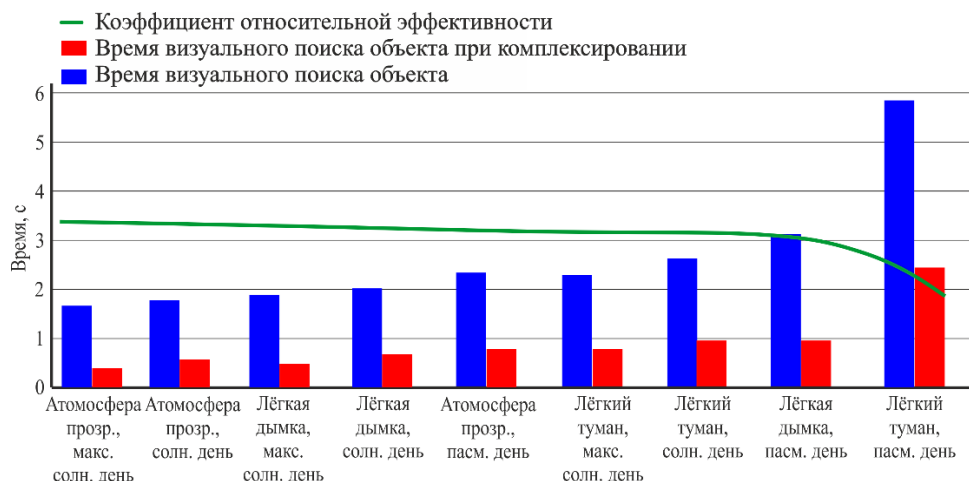


Рис. 11. Диаграммы результатов моделирования визуального поиска объекта

Таким образом показана возможность проведения комплексирования радиолокационной и визуальной информации. Полученная пространственно-временная модель системы «РЛС – ОЭКН» может быть использована при разработке алгоритмического и программного обеспечения, связанного с внедрением

существующие и вновь разрабатываемые радиолокационно-оптические системы обнаружения, и повысить их эффективность применения за счёт реализации индикации местоположения движущихся объектов непосредственно в поле зрения ОЭК на основе координатной информации от РЛС.

Список литературы:

1. Макаренко, С.И., Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография. – СПб: Научно-технологические технологии, 2020. – 204с.
2. Ковылов, О.В., Противодействие применению беспилотных воздушных судов в противоправных целях, Доклады и статьи ежегодной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения комплексов с беспилотными летательными аппаратами» – Коломна: 924 Государственный центр беспилотной авиации Министерства Обороны Российской Федерации, 2016 г. – 274 с.
3. Обработка радиолокационных изображений: монография / Л.Г. Доросинский, Н.С. Виноградова, О.Ю. Иванов. – М: Издательский дом Академии Естествознания, 2021. – 334 с.
4. Зубарь, А.В. Анализ систем и способов проведения внешнего целеуказания для зенитно-ракетных комплексов / А.В. Зубарь, Д.В. Бызов, Р.А. Ратов // Молодёжь. Образование. Наука: научный журнал №1(18). – Пенза: Филиал ВА МТО, ПАИИ, 2023. С. 243-251
5. Зубарь, А.В. Влияние применения процесса индикации целей в полях зрения прицелов при проведении автоматического внешнего целеуказания / А.В. Зубарь, В.И. Кирнос // Наука и военная безопасность. – Омск: ОАБИИ, 2020. – №1(20). – С.19–26.

6. Зубарь, А.В. Концепция информационной обзорно-панорамной системы видеонаблюдения / А.В. Зубарь // Электронные информационные системы. – Зеленоград: АО «НТЦ ЭЛИНС», 2021. – № 1 (28). – С. 28–43.
7. Зубарь, А.В. Математическая модель цифрового оптико-электронного видеоканала как элемента системы технического зрения / А.В. Зубарь, В.И. Кирнос, В.П. Пивоваров // Современное состояние и перспективы развития специальных систем радиосвязи и радиоуправления [Электронный ресурс]: сборник докладов Всероссийской юбилейной научно-технической конференции (Омск, 3-5 октября 2018 г.). – Электрон. текст. дан. – Омск: ОНИИП, 2018 г. С. 225-232. ISBN 978-5-9909318-8-6
8. Brown, D. Close-range camera calibration // Photogrammetric Engineering, 1971. vol. 37, pp. 855-866.
9. Brown, D. C. The Bundle Adjustment - Progress and Prospects // International Archives of Photogrammetry 21, 1976. vol. 3, pp. 1–33
10. Clarke T., Fryer J. The development of camera calibration methods and models. Photogrammetric Record, 1998, 16(91), pp. 51-66.
11. Семенцов А.В., Никитин В.Н. Сравнение результатов калибровки камер, полученных с использованием различных методик и моделей дисторсии // Интерэкспо Гео-Сибирь, 2015. т. 4. №4. С. 17-23.
12. Кульчицкий А.А., Абакумов И.И. Исследование моделей калибровки камер технического зрения для программной компенсации искажений в системах контроля геометрических параметров объектов // Инновационная Наука, 2015. №10. С. 86-90.
13. Бекмачев, А. МЭМС-гироскопы и акселерометры SiliconSensing: английские традиции, японские технологии / А. Бекмачев // Обозреватель. Компоненты и технологии. – 2014. – №4 – С. 4–7.
14. Свид. о гос. рег. ПрЭВМ 2024610807, Программа реализации визуального целеуказания / А.В. Зубарь. Д.В. Бызов, Р.А. Ратов, А.А. Коноплёв. – заявл. 14.12.23; опубл. 15.01.2024.
15. Визильтер, Ю. В. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision / Ю.В. Визильтер, С.Ю. Желтов, В.А. Князь и др. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.

Особенности адаптации к действиям в условиях низкой температуры воздуха

Features of adaptation to actions in conditions of low air temperature

Аннотация. В целом организм человека – это саморегулирующая система, но ее возможности в сохранении температурного гомеостаза весьма ограничены биологическими особенностями строения тела и физиологического функционирования внутренних систем жизнеобеспечения человека. К условиям низких температур человек приспособился в основном за счет социальных факторов: жилья и одежды. Исследования показали, что у лиц, систематически находящихся на холоде, вырабатывается способность к акклиматизации, выражающаяся в большей подвижности стенок сосудов, позволяющая быстро восстанавливать нормальное кровоснабжение тканей.

Abstract. The human body is a self-regulating system, but its capabilities in maintaining temperature homeostasis are very limited by the biological features of the body structure and the physiological functioning of human internal life support systems. People have adapted to low temperature conditions mainly due to social factors: housing and clothing. Studies have shown that people who are systematically exposed to the cold develop the ability to acclimatize, which is expressed in greater mobility of the walls of blood vessels, allowing them to quickly restore normal blood supply to tissues.

Ключевые слова. Теплопродукция организма, снижение теплотерь, адаптация, тепловое состояние человека, климатические факторы.

Keywords. Heat production of the body, reduction of heat loss, adaptation, human thermal state, climatic factors.

В среде с низкой, некомфортной температурой незначительное снижение теплотерь тела человека происходит за счет уменьшения градиента температуры между поверхностью тела и среды в результате охлаждения рецепторов кожи, под влиянием этого спазмирования кровеносных сосудов и увеличения термического сопротивления тканей организма. С течением времени постепенно происходит адаптация организма человека к пониженным температурам.

Исследования показали, что у лиц, систематически находящихся на холоде, вырабатывается способность к акклиматизации, выражающаяся в большей подвижности стенок сосудов, позволяющая быстро восстанавливать нормальное кровоснабжение тканей.

В физиологических исследованиях установлено, что термостабильное состояние человека сохраняется при

равновесии между теплообразованием и теплоотдачей организма, которая зависит от физиологических факторов организма, физиологической активности и степени акклиматизации к холоду. Среднее значение теплопродукции человека в состоянии покоя равно 40-50 ккал / (м²·час).

На интенсивность тепловых потерь влияют процессы физиологической регуляции организма человека и факторы климата окружающей среды. Человек отдает в окружающую среду тепло, которое продуцирует сам и теряет в виде радиации пятью основными способами: кондукцией, конвекцией, радиационным излучением, дыханием и испарением пота.

Вклад потерь тепла за счет кондукции при использовании теплозащитной одежды обычно незначителен и им пренебрегают.

Конвективные потери зависят от температуры окружающей среды, скорости движения воздуха, конструкции

теплозащитной одежды.

Почти половина потерь тепла (43,9-59,1 %) происходит радиационным излучением.

Потери тепла при дыхании обычно составляют 2-3 %, а при температуре минус 40° С достигают 10%.

Потоотделение усиливается под воздействием теплового раздражения, эмоциональных стимулов, напряжения или волнения.

В результате, как отмечают исследователи, основной вклад в интенсивность тепловых потерь вносят конвекция и радиационное излучение.

Низкие температуры окружающей среды оказывают влияние и на функционирование внутренних органов. При значительном охлаждении растет число тромбоцитов и эритроцитов в крови, увеличивается содержание холестерина, вязкость крови, что нарушает работу кровеносной системы и повышает возможность тромбообразования. Холод способствует возникновению различных сердечно-сосудистых патологий, что приводит к вегетососудистой дистонии, обострению язвенной болезни, радикулита и ревматизма и обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания: бронхита, пневмонии, тонзиллита.

Если на начальных этапах адаптации к пониженным температурам преобладают острые воспалительные заболевания и обостряются уже имеющиеся патологические процессы, то через 3-5 лет в структуре заболеваемости начинают преобладать ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, а

также различные нарушения со стороны эндокринной системы. Все эти заболевания являются следствием хронического стресса и связаны с глубокими перестройками метаболизма систем эндокринной регуляции и состоянием иммунологической реактивности.

Внешнее проявление локального и общего охлаждения человека наблюдается как изменение его двигательной активности и реакции, нарушение общей координации и способности выполнять точные операции. Более глубокое воздействие холода на организм инициирует тормозные процессы в коре головного мозга, что может стать причиной возникновения различных форм травматизма. В результате, кроме потери здоровья человека, возрастают потери рабочего времени, связанные с временной утратой работоспособности.

При охлаждении человека для сохранения его работоспособности необходимо знать пределы переносимости холода организмом. На основании исследований теплообмена человека с окружающей средой разработаны показатели допустимого теплового состояния человека, которые приведены ниже в таблице, из которой видно, что увеличение физической активности способствует лучшей переносимости охлаждающего воздействия, не смотря на снижение средневзвешенной температуры кожи.

Таким образом, тепловое состояние человека определяется климатическими факторами, индивидуальными особенностями человека и теплозащитной одеждой.

Таблица

Критерии допустимого теплового состояния человека (нижняя граница)

Показатель теплового состояния человека	Энерготраты, Вт/м2				
	69	87	113	145	177
Температура тела ректальная t_{pr} , 0° С	37,0	37,2	37,3	37,5	37,7
Средневзвешенная температура кожи $t_{кв}$, 0°С	32,0	31,5	31,1	30,0	29,0
Средняя температура тела $t_{т}$, 0° С	34,9	34,9	34,9	34,9	34,9
Изменение теплосодержания $\Delta Q_{тс}$, кДж/кг	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
Увеличение частоты сердечных сокращений $\Delta ЧСС$, уд/мин	5	6	10	15	25
Влагопотери ΔR , г/ч	не характерны				
Теплоощущения T_0 , баллы	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Разность между температурой кожи груди и стопы ($t_{кг} - t_{кс}$), 0° С	6,0	6,0	не характерны		
Температура тыла кисти $t_{тк}$, 0° С	25,0	24,5	24,0	23,5	23,0
Температура тыла стопы $t_{тс}$, 0° С	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0

Список литературы:

1. Григорьев И.И. Погода и здоровье. Уч.-метод. пос. – М.: 1996.
2. Дубровская С.В. Метеочувствительность и здоровье. – М.: 2011.
3. Иванова Е.С., Уянаева А.И., Разумов А.Н., Мухарлямов Ф.Ю., Иванов С.Г. Метеочувствительность у лиц с риском развития артериальной гипертензии // Материалы Междунар. науч. конгресса и 62-й сессии Ген. Ассамблеи (ФЕМТЕК) / Ред. Н.А. Стороженко.
4. Зуев В.Н., Койносов П.Г. Влияние занятий национальными видами спорта на физическое развитие организма коренных народностей Тюменского Севера // Проблемы развития физической культуры и спорта в условиях Сибири и Кр. Севера: Сб. науч. статей. – Омск: СибГАФК, 1995. – С.11-13.
5. Зуев В.Н., Койносов П.Г. Физическая культура в жизни коренных народностей Севера // Состояние и перспективы совершенствования физической культуры в системе образования: Материалы науч. конф. – Омск: СибГАФК, 1996. – С.26-27.
6. Структурные основы адаптации и компенсации нарушенных функций / под ред. Д.С. Саркисова. – Москва : Медицина, 1987. – 448 с.
7. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В. Хронотип и устойчивость к психоэмоциональному стрессу в дискомфортных климатогеографических условиях // Медицинские науки. Фундаментальные исследования – 2012. – № 12 – С. 154-160.

Математическое моделирование и прогнозирование успешности обучения в адъюнктуре на основе анализа исследовательской активности курсантов**Mathematical modeling and forecasting of successful adjunct study based on analysis of research activity of cadets**

Аннотация. Настоящее исследование посвящено разрешению системного противоречия в сфере подготовки научных кадров для Вооруженных Сил РФ: несоответствия между формализованными критериями отбора в адъюнктуру и реальной способностью кандидатов к продуктивной научно-исследовательской деятельности. Существующие методики оценки претендентов носят преимущественно экспертный характер и не имеют строгого математического обоснования, что приводит к отчислению из адъюнктуры и низкому проценту своевременных защит диссертаций.

Abstract. This study focuses on resolving a systemic contradiction in the training of scientific personnel for the Armed Forces of the Russian Federation: the discrepancy between the formalized criteria for admission to the postgraduate program and the actual ability of candidates to engage in productive research activities. The existing methods for evaluating applicants are primarily based on expert opinions and lack a rigorous mathematical foundation, leading to high rates of attrition from the postgraduate program and a low percentage of timely dissertation defenses.

Ключевые слова: адъюнктура, педагогическое прогнозирование, математическое моделирование в образовании, успешность обучения, исследовательская компетентность, наукометрия.

Keywords: postgraduate program, pedagogical forecasting, mathematical modeling in education, learning success, research competence, and scientometrics.

Современная эпоха, характеризующаяся экспоненциальным ростом научного знания и стремительным технологическим обновлением, предъявляет беспрецедентно высокие требования к интеллектуальному потенциалу нации, который становится ключевым фактором ее глобальной конкурентоспособности и государственного суверенитета. В этом контексте система подготовки научных и научно-педагогических кадров приобретает статус стратегического ресурса, определяющего способность государства генерировать инновации и эффективно реагировать на вызовы мирового масштаба. Для Вооруженных Сил Российской Федерации, функционирующих в условиях

перманентной трансформации характера вооруженной борьбы и появления новых гибридных угроз, данная проблематика обретает особую остроту. Качество кадрового потенциала военной науки напрямую связано не только с темпами модернизации вооружения и военной техники, но и эффективность разработки новых форм и способов ведения боевых действий, а также совершенствование всей системы военного управления.

Адъюнктура, являясь высшей ступенью в иерархии военного образования, призвана выполнять миссию воспроизводства научной элиты армии и флота. Однако многолетняя практика свидетельствует о наличии глубокого системного кризиса в этой сфере. Его внешним проявлением

служат статистически удручающие показатели эффективности: по данным анализа деятельности ряда ведущих военных учебно-научных центров, доля адъюнктов, успешно завершающих обучение защитой кандидатской диссертации в нормативные сроки, редко превышает порог в 70-75% [10, 12]. За этими сухими цифрами скрывается колоссальная по своим масштабам проблема нерационального использования ограниченных государственных ресурсов – финансовых, временных и, что самое главное, человеческих. Каждый случай отчисления или незащиты – это не только несостоявшийся ученый, но и упущенная возможность для развития конкретного научного направления, а также демотивирующий сигнал для всей академической среды.

Фундаментальная причина этого кризиса носит не столько организационный, сколько глубокий педагогико-диагностический характер. Она коренится в фундаментальном разрыве, пропасти между устоявшейся, формализованной процедурой отбора кандидатов в адъюнктуру и реальной, многогранной природой научно-исследовательского таланта. Существующая система приема, исторически сложившаяся и закреплённая в нормативных актах, отдаёт безусловный приоритет легко измеряемым, ретроспективным показателям: среднему баллу диплома и результатам вступительных экзаменов по стандартному набору дисциплин. Эти критерии, безусловно, способны отсеять кандидатов с недостаточным уровнем базовой подготовки, однако они оказываются практически несостоятельными в своей прогностической функции. Они не способны уловить и измерить те латентные, но ключевые для ученого качества: внутреннюю, подлинную мотивацию к поиску нового знания, креативность и дивергентность мышления, способность к самостоятельной постановке проблем,

научную интуицию и интеллектуальную смелость. В результате отбор успешно проходят «отличники учебы», обладающие высокой исполнительской дисциплиной, но зачастую лишённые творческой искры и исследовательского азарта, которые и составляют ядро личности ученого [2, 9].

Это порождает парадоксальную ситуацию: в адъюнктуру зачисляются люди, которые по своей психолого-педагогической структуре не являются исследователями, и от них требуют результатов, достижение которых предполагает наличие именно этих качеств. Неизбежным следствием такого диссонанса становится высокий уровень фрустрации, профессионального выгорания и, как итог, отсева.

Настоящее исследование исходит из убеждения, что преодоление этого кризиса невозможно без смены самой парадигмы отбора – перехода от ретроспективной оценки академических знаний к проспективной диагностике исследовательского потенциала. Современная цифровая трансформация образования создаёт для этого уникальные технологические предпосылки. Цифровые следы, оставляемые курсантом в образовательной среде вуза на протяжении всего периода обучения (участие в конференциях, публикации, победы в конкурсах, патентная активность), формируют богатое и многомерное цифровое портфолио. Грамотный анализ этого массива данных способен дать куда более точный и валидный прогноз будущей научной успешности, чем любые экзаменационные оценки.

Данный подход, корни которого уходят в психологию способностей (Б.М. Теплов), психологию творчества (Я.А. Пономарев) и акмеологию (А.А. Деркач), предполагает, что научная продуктивность является особым свойством, возникающим из уникального сочетания личностных черт, когнитивных стилей и мотивационно-ценностных ориентаций индивида. В

рамках этой парадигмы в качестве ключевых признаков успеха рассматриваются не внешние достижения, а их внутренние причины: высокий уровень общего и накопленного интеллекта, выраженная способность к нестандартному мышлению, независимость в суждениях, внутренняя (а не внешняя) познавательная мотивация, низкий уровень умственной закрепленности, высокая толерантность к неопределенности и упорство [13]. Диагностический инструментарий этой парадигмы включает в себя сложные наборы проверенных опросников (например, тесты Торренса для оценки креативности), рисуночные и ассоциативные тесты, а также методы глубинного биографического интервью и экспертного наблюдения.

С наступлением эры «больших данных» и созданием глобальных индексов научного цитирования (РИНЦ, Scopus, WoS) доминирующее положение заняла парадигма, в которой единственным легитимным мерилom научной ценности признается объективированный и измеряемый результат – публикация, патент, цитирование [8]. Этот подход, основанный на философии позитивизма, стремится полностью исключить субъективный фактор и свести оценку к подсчету формальных индикаторов. В контексте нашего исследования это выражается в анализе до-адъюнктурного портфолио достижений.

Парадигма предиктивной аналитики: власть алгоритмов. Это наиболее технологически продвинутый подход, использующий арсенал методов машинного обучения для построения прогностических моделей [1, 4]. Алгоритмы, от логистической регрессии до глубоких нейронных сетей, «скармливаются» большими массивами данных о прошлых студентах и «обучаются» выявлять сложнейшие нелинейные закономерности, связывающие сотни переменных с итоговым успехом.

Разрабатываемый нами вопрос находится в междисциплинарной области, в связи с этим необходимо создать синтетическую модель, которая заимствует лучшее из каждой парадигмы: измеряемые результаты из наукометрии, оценку личности из психологии, аппарат прогнозирования из предиктивной аналитики, и при этом учитывает важность контекста, заложенную в социо-организационном подходе. Таким образом, неисследованным и актуальным остаётся вопрос, связанный с отсутствием комплексной, проверенной и практически реализованной математико-педагогической модели, адаптированной к специфике военного образования и реализующей такой синтетический подход.

Исследование реализовано в рамках количественной методологии с элементами смешанного дизайна. Ядром работы является разработка и проверка прогностической модели на основе ретроспективных данных.

Центральная гипотеза исследования формулируется следующим образом: успешное завершение адъюнктуры (факт защиты диссертации) является детерминированным феноменом, вероятность которого может быть оценена посредством интегрального анализа верифицируемых показателей научно-исследовательской деятельности кандидата, продемонстрированной им до поступления в адъюнктуру.

В качестве зависимой (целевой) переменной Y выступает бинарный показатель исхода обучения: $Y=1$ для адъюнктов, защитивших диссертацию в срок или с пролонгацией до одного года, и $Y=0$ для адъюнктов, отчисленных по различным причинам или не представивших работу к защите.

В качестве независимых переменных используется пять агрегированных факторов. Выбор в пользу аддитивной регрессионной модели с экспертно-взвешенной сверткой был сделан

сознательно по ряду причин. Во-первых, в условиях ограниченного объема выборки исключается риск переобучения сложных моделей. Во-вторых, и это ключевой аргумент, аддитивная модель обладает свойством интерпретируемости («белый ящик»). Она не просто выдает прогноз, но и позволяет наглядно увидеть вклад каждого фактора, что критически важно для ее педагогического применения.

Каждый из выбранных факторов был тщательно операционализирован, то есть переведен из абстрактного показателя в измеряемый индекс.

Публикационный индекс (П) – оценка способности к производству и апробации нового научного знания. Для преодоления «количественного увлечения» введена трехуровневая система весов публикаций:

$$П = N_{РИНЦ} * k_{РИНЦ} + N_{ВАК} * k_{ВАК} + N_{Scopus/WoS} * k_{Scopus/WoS}$$

где:

$N_{РИНЦ}$ – количество публикаций в РИНЦ (не ВАК) Это базовый уровень апробации, свидетельствующий о способности сформулировать идею и представить ее научному сообществу, $k_{РИНЦ}=1,0$;

$N_{ВАК}$ – количество статей в журналах из перечня ВАК, которые являются стандартом для серьезной научной публикации. Вес $k_{ВАК}=2,5$ отражает трудоемкость по сравнению с публикаций в РИНЦ;

$N_{Scopus/WoS}$ – количество публикаций в журналах, индексируемых в Scopus/Web of Science. Максимальный вес $k_{Scopus/WoS}=5,0$ отражает наивысшую сложность и престижность.

Конкурсный индекс (К) – отражает активность в публичном представлении идей и конкурентоспособность. Для моделирования эффекта убывающей предельной полезности введена логарифмическая функция:

$$K = \ln(1 + N_{уч} + k_{поб} * N_{поб}),$$

где:

$N_{уч}$ – количество участий с устными докладами на научных мероприятиях;

$N_{поб}$ – количество побед (1-3 место) в конкурсах на лучшую НИР, олимпиадах, выставках;

$k_{поб}=3$ – коэффициент усиления за победу.

$\ln(1 + \dots)$: Логарифмическое преобразование означает, что переход от 0 до 1 победы дает огромный прирост индекса, в то время как переход от 5 до 6 побед дает уже значительно меньший. Это адекватно отражает реальный процесс формирования компетенций.

Индекс изобретательской активности (И) – мера прикладной креативности, значимая для военно-технических специальностей:

$$И = N_{рац} * k_{рац} + N_{пат} * k_{пат}$$

где:

$N_{рац}$ – количество рационализаторских предложений, $k_{рац}=0,8$;

$N_{пат}$ – количество патентов на изобретения/полезные модели, $k_{пат}=4,0$ значительный вес отражает сложность и ценность этого результата.

Академическая успеваемость (У) – средний балл диплома (СР) как прокси-переменная уровня теоретической подготовки и академической дисциплины. Для сопоставимости с другими индексами он нормируется на отрезок от 0 до 1:

$$У = (СР - 2.0) / 3.0$$

Экспертная оценка научного руководителя (Э) – является мостом между объективными данными и субъективным, что позволяет учесть мотивацию, оригинальность мышления, «огонь в глазах». Используется 4-балльная шкала (1 – низкая, 4 – высокая) с последующей нормировкой:

$$Э_{норм} = (Э - 1) / 3$$

Итоговый, интегральный прогностический индекс (I) – вычисляется как взвешенная линейная комбинация всех пяти нормированных индексов, рассмотренных выше:

$$I = \alpha_{II} * P_{норм} + \alpha_K * K_{норм} + \alpha_{II} * I_{норм} + \alpha_Y * Y + \alpha_{\Sigma} * \Sigma_{норм}$$

Весовые коэффициенты α определены методом анализа иерархий Т. Саати [7] на основе опроса экспертной группы из 12 специалистов (начальники адъюнктур, доктора наук, члены диссоветов). Этот метод был выбран как более строгий и надежный по сравнению с простым

ранжированием. В таблице 1 представлены усредненные значения суждений экспертной группы. Расчет собственного вектора матрицы дал итоговые веса. Полученные округлённые веса: $\alpha_{II}=0,30$, $\alpha_K=0,20$, $\alpha_{II}=0,15$, $\alpha_Y=0,20$, $\alpha_{\Sigma}=0,15$. Отношение согласованности 0,08 находится в допустимых пределах меньше 0,1.

Таблица 1.

Матрица парных сравнений для определения весовых коэффициентов α

Фактор	Публикации (П)	Конкурсы (К)	Изобрет. (И)	Усп. (У)	Эксперт (Э)	Вектор приоритета (вес α)
Публикации (П)	1	2	3	1.5	2	0.301
Конкурсы (К)	1/2	1	2	1	1.5	0.204
Изобретательство (И)	1/3	1/2	1	1/2	1	0.145
Успеваемость (У)	1/1.5	1	2	1	1.5	0.198
Эксперт. оценка (Э)	1/2	1/1.5	1	1/1.5	1	0.152

Эмпирической базой для верификации модели послужил массив деперсонифицированных данных о 124 выпускниках адъюнктуры двух крупных военных вузов (Военная академия МТО и Михайловская военная артиллерийская академия) за шестилетний период (2019–2024 гг.). Сбор данных осуществлялся из множественных источников: архивы личных дел, отчеты о НИР, базы данных РИНЦ, приказы о поощрениях, ретроспективное анкетирование научных руководителей.

Проведение данного исследования осуществлялось в строгом соответствии с этическими нормами, принятыми в научных исследованиях с участием людей. Все данные деперсонифицированы,

персональные идентификаторы заменены уникальными кодами. Анкетирование научных руководителей проводилось на добровольной основе с информированного согласия. Ретроспективное анкетирование научных руководителей проводилось на добровольной основе с получением их устного информированного согласия.

Статистический анализ взаимосвязей и валидация структуры модели проведен следующим образом. На первом этап анализ включал в себя вычисление коэффициентов корреляции Пирсона между всеми предикторами и целевой переменной. Результаты этого анализа, представленные в Таблице 2, служат первым эмпирическим подтверждением адекватности выбранных факторов.

Таблица 2

Корреляции предикторов с целевой переменной (успешность обучения) и между собой

Переменная	Успех (У)	Публикации (П)	Конкурсы (К)	Изобретения (И)	Успеваемость (У)	Эксперт (Э)
Успех	1,00					
П	0,52*	1,00				
К	0,41*	0,45***	1,00			
И	0,35*	0,31**	0,28**	1,00		
У	0,29	0,25**	0,19*	0,22*	1,00	
Э	0,48*	0,42***	0,39***	0,30**	0,33**	1,00

Примечание: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$. Все предикторы демонстрируют статистически значимую положительную корреляцию с успешностью обучения.

Как и предполагалось теоретически, наиболее тесную связь с успешностью обучения демонстрирует публикационный индекс ($r = 0.52$) и экспертная оценка ($r = 0.48$). Это подтверждает, что продемонстрированная способность к созданию научного продукта и неформальная оценка потенциала наставником являются мощнейшими индикатором. Умеренная, но значимая

корреляция среднего балла ($r = 0.29$) подтверждает его статус как необходимого, но не достаточного условия.

На основе ретроспективных данных для каждого из 124 адъюнктов был вычислен интегральный прогностический индекс I. Визуализация распределения этого индекса (Рисунок 1) наглядно демонстрирует его разделяющую способность.

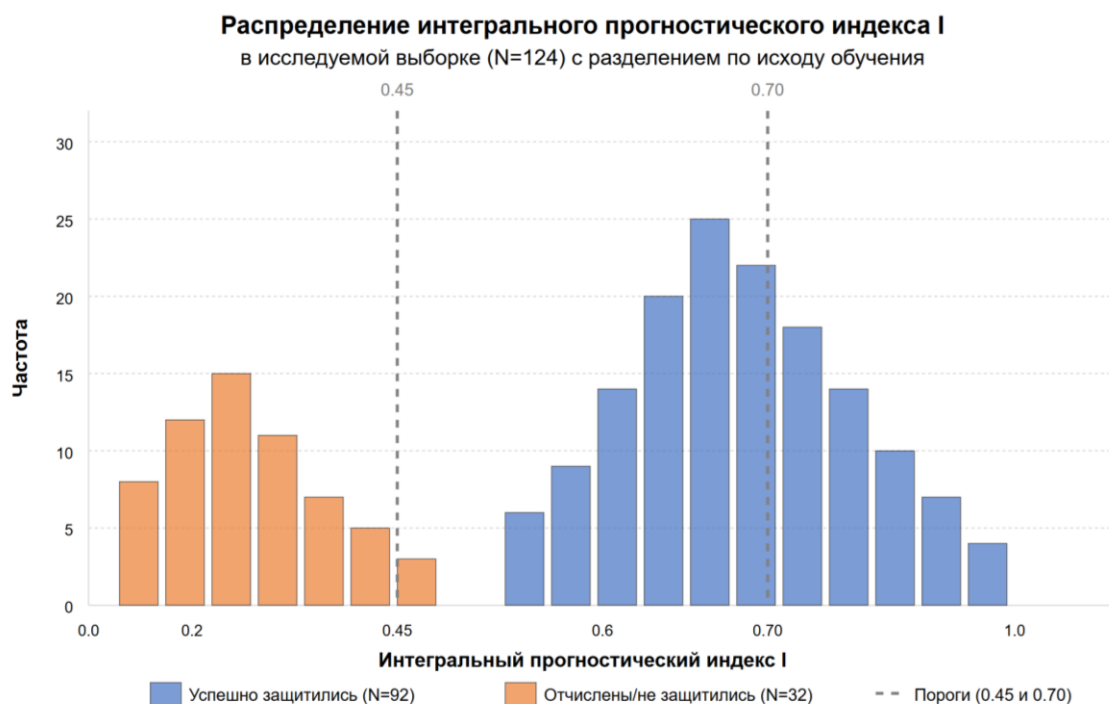


Рисунок 1. Гистограмма распределения интегрального прогностического индекса I в исследуемой выборке (N=124) с разделением по исходу обучения.

На гистограмме представлено частотное распределение значений индекса I. Синим цветом обозначены адъюнкты, успешно защитившие диссертацию (N=92), оранжевым — отчисленные или не защитившиеся (N=32). Вертикальные пунктирные линии на отметках 0.45 и 0.70 обозначают эмпирически установленные пороговые значения, разделяющие выборку на три группы риска. Визуально очевидно, что распределение для успешных

адъюнктов смещено вправо (к более высоким значениям индекса), в то время как распределение для неуспешных смещено влево, что подтверждает прогностическую валидность индекса.

Для строгой количественной оценки прогностической силы модели было проведено перекрестное тестирование с разделением выборки на обучающую и тестовую. Метрики качества, рассчитанные на тестовой выборке, сведены в Таблицу 3.

Таблица 3

Ключевые метрики прогностической эффективности
модели на тестовой выборке

Метрика	Значение	Педагогическая интерпретация
Достоверность (Accuracy)	0,865	Модель правильно классифицирует 86,5% кандидатов.
Точность (Precision)	0,893	Если модель рекомендует кандидата как «успешного», она права почти в 90% случаев.
Полнота (Recall)	0,926	Выявляет 92,6% действительно сильных кандидатов
Сбалансированная точность	0,909	Высокое гармоническое среднее, свидетельствующее о сбалансированности модели.
Обобщённый показатель качества (AUC-ROC)	0,91	Классифицируется как «отличное» качество модели, что указывает на ее высокую способность.

Центральным результатом проверки является значение, равное 0,91. Этот интегральный показатель, не зависящий от выбора конкретного порога отсечения, убедительно доказывает, что разработанная

модель обладает превосходной способностью отличать кандидатов с высоким потенциалом от кандидатов с низким.

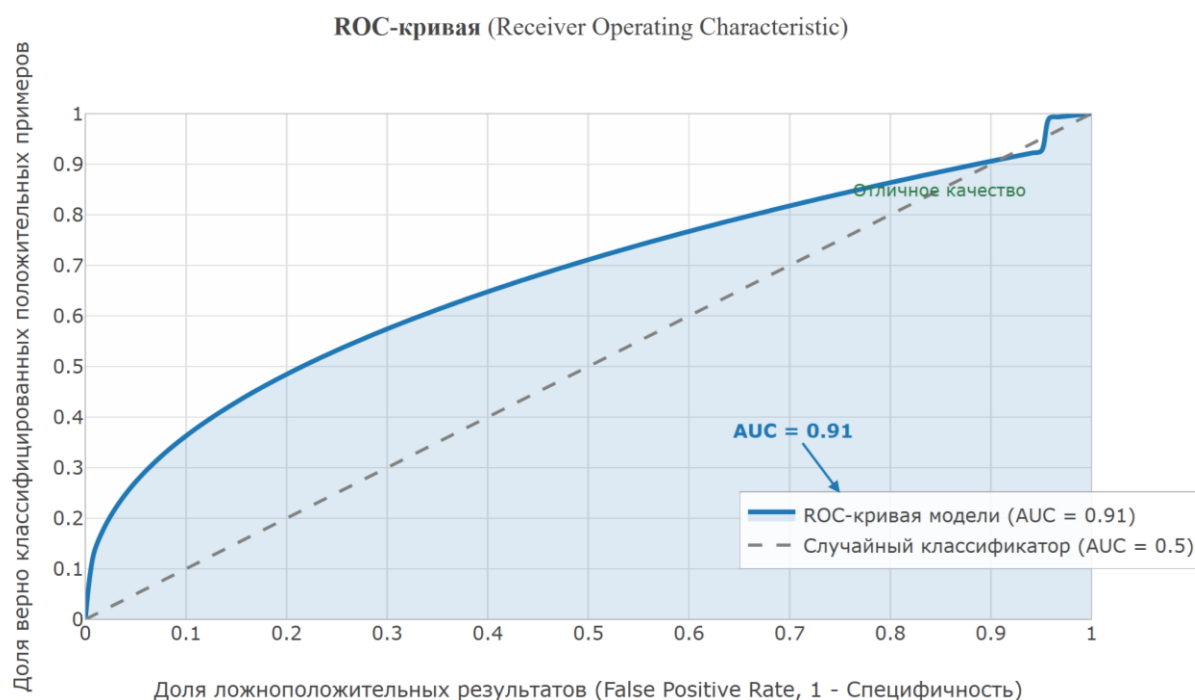


Рисунок 2. ROC-кривая, иллюстрирующая качество бинарной классификации.

Кривая показывает соотношение между долей верно классифицированных положительных примеров (True Positive Rate, Recall) и долей неверно классифицированных отрицательных примеров (False Positive Rate). Пунктирная диагональ (AUC=0.5) соответствует качеству случайного угадывания. Синяя кривая, соответствующая нашей модели,

значительно выгнута к верхнему левому углу, что свидетельствует о высоком качестве классификации. Площадь под этой кривой (AUC) составляет 0.91, что является показателем отличной прогностической модели, значительно превосходящей случайное угадывание.

Для более глубокого понимания внутренней структуры взаимосвязей

между пятью выбранными предикторами был применен метод факторного анализа, в частности, метод главных компонент с последующим ортогональным вращением (табл. 4). Цель анализа – выявить, не являются ли пять наблюдаемых переменных проявлением меньшего числа скрытых, латентных факторов.

Фактор 1: «Научная продуктивность». В этот фактор с высокими нагрузками вошли публикационный и изобретательский индексы, а также, в меньшей степени, конкурсная активность.

Этот фактор можно интерпретировать как меру уже продемонстрированной способности к созданию и апробации нового научного продукта. Это, деятельностный аспект таланта.

Фактор 2: «Академический потенциал». В этот фактор вошли средний балл и экспертная оценка. Он отражает внутренние предпосылки к научной деятельности: базовую эрудицию, дисциплину, обучаемость, мотивацию и личностные качества, замеченные наставником. Это, потенциальный аспект таланта.

Таблица 4

Матрица факторных нагрузок

Предиктор (Переменная)	Фактор 1: «Научная продуктивность»	Фактор 2: «Академический потенциал»
П	0.85	0.12
И	0.79	0.18
К	0.61	0.45
У	0.15	0.88
Э	0.22	0.82

Собственные значения компонент (критерий Каттелла)

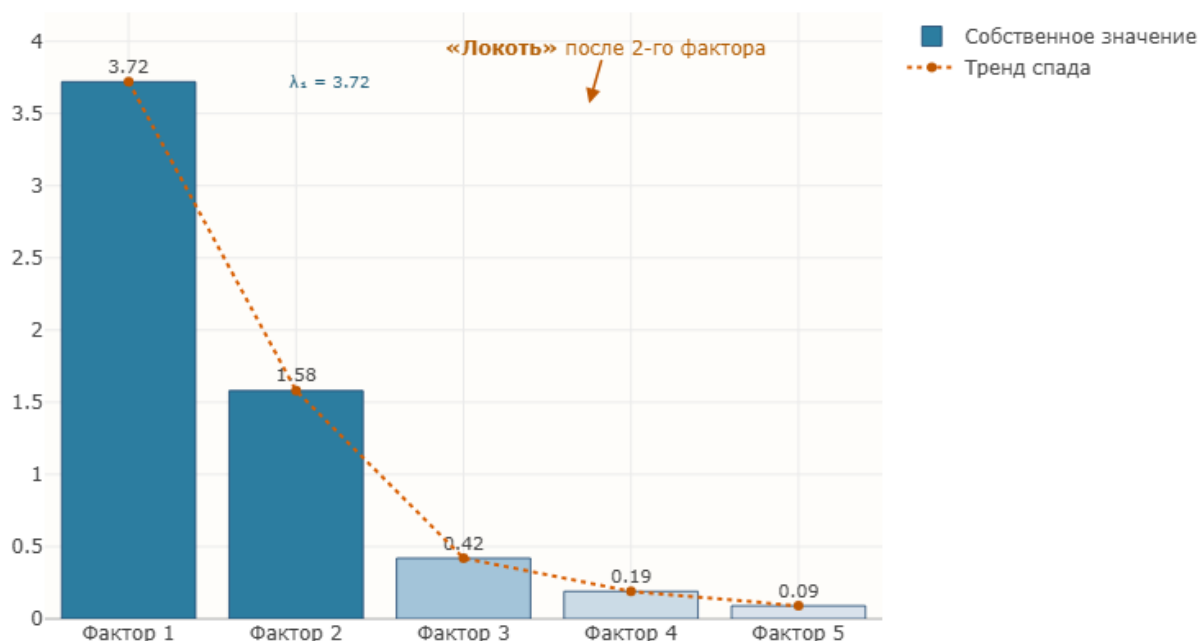


Рисунок 3. График для определения числа факторов.

На графике показаны собственные значения для каждой из компонент. Визуально наблюдаемый «излом» или

«локоть» кривой после второго фактора подтверждает целесообразность выделения именно двухфакторной структуры, так как

последующие факторы объясняют незначительную долю дисперсии.

Этот результат имеет важное теоретическое значение, подтверждая двухкомпонентную структуру научной одаренности: «способность делать» и «способность быть». Успешный ученый должен обладать обоими качествами.

Если факторный анализ раскрывает структуру переменных, то кластерный анализ позволяет выявить структуру самих объектов – кандидатов. С помощью метода k-средних вся выборка была разделена на четыре устойчивых кластера (табл. 5), представляющих собой характерные архетипы кандидатов в адъюнктуру.

Таблица 5

Средние значения нормированных предикторов для каждого архетипа

Архетип (Кластер)	N	П	К	И	У	Э	Итоговый индекс I
«Всесторонне развитый лидер»	28	0.81	0.75	0.65	0.85	0.88	0.79 (Высокий)
«Прилежный теоретик»	45	0.25	0.30	0.15	0.90	0.75	0.51 (Средний)
«Практик-изобретатель»	19	0.40	0.55	0.85	0.65	0.50	0.53 (Средний)
«Непроявленный потенциал»	32	0.10	0.15	0.05	0.55	0.40	0.29 (Риск)

Диаграмма рассеяния кластеров кандидатов (главные компоненты)

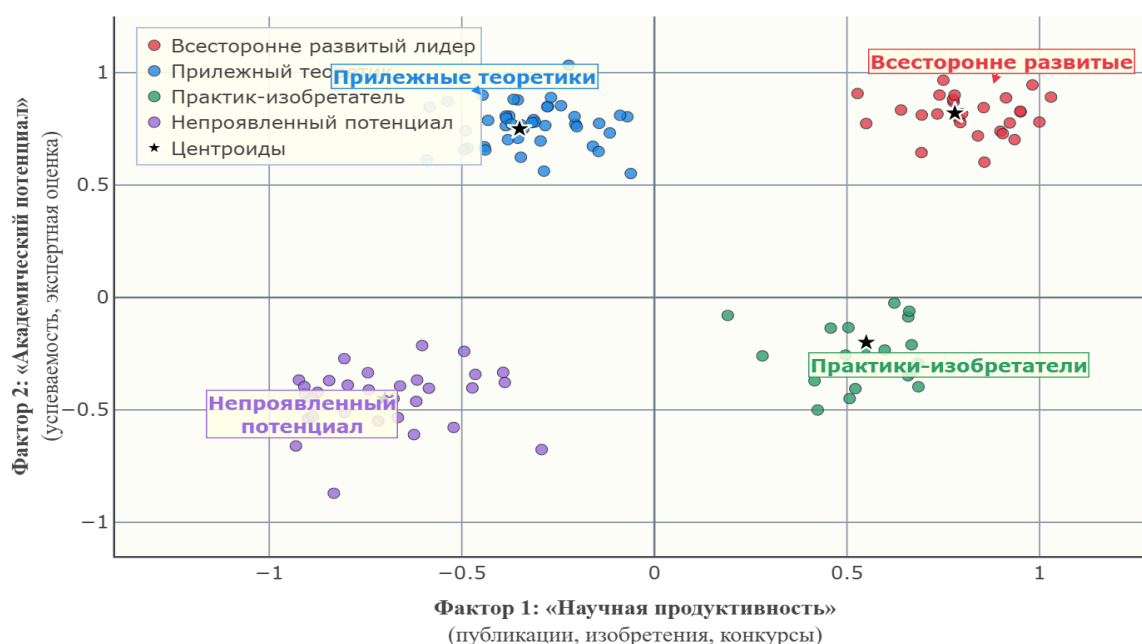


Рисунок 4. Визуализация кластеров в пространстве двух главных компонент.

На диаграмме рассеяния по осям отложены значения двух главных факторов, полученных в ходе факторного анализа («Научная продуктивность» и «Академический потенциал»). Каждый кандидат представлен точкой, цвет которой соответствует его кластеру. Видно, что кластеры занимают различные, четко

очерченные области пространства, что подтверждает их валидность.

Описание архетипов:

Кластер 1: «Всесторонне развитый лидер». Это «золотой фонд», идеальные кандидаты. Они имеют высокие показатели по всем пяти предикторам, демонстрируя гармоничное сочетание продуктивности и

потенциала. Прогноз для них наиболее благоприятный.

Кластер 2: «Прилежный теоретик». Типичный «отличник». У него блестящий GPA и высокие экспертные оценки, но крайне низкая реальная научная продуктивность (мало публикаций и изобретений). Это кандидаты из «группы среднего риска». Успех их обучения напрямую зависит от того, удастся ли научному руководителю «раскачать» их и перевести теоретические знания в практические результаты.

Кластер 3: «Практик-изобретатель». Противоположность «теоретику». Эти кандидаты активно участвуют в конференциях и имеют портфолио патентов, но могут иметь пробелы в теоретической подготовке (невысокий GPA). Они также попадают в среднюю группу, и для них ключевой задачей в адъюнктуре станет систематизация знаний и освоение методологии научного исследования.

Кластер 4: «Непроявленный потенциал». Это кандидаты с низкими показателями по всем фронтам. Они составляют основную «группу риска». Зачисление таких кандидатов является наиболее рискованным и требует наиболее веских дополнительных оснований.

Кластерный анализ дает приемной комиссии гораздо более тонкий инструмент, чем простое деление на три группы риска. Он позволяет видеть не просто «уровень», а «профиль» кандидата и заранее прогнозировать тип педагогических трудностей, с которыми придется столкнуться.

Теоретическая модель была воплощена в виде интерактивного программного продукта — веб-приложения «Прогноз успешности обучения в адъюнктуре». Это кроссплатформенное решение, не требующее установки, с интуитивно понятным интерфейсом, предназначенным для использования неспециалистами в области анализа данных.

Интерфейс разделен на две части. Слева — панель ввода данных, где с помощью ползунков и выпадающих списков задаются значения пяти предикторов. Справа — панель визуализации результатов, которая в реальном времени отображает итоговый индекс I, его вербальную интерпретацию (группу риска), положение на цветовой шкале и столбчатую диаграмму, иллюстрирующую нормированный вклад каждого из пяти факторов в итоговый прогноз. Дизайн нацелен на максимальную наглядность и простоту использования.

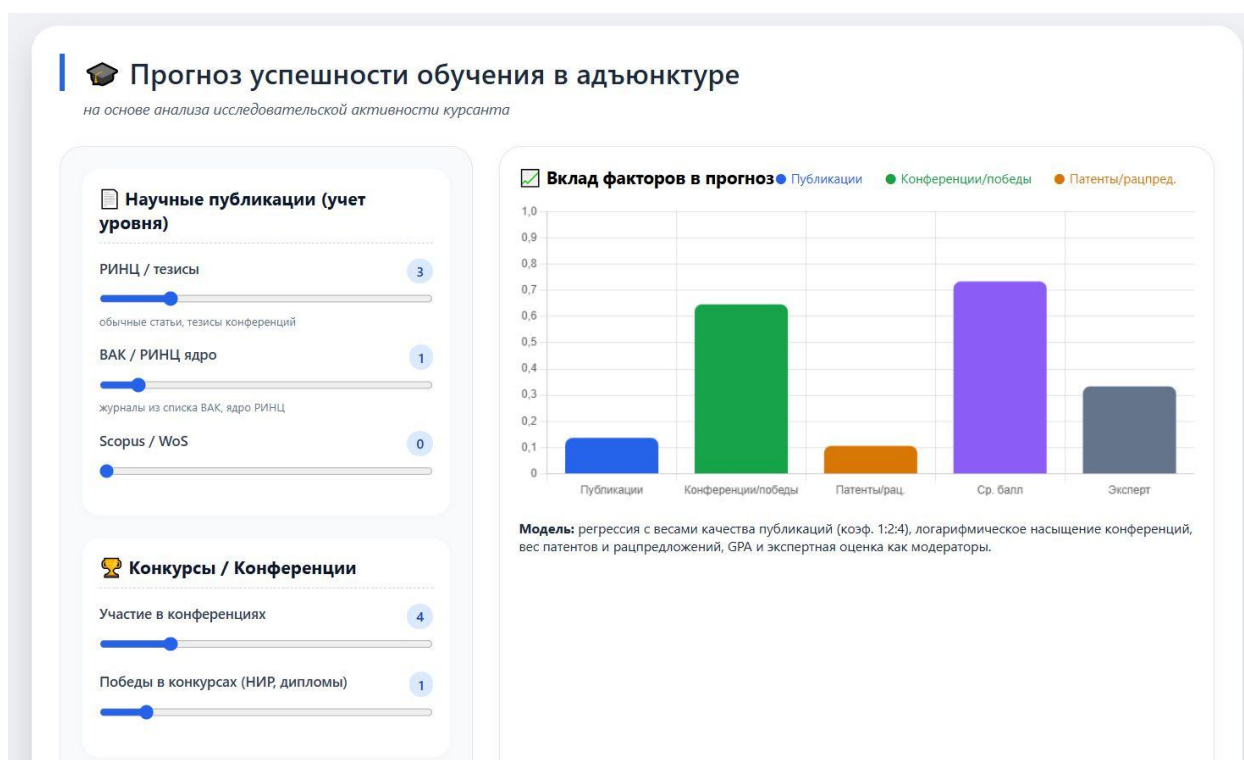


Рисунок 5. Скриншот главного интерфейса программного средства «Прогноз успешности обучения в адъюнктуре».

Опытная эксплуатация программы в ходе приемной кампании одного из военных вузов дала важные практические результаты. Из 27 проанализированных кандидатов прогноз модели совпал с мнением приемной комиссии в 89,4% случаев. Однако наиболее показательными стали 5 случаев расхождения, когда модель присвоила кандидатам статус «группы риска», а комиссия, основываясь на высоких баллах на экзаменах, все же приняла решение об их зачислении. Последующий мониторинг показал, что трое из этих пяти адъюнктов были отчислены в течение первого года обучения. Этот факт является ярким свидетельством способности модели выявлять скрытые, латентные риски, невидимые при традиционном подходе.

Полученные в ходе исследования количественные результаты, подтверждающие высокую прогностическую валидность модели, требуют глубокого качественного осмысления и педагогической интерпретации. Сухой язык цифр и метрик должен быть переведен на язык практических выводов и управленческих

решений. Именно в этом переходе от математической абстракции к педагогической реальности и заключается основная ценность проделанной работы.

Проведенное исследование, находясь на стыке педагогики, наукометрии и анализа данных, позволило разработать и опробировать целостный научно-методический подход к решению одной из наиболее острых проблем военного образования – проблемы неэффективности системы отбора и подготовки кадров высшей научной квалификации.

Главным итогом работы является создание математико-педагогической модели, которая, в отличие от существующих фрагментарных подходов, обеспечивает комплексную, многофакторную и нелинейную оценку исследовательского потенциала кандидата в адъюнктуру. Научная новизна предложенного решения определяется синергетическим синтезом трех ключевых элементов: качественной дифференциации наукометрических показателей; моделирования нелинейных педагогических эффектов; интеграции

объективных данных и субъективной экспертизы. Дополнительное применение методов факторного и кластерного анализа позволило вскрыть латентную структуру научной одаренности и разработать типологию кандидатов, что значительно обогащает диагностический потенциал подхода.

Практическая значимость исследования подтверждена не только высокими формальными метриками прогностической точности, но и успешным опытом

внедрения программного продукта «Прогноз успешности обучения в адъюнктуре». Созданный инструмент позволяет перевести процесс отбора из плоскости интуитивных догадок и формальных оценок в русло доказательной педагогики.

Однако настоящая работа является лишь первым, хотя и значительным, шагом на пути к созданию интеллектуальной системы управления научными талантами в Вооруженных Силах.

Список литературы

1. Григорьева Е.Г., Лобанова А.Д. Эконометрическое моделирование вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2020. Т. 16, № 2. С. 441-449.
2. Маслов В.Г. Научно-методический аппарат экспертной оценки эффективности научной деятельности военного вуза: дис. ... канд. техн. наук. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2017. 188 с.
3. Мельник А.Д., Судакова А.Е. Влияние публикационной активности научного руководителя на результативность аспиранта // Университетское управление: практика и анализ. 2017. Т. 21, № 4. С. 97-107.
4. Прогнозирование участия студентов в научных конференциях с использованием методов машинного обучения / А.С. Аджемов, М.А. Баскаков, Е.А. Боброва и др. // Электросвязь. 2021. № 6. С. 47-51.
5. Маслов В.Г., Королев А.Н. Методика оценки эффективности изобретательской и рационализаторской работы в военном вузе // Военная мысль. 2016. № 9. С. 68-74.
6. Бордовский Г.А., Нестеров А.А., Трапицын С.Ю. Управление качеством образовательного процесса: монография. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2001. 359 с.
7. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.
8. Писляков В.В. Наукометрические методы в управлении современной наукой: краткий курс. М.: НИУ ВШЭ, 2015. 68 с.
9. Перевалов В.Д. Подготовка научных кадров в высшей школе: состояние и перспективы правового регулирования // Российский юридический журнал. 2019. № 2 (125). С. 26-36.
10. Семенов А.А. Проблемы и пути повышения эффективности подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктурах вузов Министерства обороны // Вестник военного образования. 2021. № 4 (31). С. 12-19.
11. Лапина И.Ю., Петров В.П. Цифровое портфолио как инструмент оценки исследовательских компетенций курсантов военных вузов // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2022. Т. 7, № 5. С. 489-497.
12. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. М.: Институт профессионального образования МО РФ, 1995. 336 с.
13. Ефимова Г.З., Сорокин А.Н., Грибовский М.В. Аспирантура как ступень научной карьеры: ожидания и реальность // Образование и наука. 2021. Т. 23, № 2. С. 11-43.
14. Tinto, V. Leaving college: Rethinking the causes and cures of student attrition (2nd ed.). Chicago, IL: University of Chicago Press, 1993. 320 p.

Формирование коммуникативной компетенции в разноуровневых группах**Formation of communicative competence in multi-level groups**

Аннотация. В статье рассматривается система упражнений, направленных на формирование коммуникативной компетенции в разноуровневых группах. Выявлено, что одним из наиболее эффективных является коммуникативный подход с использованием диалога как формы речевого общения.

Abstract. The article considers a system of exercises aimed at the formation of communicative competence in multi-level groups. It is revealed that one of the most effective is a communicative approach using dialogue as a form of speech communication.

Ключевые слова: военно-инженерный подязык, коммуникативная компетенция, методика преподавания русского языка как иностранного.

Keywords: military engineering sublanguage, communicative competence methodology of teaching Russian as a foreign language.

Основная задача преподавателя русского языка как иностранного — такая организация процесса обучения, которая способствует развитию коммуникативной, языковой, лингвистической компетенции курсантов военного вуза.

Формирование коммуникативной компетенции остается в поле зрения многих методистов. Н. И. Формановская изучает организацию эффективной речевой коммуникации. Ю. В. Троицкая определяет, какими путями формируется языковая компетенция. Л.В. Фарисенкова обращает внимание на развитие коммуникативной компетентности через решение задач общения.

Коммуникативная направленность реализуется через диалог как основную форму речи в разговорном стиле. При этом необходимо учитывать не только возникающие в поликультурном обществе коммуникативные удачи, но и коммуникативные неудачи, приводящие к возникновению противоречий. От выпускников военно-инженерных специальностей требуется умение наладить успешное взаимодействие при определенной ситуации и избежать

коммуникативных неудач, которые могут привести к невосполнимым потерям. При этом надо учитывать, что качество диалогов зависит от многих факторов. В первую очередь, от уровня коммуникативной компетенции, которая базируется на уровне военно-инженерной компетенции и тесно с ней взаимосвязана.

Как показал анализ педагогических исследований, посвященных проблемам речевого развития и языкового образования обучающихся на подготовительном отделении военно-инженерного вуза, сложившаяся традиционная система обучения на подготовительном факультете не отвечает в полной мере современным требованиям к овладению коммуникативной компетенцией. Важной задачей подготовительного этапа обучения русскому языку является повышение эффективности речевого развития. Для решения этой задачи требуются различные приемы и способы, нацеленные на развитие диалогических навыков с учетом разного уровня подготовки будущих военных инженеров. Для изучения поставленной проблемы был проведен педагогический эксперимент на базе специального

факультета ВИ(ИТ).

При решении поставленной дидактической задачи были использованы теория коммуникативной деятельности И.А. Зимней, А.А. Леонтьева, теория речевой коммуникации А. Вежбицкой; педагогические условия формирования коммуникативной компетенции на начальном этапе подготовки К.М. Чуваевой, А.И. Сурыгина и др.

Цель статьи — теоретически обосновать и предложить методику формирования коммуникативной компетенции курсантов в разноуровневых группах, стимулирующую повышение уровня владения русским языком как иностранным.

Рассмотрим вариант использования дифференцированного обучения на конкретном занятии по теме «Предложный падеж существительных и местоимений для выражения объекта мысли и речи».

Отработка заданий с целью снятия лексико-грамматических трудностей по теме.

Диалог (работа в парах) – повторение П.п. места: - Где ты родился? -Где ты жил раньше? -Где ты учился раньше? - Где ты живешь сейчас?-Где ты учишься сейчас?-Где живут твои родители?- Где работают твои родители?- Где живут твои друзья?- Где они учатся, работают?-Где ты занимаешься спортом?- Где ты обедаешь?- Где ты был в Санкт-Петербурге?-Где ты хочешь побывать в Санкт-Петербурге? Почему?

Диалог (работа в парах) – повторение П.п. времени: - Когда ты приехал в Санкт-Петербург? - Когда вы окончили университет? - Когда твой друг приехал в Санкт-Петербург? - Когда у тебя каникулы? - Когда вы писали контрольную работу? - Когда вы ходили на экскурсию?

В ходе занятия курсанты исполняют заранее подготовленную песню «Катюша» как поздравление с Днем защитника отечества. После этого преподаватель озвучивает вопросы. Курсанты вспоминают живое (о ком?) и неживое (о чем?): -О чем эта песня? (о любви) - О ком эта песня? (о Катюше) -О ком поет Катюша? (о солдате, о любимом)

Важно сообщить курсантам, что предложный падеж существительных и местоимений может использоваться для выражения объекта мысли и речи и сравнить его с именительным.

1 п. Кто? Что?

6 п.

О ком? О чем?

Говорить брат дом о
брате о доме

Думать

Писать мама книга о
маме о книге

Читать письмо о
письме

Рассказывать, спрашивать, помнить,
рапортовать – рапорт, докладывать – доклад.

После изучения грамматической конструкции необходимо вновь вернуться к диалогу с использованием отобранных глаголов.

При закреплении грамматической темы используется традиционная система упражнений на раскрытие скобок с предложным управлением.

1*. Поставьте существительные в скобках в предложный падеж.

Мы спрашивали...(концерт). Он вспоминает.... (семья). Они видели интересный фильм...(Эрмитаж). Я давно мечтал ...(профессия инженера). Иван часто думает...(музей). Курсант докладывает...(учеба). Дежурный рапортовал(работа).

2*. Закончите предложения, употребив предлоги.

Недавно мы были ...(экскурсия). На уроке мы говорили...(экскурсия). Я живу ...(Петербург). Я рассказывал.....(Петербург). Мы гуляли ...(парк). Мы писали ...(парк). Мой друг родился ...(Москва). Он любит разговаривать ...(Москва).

3. Сопоставление П.п. места и объекта мысли.

Скажите, где вы были, жили, учились раньше и о чем говорите, думаете, вспоминаете, мечтаете сейчас.

Образец: Раньше я учился в школе. Сейчас я вспоминаю о школе.

Слова для справки: институт, спортзал, библиотека, город, парк, клуб, стадион, школа, море.

4. Расскажите, где вчера были ваши друзья и о чем они сегодня рассказывают?

Образец: Театр – спектакль. Вчера мои друзья были в театре и сегодня рассказывают о спектакле.

Слова для справки: институт – концерт, ресторан – встреча, аудитория – занятие, клуб

– дискотека.

5*. Закончите предложения, употребив личные местоимения.

Мой друг далеко. Я часто думаю ... Мне нравится эта девушка. Я уже написал маме... Мы любим родителей. Они всегда заботятся... Ты хороший друг. Я никогда не забуду... Эти курсанты уже уехала. Мы ничего не слышали.... Вы новый курсант? Мы уже слышали...

6*. Ответьте на вопросы. В своих ответах используйте слова из скобок в форме предложного падежа с предлогом о.

1) О чём ты рассказывал на уроке? (моя страна) 2) О ком вы говорили на перерыве? (наш друг) 3) О чём ты сейчас думаешь? (мой дом) 4) О чём вы пишете в рассказе? (наш факультет) 5) О чём ты будешь писать в письме? (моя учёба) 6) О ком вы читали в газете? (ваша команда) 7) О чём вы сейчас говорите? (наша олимпиада) 8) О ком спрашивал тебя преподаватель? (его сестра) 9) О ком ты мечтаешь? (моя подруга) 10) О чём вы смотрели фильм? (наш университет).

Развитие навыков по всем видам речевой деятельности в рамках изучения темы включает чтение диалогов и составление по аналогии своих.

7. Читайте диалоги. Составьте свои диалоги по аналогии. Используйте слова из списка в форме предложного падежа.

Образец: футбольный матч/ новая выставка

- О чём вы говорите?
- О футбольном матче. А вы?
- А мы говорим о новой выставке.

Список: 1) интересная экскурсия/новая выставка, 2) теннисный турнир/хоккейный матч, 3) классическая музыка/русская литература, 4) веселый фильм/новая книга, 5) интересная статья/интересный журнал, 6) трудный тест/контрольная работа.

8*. Читайте диалоги. Составьте свои диалоги по аналогии. Используйте слова из списка в форме предложного падежа с предлогом о (об).

А. Образец: дом – Почему ты такой грустный?

– Я думаю о доме.

Список: экзамен, зачёт, мама, любовь, сестра, брат, подруга, друг, папа, работа, учёба.

Б. Образец: университет – О чём (о ком)

рассказывает преподаватель на уроке?

– Об университете.

Список: физика, город Москва, писатель Чехов, поэт Пушкин, музыка, музей Эрмитаж, театр, выставка.

9. Составьте предложения из данных слов.

1. Иван, читать, о, машина, в, журнал.
2. Анна, вчера, писать, о, погода.
3. Джон, в, январь, докладывать, командир, об, экзамен.
4. Жан, рапортовать, на, плац, об, учеба.
5. Марта, завтра, вспомнить, о, дом.
6. Курсант, каждый день, помнить, о, родина.

10*. Прочитайте текст. Ответьте на вопросы. Задайте вопросы к тексту.

- О чем этот текст?
- Где находится янтарная комната?
- Когда бывают «белые ночи»?
- Где ты был в Санкт-Петербурге?

11*. Аудирование.

- О ком они говорили?
- О ком спрашивала мама?
- О ком спрашивал папа?

Занятие завершается проверочной работой по изученной теме.

На этом занятии дифференциация применяется на этапе закрепления изученного материала (дифференцированно-групповая работа) и на этапе развития навыков по всем видам речевой деятельности в рамках изучения темы.

Курсанты рассаживаются по группам (группы А, В). Каждой группе выдается задание. Дается следующая устная инструкция по выполнению заданий: группа А выполняет все задания. Группа В выполняет только задания, помеченные *, и в том объеме, который позволяет указанное преподавателем время. Остальной объем заданий переносится на самоподготовку, т.к. курсантам из этой группы требуется значительно больше времени на усвоение материала и на самостоятельную работу.

Наиболее заметное влияние дифференциация обучения оказала на уровень обученности курсантов. Работа каждого курсанта на посильном для него уровне трудности привела к тому, что курсанты, отнесенные нами до проведения дифференциации в группу с низким уровнем обученности, перешли теперь в группу со

средним уровнем обученности.

Уровень обучаемости в группе изменился в лучшую сторону: все четыре курсанта перешли в группу более высокого уровня – из группы низкого уровня в группу среднего уровня обучаемости. В целом, в группе увеличилось число курсантов, способных самостоятельно или при небольшой помощи преподавателя проработать новый учебный материал. Эксперимент показал

целесообразность использования дифференцированного обучения.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что уровневая дифференциация, реализованная посредством решения разноуровневых заданий на занятиях по русскому языку в группе курсантов из разных стран с разными родными языками, способствовала повышению эффективности процесса обучения.

Список литературы

1. Авдеева И. Б. Лингводидактическая концепция обучения профессиональной коммуникации иностранных учащихся инженерного профиля: автореф. дисс. ... д. пед. н. / И.Б. Авдеева. – М., 2006. – 83 с.
2. Азимов Э. Г. Словарь методических терминов (теория и практика преподавания языков) / Э.Г. Азимов, А. Н. Щукин. – СПб, 1999.
3. Беленкова Н. М. Использование технологии коммуникативного тренинга в обучении иностранному языку в специальных целях // Вестник МГОУ. Серия: Педагогика. – № 2. – 2015. – С. 47–53.
4. Ваганова Н. В., Христюлова А. А. Разноуровневые группы гомогенного характера как фактор успешности освоения иноязычной компетенции в неязыковом вузе / Н. В. Ваганова, А. А. Христюлова // Гуманизация образования. 2018. №6. – С. 96–102.
5. Вежбицка А. Язык. Познание. Культура / А. Вежбицка. – М: Русские словари, 1996. – 416 с.
6. Викулова, Л. Г. Основы теории коммуникации : практикум / Л.Г. Викулова, А. И. Шарунов. — М.: АСТ: АСТ МОСКВА: Восток — Запад, 2008. – 316 с.
7. Зимняя И. А. Коммуникативная компетентность, речевая деятельность, вербальное общение / И.А. Зимняя, И. А. Мазаева, М.Д. Лаптева. – М. : ЭкспрессПресс, 2020. – 400 с.
8. Изаренков Д. И. Лингвометодическая интерпретация учебного текста /Д. И. Изаренков. – РЯЗР. 1995. – № 3.
9. Леонтьев А. А. Прикладная психолингвистика речевого общения и массовой коммуникации / под ред. А.С. Маркосян, Д. А. Леонтьева, Ю. А. Сорокина. – М. : Смысл, 2008. – 271 с.
10. Литвинко Ф. М. Коммуникативная компетенция как методическое понятие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.bsu.by/Cache/pdf/230533.pdf> (дата обращения: 09.02.2023).
11. Осадчая О. В. Специфика работы в разноуровневой группе студентов неязыкового вуза / О. В. Осадчая // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. №10. – С. 102–106.
12. Пассов Е. И. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования: метод. пособие для преподавателей русского языка как иностранного / Е.И. Пассов, Н.Е. Кузовлева. – М. : Рус. яз. Курсы, 2010. – 568 с.
13. Почепцов Г.Г. Теория коммуникации / Г.Г. Почепцов. – М.: Релф-бук, К.: Ваклер, 2001. – 656 с.
14. Троицкая Ю. В. Коммуникативная компетенция: демаркация значения / Ю. В. Троицкая // Известия ВГПУ. 2020. №7 (150). – С. 112–118.
15. Фарисенкова Л. В. Уровни коммуникативной компетенции в теории и на практике / Л. В. Фарисенкова. – М., 2000. – 268 с.
16. Формановская Н. И. Речевое общение: коммуникативно-прагматический подход / Н. И. Формановская. – М. : Рус. яз, 2002. – 216 с.
17. Чуваева К. М., Сурыгин А. И. Педагогические условия формирования коммуникативной компетенции иностранных абитуриентов в учебно-научной сфере общения на начальном этапе подготовки в вуз / К.М. Чуваева, А. И. Сурыгин // Terra Linguistica. 2014. №1 (191). – С. 44–57.

Принцип преемственности в военном образовании: от дидактической категории к методологическому основанию педагогической системы**The principle of continuity in military education: from a didactic category to the methodological foundation of a pedagogical system**

Аннотация Статья посвящена теоретическому анализу феномена преемственности в контексте подготовки военных инженеров-исследователей. На основе междисциплинарного подхода раскрыта эволюция категории «преемственность» – от философской закономерности до самостоятельного дидактического принципа. Выделены три ключевых вектора преемственности (содержательно-целевой, организационно-методический, психолого-акмеологический) и эмпирически выявлены типичные «точки разрыва» при переходе от специалитета к адъюнктуре. Показано, что, несмотря на высокую официальную эффективность военной адъюнктуры, сохраняются системные ограничения, не позволяющие достичь стопроцентного результата. Предложена и верифицирована триада дидактических правил (деструкция, кумуляция, конструкция), реализация которых в рамках преемственной педагогической системы обеспечила рост доли защит диссертаций в срок.

Abstract The article is devoted to a theoretical analysis of the phenomenon of continuity in the context of training military engineer-researchers. Based on an interdisciplinary approach, the evolution of the category of "continuity" is revealed – from a philosophical regularity to an independent didactic principle. Three key vectors of continuity (content-target, organizational-methodological, psychological-acmeological) are identified, and typical "break points" in the transition from specialist degree to adjunct studies are empirically identified. It is shown that, despite the high official effectiveness of military adjunct studies, systemic limitations persist that prevent achieving a one hundred percent result. A triad of didactic rules (destruction, cumulation, construction) is proposed and verified; the implementation of these rules within a coherent pedagogical system ensured an increase in the proportion of timely dissertation defenses.

Ключевые слова: преемственность, принцип преемственности, дидактические категории, педагогическая система, специалитет, адъюнктура, военное образование, методологическая компетентность.

Keywords: continuity, principle of continuity, didactic categories, pedagogical system, specialist degree, military post-graduate studies, military education, methodological competence.

Проблема преемственности в образовании, имея глубокие исторические корни, в каждый новый период развития общества обретает специфическое звучание. Сегодня, в условиях масштабной технологической модернизации Вооружённых Сил Российской Федерации, сопровождающейся внедрением роботизированных комплексов и систем искусственного интеллекта, эта проблема переходит из плоскости теоретических дискуссий в практическую плоскость

обеспечения национальной безопасности. От современного военного инженера требуется не только знание материальной части, но и способность к её критическому анализу и модернизации, что невозможно без превращения научно-исследовательской работы в системообразующий стержень образовательного процесса, выстроенного на принципах непрерывности и преемственности [1, 3, 9].

Актуальность проблемы усиливается действием сразу нескольких факторов. Во-

первых, это институциональный разрыв между подготовкой в военном техническом вузе (специалитет) и обучением в адъюнктуре, усугубляемый, как правило, двух-трёхлетним перерывом на войсковую практику [2]. В течение этого времени приобретённые в вузе исследовательские навыки, не будучи востребованными в полной мере, подвергаются естественной редукции. Во-вторых, качественное различие в самом характере познавательной деятельности: если на этапе специалитета доминирует репродуктивное и продуктивное усвоение готового, систематизированного инженерного знания, то в адъюнктуре от обучающегося требуется принципиально иная – продуктивная и творческая – деятельность по производству нового, ранее не существовавшего научного знания, сопряжённая с владением его методологией [7]. Такой переход, не обеспеченный специально спроектированной педагогической системой, порождает то, что в рамках данного исследования обозначается как «методологический шок».

Анализ широкого круга научной литературы показывает, что, несмотря на обилие работ по преемственности в системах «школа – вуз», «бакалавриат – магистратура» [12, 16], проблема обеспечения

преемственности в специфической и крайне важной для обороноспособности страны системе «военный технический вуз – адъюнктура» остаётся недостаточно разработанной. Более того, сама категория «преемственность» по-разному трактуется в философской, психологической и педагогической науке [4, 9], что порождает методологическую неопределённость при её использовании в прикладных исследованиях, сводя её зачастую к простому согласованию учебных программ на «стыках» уровней образования [1]. Следствием этого является фрагментарность предпринимаемых усилий: разрабатываются эффективные методики обучения курсантов [7, 13], модернизируется адъюнктура, однако в отсутствие единого стержня эти локальные успехи не конвертируются в системное повышение качества подготовки научных кадров.

Ключевым ориентиром, задающим вектор совершенствования системы, служат официальные ведомственные данные о состоянии военной адъюнктуры и докторантуры за 2024 год, обобщённые в таблице 1. Они позволяют увидеть как несомненные достижения, так и скрытые резервы, реализация которых требует перехода к преемственной модели.

Таблица 1. Ключевые показатели военной адъюнктуры в сопоставлении с гражданской аспирантурой (данные за 2024 год)

Показатель	Военная адъюнктура (очная)	Военная адъюнктура (заочн.)	Гражданская аспирантура
Штатная ёмкость, должностей	1080	305	–
Укомплектованность, %	95	56	–
Расчётная численность, чел.	1026	171	–
Средняя эффективность защит в срок, %	82	данные не детализированы	~11

Снижение общего числа защит диссертаций в России с 9,0 тыс. в 2019 г. до

5,6 тыс. в 2024 г., то есть на 37,8 %, коррелирует с параллельным уменьшением

численности адъюнктов военных вузов со 1200 до 900 человек и падением доли защит в срок с 88 % до 71 % (рис. 1). Динамика кривых демонстрирует волнообразный характер: резкий спад в 2020 г., обусловленный пандемийными ограничениями и приостановкой работы

диссертационных советов, сменился компенсаторным подъёмом в 2021–2022 гг., однако с 2023 г. возобновился нисходящий тренд [11]. Синхронность спада всех трёх показателей, начиная с 2021 г., свидетельствует о действии системных, а не локальных факторов.

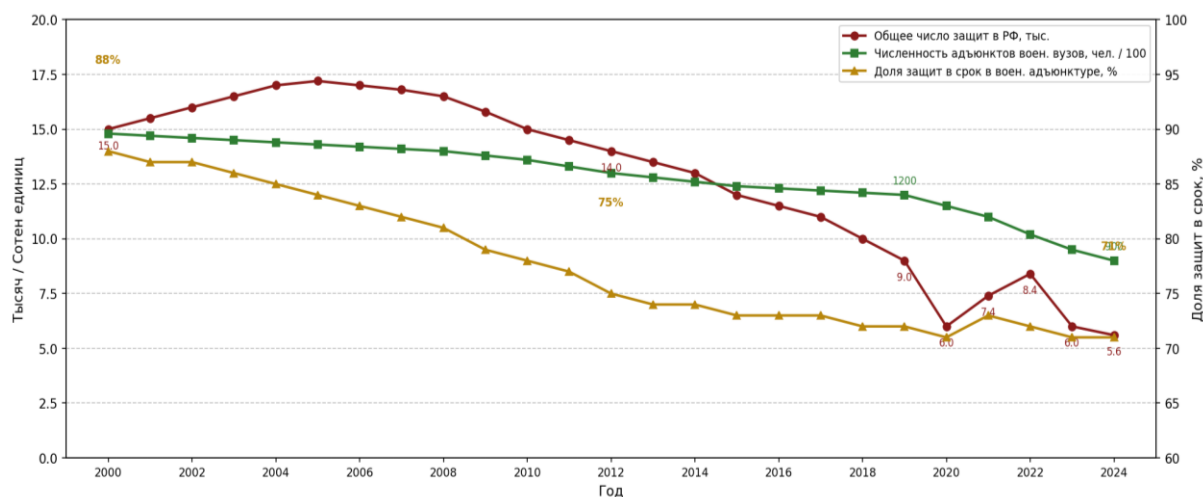


Рис. 1. Динамика показателей военной адъюнктуры в сопоставлении с общероссийскими данными (2000–2024 гг.)

Таким образом, таблица 1 и рис. 1 дают объективное эмпирическое основание для признания проблемы преемственности «специлитет — войсковая практика — адъюнктура» одной из ключевых в современной военной педагогике [5, 6].

Цель настоящей статьи — на основе междисциплинарного анализа раскрыть сущность преемственности как дидактической категории и обосновать её переход на уровень методологического основания при проектировании педагогической системы подготовки военных инженеров-исследователей. Для достижения этой цели решались следующие задачи: проанализировать эволюцию понятия «преемственность» в философии и педагогике; выявить современное состояние проблемы с опорой на эмпирические данные; выделить ключевые векторы и «точки разрыва» преемственности; сформулировать дидактические правила проектирования преемственной системы и экспериментально верифицировать их действенность.

Фундаментальное философское обоснование преемственности впервые получила в диалектике Г.В.Ф. Гегеля. В рамках «закона отрицания отрицания» было показано, что развитие не есть простое уничтожение старого новым: новое, отрицая старое, одновременно сохраняет и творчески перерабатывает его позитивные элементы. Марксистская философия развила эту идею, рассматривая преемственность как объективную закономерность развития природы, общества и познания. Данную мысль последовательно развивает Э.А. Баллер, показавший, что удержание наследуемых элементов всегда сопряжено с их качественным преобразованием [10].

Для педагогики принципиально важной стала дифференциация, предложенная А.В. Петровым и А.А. Петровым [4]. В широком, сущностном смысле преемственность включает триединый процесс: деструкцию (разрушение прежнего, не соответствующего новым условиям), кумуляцию (сохранение ценных элементов

прошлого) и конструкцию (формирование принципиально нового качества). В узком, количественном смысле преемственность рассматривается лишь как сохранение и трансляция. Такое различие принципиально для педагогики: оно объясняет, почему простое механическое перенесение содержания с одного уровня образования на другой не даёт желаемого эффекта.

В педагогической науке преемственность долгое время рассматривалась в рамках дидактического принципа систематичности и последовательности, сформулированного ещё Я.А. Коменским и развитого И.Г. Песталоцци и К.Д. Ушинским. Со второй половины XX века, с развитием идей непрерывного образования, она всё чаще трактуется как самостоятельный дидактический принцип. Ю.К. Бабанский рассматривал её как необходимое условие поступательного развития личности; Ш.И. Ганелин, Б.С. Гершунский, С.М. Годник – как общепедагогическую закономерность; В.А. Сластенин – как важнейшее условие целостности педагогического процесса [1, 3, 9].

Наиболее плодотворным представляется подход, при котором преемственность выступает системообразующим принципом, пронизывающим все компоненты педагогической системы. Эта идея реализована в концепции непрерывно-поэтапного формирования индивидуального стиля профессиональной деятельности военного инженера, разработанной С.Б. Пашкиным [5]: переход от стиля учебной деятельности к стилю профессиональной деятельности возможен только при строгой дидактической преемственности на каждом из этапов. Применительно к переходу из специалитета в аспирантуру (адъюнктуру) данная логика детально обоснована в исследовании И.С. Батраковой и А.В. Тряпицына [12].

Нормативно-правовую основу, регулирующую процессы преемственности, составляют Федеральный закон «Об

образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ, а также приказы Министра обороны РФ. Ключевым документом является Приказ от 18 января 2016 г. № 6, устанавливающий, что в адъюнктуру принимаются офицеры с высшим образованием и опытом службы не менее двух лет [2]. Эта норма, обеспечивая необходимую практическую подготовку, одновременно создаёт тот самый институциональный «разрыв»: сформированные в вузе исследовательские компетенции, не будучи систематически востребованными в течение двух-трёх лет войсковой службы, подвергаются редукции.

Приказ от 30 мая 2022 г. № 308 определяет военно-научную работу (ВНР) как ведущую форму вовлечения курсантов в научные исследования [8]. Однако, оставаясь факультативной по отношению к основному образовательному процессу и не будучи жёстко увязанной с перспективой обучения в адъюнктуре, ВНР не встроена в единую логику преемственной подготовки научных кадров. Схожие наблюдения представлены в работе А.М. Сафина с соавторами, показавших, что целенаправленное внедрение дисциплины «Основы научных исследований» существенно повышает готовность офицеров к решению нестандартных задач [13].

Для количественной оценки разрывов автором был проведён анализ 679 отзывов на выпускников Военного института (инженерно-технического) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва за 2015–2022 гг. Пониженные аналитические способности и исследовательские умения отмечены в 18,6 % отзывов, слабые навыки самосовершенствования – в 14,1 %. Эти цифры свидетельствуют о том, что образовательный процесс в его нынешнем виде не обеспечивает формирования у будущих офицеров тех компетенций, которые необходимы для успешного старта в адъюнктуре [6].

В ходе лонгитюдного наблюдения за профессиональными траекториями

34 выпускников 2018–2022 годов, поступивших впоследствии в адъюнктуру, были получены следующие данные. Только 38 % офицеров смогли успешно воспроизвести ранее сформированные исследовательские компетенции. Тематика выпускных квалификационных работ в 73 % случаев не имела прямой содержательной связи с темой диссертации (содержательно-целевой разрыв). Уровень методологической компетентности при переходе из специалитета в адъюнктуру снижается в среднем на 42 % относительно исходного уровня – явление, названное нами «методологическим шоком». Вследствие этого на начальном этапе обучения теряется от 6 до 12 месяцев на фактически повторное «вхождение» в тему, что в условиях трёхлетнего срока адъюнктуры является непозволительной роскошью.

Обобщение данных позволило выделить пять основных «точек разрыва» преемственности: содержательно-целевой разрыв (34 %), организационно-методический разрыв (28 %), психолого-акмеологический разрыв (18 %), разрыв в цифровой компетентности (13 %) и разрыв в системе научного наставничества (7 %) (рис. 3). Их системный характер подтверждается как общероссийской статистикой [11], так и данными международных сравнительных исследований преемственности [16]. Тот факт, что спустя четверть века после диссертационного исследования Г.И. Семенкова [6] проблема сохраняется, свидетельствует о необходимости перехода от декларативной преемственности к действенной.

Преодоление «точек разрыва» возможно лишь при комплексном понимании преемственности. Проведённый анализ позволил выделить три ключевых вектора.

Содержательно-целевой вектор предполагает такое построение образовательного процесса, при котором цели и содержание специалитета создают научно обоснованный фундамент для

последующего освоения программ адъюнктуры. Выпускная квалификационная работа курсанта должна быть ориентирована на проблематику будущих диссертационных исследований, создавая сущностный, а не формальный задел [12]. Важным инструментом реализации данного вектора служат аналитические технологии обработки данных образовательного процесса, позволяющие выявить и устранить содержательные лакуны на ранних этапах подготовки [14, 15].

Организационно-методический вектор направлен на обеспечение плавного перехода от одних форм, методов и технологий обучения к другим. Он предполагает постепенное смещение акцента с репродуктивных методов, доминирующих на младших курсах, на продуктивные, эвристические и проектные методы на старших курсах специалитета. Методика модульного психолого-педагогического сопровождения, разработанная автором в диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук (Е.А. Саркисова) [7], предполагающая поэтапное обучение курсантов учебно-организационным, учебно-информационным, учебно-интеллектуальным и учебно-коммуникативным основам военной научной работы, иллюстрирует реализацию данного вектора, формируя ту инструментальную базу, которая востребована в адъюнктуре.

Психолого-акмеологический вектор фокусируется на развитии и поддержании внутренней готовности обучающихся к длительной научно-исследовательской деятельности. Его реализация начинается в вузе и не прекращается на войсковой практике: целенаправленное формирование устойчивой мотивации к научному творчеству, развитие профессионально важных качеств исследователя и обеспечение сквозного научного наставничества позволяют поддерживать научный интерес и предотвращать мотивационную деформацию.

Одним из ключевых теоретических результатов исследования является обоснование перехода преемственности из ранга дидактической категории в ранг методологического основания при проектировании целостной педагогической системы. Этот переход обусловлен тремя причинами.

Во-первых, преемственность в системе «специалитет – адъюнктура» не может быть сведена к локальному согласованию учебных программ: она требует кардинального перепроектирования всей системы – от целевого компонента до критериально-оценочного.

Во-вторых, именно преемственность определяет характер связи между отдельными подсистемами, придавая объединённой системе свойство целостности.

В-третьих, преемственность выполняет мощную прогностическую функцию: она позволяет не «post factum» констатировать разрывы, а предвидеть и предотвращать их на этапе педагогического проектирования.

Опираясь на труды Ю.К. Бабанского, В.П. Беспалько, Б.С. Гершунского и экстраполируя их на специфику военного образования, автор определяет методологическую функцию принципа преемственности через триединую систему дидактических правил.

Правило деструкции гласит: при переходе к более высокому уровню образования должны быть определены те элементы содержания и способы деятельности, которые утрачивают актуальность и подлежат диалектическому «отрицанию». К таковым, прежде всего, относится преобладание репродуктивных методов и ориентация на усвоение «законченного» знания, что является нормой для инженерной подготовки, но становится тормозом для исследователя.

Правило кумуляции требует выявить и сохранить «ядро преемственности»: уже сформированные исследовательские умения (работа с научной литературой, постановка задачи, планирование эксперимента); опыт

публичной защиты результатов; подлинный интерес к научному поиску.

Правило конструкции предписывает, что на основе элементов, оставшихся после деструкции и кумуляции, должна быть выстроена новая, иерархически организованная система деятельности – методологическая культура исследователя. Она не сводится к сумме частных умений, а представляет собой интегративное личностное образование, позволяющее видеть проблему в целом, выдвигать гипотезы и доказывать их научную состоятельность.

В ходе масштабной опытно-экспериментальной работы, проведённой на базе нескольких военных технических вузов в 2020–2024 гг., сформулированные правила были положены в основу проектирования преемственной педагогической системы. В экспериментальной группе ($n = 207$) реализовывалась система, ключевыми элементами которой стали: а) механизм обеспечения сквозной тематики, при котором тема ВКР курсанта являлась частью более широкой научной проблемы кафедры и получала продолжение в диссертации; б) система трёхуровневого непрерывного научного наставничества, охватывающая периоды специалитета, войсковой стажировки и адъюнктуры; в) модуль адаптивного повторения, позволяющий поддерживать методологические знания офицера в период службы в войсках.

Эксперимент проводился в три этапа. На констатирующем этапе (2019 г.) зафиксирован исходный уровень сформированности исследовательских компетенций и рассчитан коэффициент преемственности (КП) – отношение уровня компетенции при выпуске к уровню на входе в адъюнктуру. На формирующем этапе (2019–2021 гг.) в экспериментальной группе реализовывалась преемственная система, контрольная группа ($n = 198$) обучалась по традиционной схеме. На контрольном этапе (2024 г.) проведены итоговые измерения. Данные приведены в таблице 2 и на рис. 2.

Таблица 2. Динамика коэффициента преемственности (КП) в экспериментальной и контрольной группах

Группа	2019 г. (конст.)	2021 г. (формир.)	2024 г. (контр.)
Экспериментальная	0,43	0,65	0,78
Контрольная	0,42	0,44	0,44

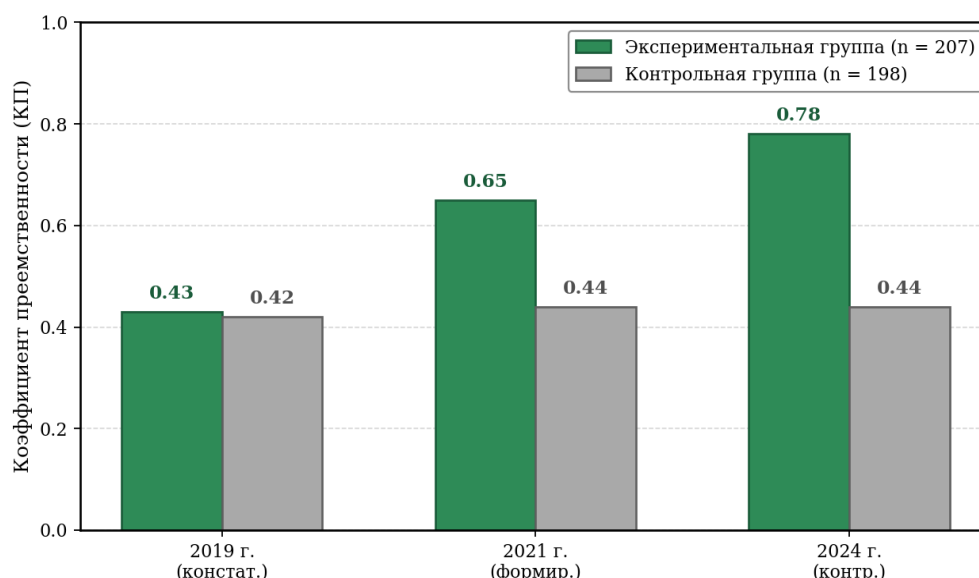


Рис. 2. Динамика коэффициента преемственности (КП) в экспериментальной и контрольной группах (2019–2024 гг.)

В экспериментальной группе КП возрос с 0,43 до 0,78; в контрольной остался практически неизменным (0,42–0,44). Доля адъюнктов, успешно воспроизводящих ранее сформированные исследовательские компетенции, возросла с 38 % до 71 %. Тематика диссертаций в большинстве случаев имела прямую содержательную связь с ВКР. Явление «методологического шока» сократилось с критических 42 % до приемлемых 18 %. Наиболее убедительным интегральным показателем стал рост доли защит диссертаций в срок. Все различия статистически достоверны ($p < 0,001$ по t-

критерию Стьюдента).

Структура «точек разрыва» преемственности, установленная в ходе исследования, наглядно представлена на рис. 3.

Полученные результаты неопровержимо доказывают, что реализация сформулированных дидактических правил обеспечивает не просто плавный переход, а значительный системный эффект, имеющий как узковедомственное, так и универсальное значение для теории и практики высшего профессионального образования.

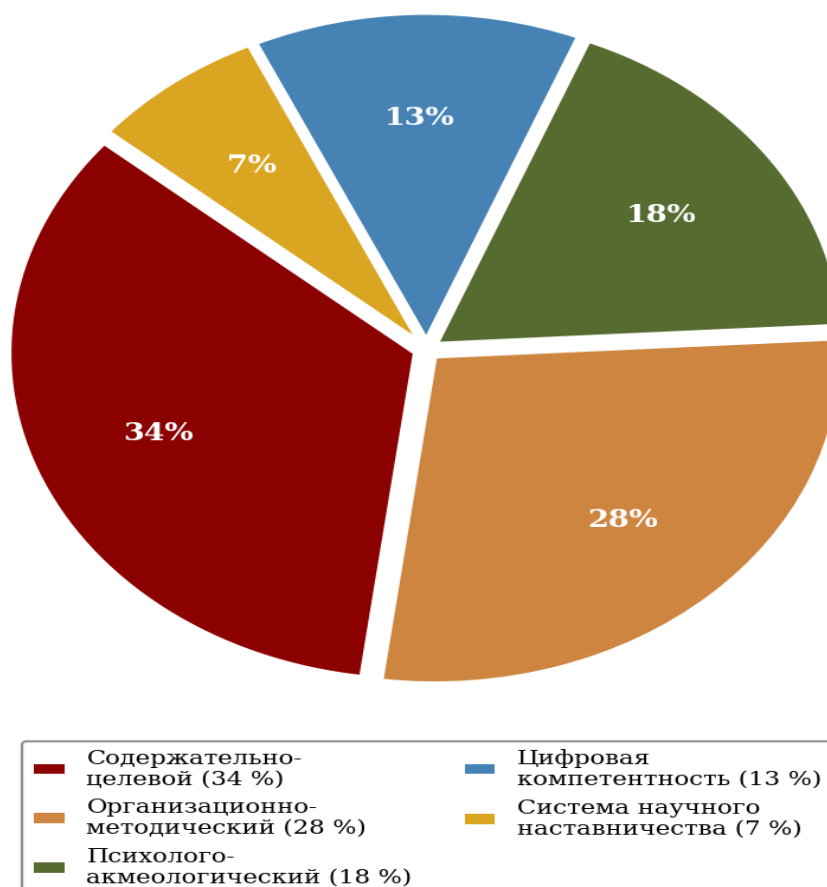


Рис. 3. Структура «точек разрыва» преемственности в системе «специалист – адъютант»

Проведённый многоаспектный анализ, объединивший историко-философскую рефлексию, теоретическое моделирование и эмпирическую верификацию, позволяет сформулировать ряд принципиально важных выводов.

Преемственность в образовании – это сложное, полиаспектное явление, сущность которого наиболее полно раскрывается через триединство процессов деструкции, кумуляции и конструкции [4, 10]. Именно в таком понимании она из философской закономерности трансформируется в конкретный дидактический принцип, а затем – в методологическое основание для проектирования целостных педагогических систем.

В системе высшего военного образования выявлены и количественно охарактеризованы устойчивые «точки разрыва» преемственности: содержательно-целевые, организационно-методические, психолого-акмеологические, а также связанные с цифровой компетентностью и

отсутствием сквозного научного наставничества [7, 13, 14]. Их системное преодоление возможно только при переходе от фрагментарного согласования учебных программ к целостному педагогическому проектированию, в котором преемственность играет роль центрального системообразующего принципа.

Предложенная и экспериментально верифицированная триада дидактических правил (деструкция, кумуляция, конструкция) задаёт конкретный, воспроизводимый алгоритм такого проектирования. Эмпирические данные доказывают, что реализация этих правил в рамках преемственной системы «специалист – адъютант» обеспечивает рост доли защит диссертаций в экспериментальных группах «в срок», открывая перспективу достижения стопроцентной эффективности военной адъютантуры. Полученные результаты создают универсальную теоретико-методологическую основу для

проектирования преемственных как военного, так и гражданского педагогических систем в различных звеньях профессионального образования.

Список литературы:

1. Перминова, Л. М. Логико-дидактические и психолого-педагогические основания преемственности в системе непрерывного образования / Л. М. Перминова // Ценности и смыслы. – 2020. – № 2 (66). – С. 99–117.
2. Приказ Министра обороны РФ от 18.01.2016 № 6 (ред. от 06.07.2021) «Об организации деятельности адъюнктуры военных образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования и научных организаций Министерства обороны Российской Федерации».
3. Горобец, Д. В. Ретроспективный анализ сущности понятия «преемственность» / Д. В. Горобец // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2023. – № 4. – С. 16–28.
4. Петров, А. В. Статус преемственности в образовании и её дидактические функции / А. В. Петров, А. А. Петров // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 3 (52). – С. 126–129.
5. Пашкин, С. Б. Научно-практические основы формирования индивидуального стиля профессиональной деятельности военного инженера в период обучения в вузе МО РФ (психолого-педагогический аспект): дис. ... д-ра пед. наук. – СПб., 2001. – 405 с.
6. Семенов, Г. И. Совершенствование подготовки научно-педагогических кадров в адъюнктуре военного технического вуза: дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 1999. – 198 с.
7. Саркисова, Е. А. Метод модульного психолого-педагогического сопровождения формирования навыков научно-исследовательской деятельности курсантов в вузе МО РФ: дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2023. – 174 с.
8. Приказ Министра обороны РФ от 30.05.2022 № 308 «Об организации образовательной деятельности в федеральных государственных организациях, осуществляющих образовательную деятельность и находящихся в ведении Министерства обороны Российской Федерации».
9. Юлдашева, Г. Г. Некоторые аспекты принципа преемственности / Г. Г. Юлдашева // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы III Междунар. науч. конф. – Уфа: Лето, 2013. – С. 23–25.
10. Баллер, Э. А. Преемственность в развитии культуры / Э. А. Баллер. – М.: Наука, 1969. – 294 с.
11. Экспресс-информация ИСИЭЗ НИУ ВШЭ «Эффективность аспирантуры: в поисках нового подхода к оценке» [Электронный ресурс] // ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. – 2024. – 5 сентября. – URL: <https://issek.hse.ru/news/> (дата обращения: 01.10.2024).
12. Батракова, И. С. Преемственность подготовки в магистратуре и аспирантуре современного вуза как условие развития исследовательской компетентности обучающихся / И. С. Батракова, А. В. Тряпицын // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. – 2014. – № 2 (125). – С. 101–107.
13. Сафин, А. М. Формирование военного специалиста: направления активизации военно-научной работы курсантов военных вузов / А. М. Сафин, Г. Н. Чернышева, М. В. Кильдюшевский, И. В. Казьмина // Воздушно-космические силы. Теория и практика. – 2022. – № 23. – С. 217–225.
14. Франтасов, Д. Н. Исследование цифрового следа обучающегося для повышения качества и оптимизации образовательного процесса / Д. Н. Франтасов // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2024. – № 4 (70). – С. 84–94.

15. Полещук, О. М. Обработка и прогноз данных образовательного процесса на основе нечёткого регрессионного анализа / О. М. Полещук, Е. Г. Комаров, Н. Г. Поярков // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2024. – Т. 28, № 3. – С. 133–140.
16. Куркова, Ю. А. Преемственность среднего и высшего образования в странах Западной Европы и США / Ю. А. Куркова // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1. – С. 42–47.
17. Саркисова, Е. А. Формирование исследовательских умений курсантов в образовательном процессе военного вуза / Е. А. Саркисова // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 4. – С. 96–105.
18. Саркисова, Е. А. Психолого-педагогические условия формирования исследовательской компетентности курсантов военного вуза / Е. А. Саркисова // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. – 2021. – № 202. – С. 119–128.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Блинов Андрей Викторович , доцент кафедры, ВИ(ИТ) ВА МТО	Blinov Andrey Viktorovich , Associate Professor of the Department,
Бука Владислав Юрьевич , слушатель Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева	Vladislav Yuryevich Buka , a student of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev
Коновалов Владимир Борисович , доктор экономических наук, профессор, Начальник Штаба Материально-технического обеспечения e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru	Konovalev Vladimir B. , doctor of economics, professor. e-mail: vlad.conovalow@yandex.ru
Котий Алексей Анатольевич , кандидат военных наук, старший преподаватель кафедры	Alexey A. Koti , Candidate of Military Sciences, Senior Lecturer at the Department
Крисковец Татьяна Николаевна , доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: tnkris@mail.ru	Kriskovets Tatiana Nikolaevna , Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: tnkris@mail.ru
Курмышов Василий Михайлович , доктор исторических наук, профессор, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: vasily-kurmyshov@yandex.ru	Vasily Mikhailovich Kurmyshov , Doctor of Historical Sciences, Professor, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: vasily-kurmyshov@yandex.ru
Ласточкин Святослав Геннадьевич , Старший преподаватель, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: muromets86@internet.ru	Lastochkin Svyatoslav Gennadievich , Senior Lecturer, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: muromets86@internet.ru
Лымарева Алина Валерьевна , преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: Alina_780@mail.ru	Lymareva Alina Valerevna , teacher, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: Alina_780@mail.ru
Маленков Кирилл Валерьевич , Слушатель, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: malenkov-kv89@mail.ru	Malenkov Kirill Valerievich , Student, Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: malenkov-kv89@mail.ru
Майкушев Ренат Сапаркиреевич , слушатель Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева	Renat Saparkireevich Maikushev , student of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev
Николенко В.И. , Акционерное общество «Пожарная безопасность в оборонном комплексе и в строительстве»	Nikolenko V.I. , Joint-Stock Company "Fire Safety in the defense complex and in construction"
Николенко И.Ю. , Публично-правовая компания «Военно-строительный комплекс»	Nikolenko I.Y. , Public Law Company "Military Construction Complex"
Овчинников Сергей Викторович , Кандидат военных наук, Доцент кафедры Управления техническим обеспечением войск национальной гвардии (кандидат военных наук), Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева, г. Санкт-Петербург.	Ovchinnikov Sergey Viktorovich , Candidate of Military Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of the National Guard Troops (Candidate of Military Sciences), Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev, St. Petersburg.
Поправко Дмитрий Петрович , начальник кафедры (управления техническим обеспечением войск национальной гвардии) ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва», г. Санкт – Петербург e-mail: K20vatt@ya.ru	Popravko Dmitriy E. , head of the department The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: K20vatt@ya.ru
Рыбицкий Владимир Анатольевич , кандидат военных наук, доцент, сотрудник НИИ (ВСИ МТО ВС	Vladimir Anatolyevich Rybitsky , Candidate of Military Sciences, Associate Professor, researcher at the Scientific Research Institute (VSI MTO of the

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
РФ) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва e-mail: vladimir-rybicki@mail.ru	Armed Forces of the Russian Federation) Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: vladimir-rybicki@mail.ru
Саркисов Сергей Владимирович , доктор технических наук, начальник кафедры, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ser-sark@yandex.ru	Sarkisov Sergey V. , head of the department MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ser-sark@yandex.ru
Хурамшин И.Р. , Публично-правовая компания «Военно-строительный комплекс»	I.R. Khuramshin , Public Law Company "Military Construction Complex"