

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №1(23)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №1(23)
Содержание	1	Contents
Редакционная коллегия	2	Editorial Board
Значимые даты и события	4	Significant dates and events
<i>Зотов А.С.</i>	4	<i>Zotov A.S.</i>
К 100-летию со дня рождения Константина Георгиевича Нейштубе		To the 100th anniversary of the birth of Konstantin Georgievich Neishtube
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	6	Design, construction and reconstruction of military facilities
<i>Коновалов В.Б., Тучков В.К., Петрушин И.Е., Кириленко В.И.</i>	6	<i>Konovalev V.B., Tuchkov V.K., Petrushin I.E., Kirilenko V.I.</i>
Утилизация нефтесодержащих загрязнений объектов военной инфраструктуры		Disposal of oil-containing pollution of military infrastructure facilities
<i>Миргородский А.Н., Тупицин Ю.Е., Литвинова Н.Б.</i>	17	<i>Mirgorodskiy A.N., Tupitsin U.E., Litvinova N.B.</i>
Прогнозирование теплоустойчивости специальных сооружений с целью повышения надежности эксплуатации специальных технических систем		Forecasting the thermal stability of special structures in order to increase the reliability of operation of special technical systems
<i>Степенко А.Н., Левчук А.А., Кокарев А.С.</i>	21	<i>Stepenko A.N., Levchuk A.A., Kokarev A.S.</i>
Подход к моделированию процесса выполнения технологической операции с использованием стохастической сети		An approach to modeling the process of performing a technological operation using a stochastic network
<i>Мачнев С.А., Федоренко А.В., Шевчук А.М., Путилин П.А.</i>	26	<i>Machnev S.A., Fedorenko A.V., Shevchuk A.M., Putilin P.A.</i>
Методика оценки параметров воздействия на подземное защитное сооружение обычных средств поражения с управляемым прониканием		Methodology for assessing the parameters of the impact on the underground protective structure of conventional means of destruction with controlled penetration
<i>Руденко А.А., Ушакова Е.А.</i>	34	<i>Rudenko A.A., Ushakova E.A.</i>
Исследование несущей способности оснований буровыдавленных свай		Research of the bearing capacity of the bases drilling of crushed piles
<i>Шинкевич В.А., Сорокин Н.В., Баранов А.П., Полыгалов Е.О.</i>	41	<i>Shinkevich V.A., Sorokin N.V., Baranov A.P., Polygalov E.O.</i>
Математическое условие необходимости применения метода «с колес» при монтаже конструкций возводимых объектов военной инфраструктуры		Mathematical condition for the need to apply the "off the wheel" method when assembling structures of military infrastructure facilities under construction
<i>Терехин А.Н., Кулагин А.В., Щербakov А.В., Попов М.А.</i>	48	<i>Terekhin A.N., Kulagin A.V., Shcherbakov A.V., Popov M.A.</i>
Анализ существующих схемных решений анаэробных энергоустановок с двигателями внутреннего сгорания		Analysis of existing circuit solutions for anaerobic power plants with internal combustion engines
<i>Таранцев А.А., Кондратьев С.А., Рузманов М.Д., Химчук Д.В.</i>	57	<i>Tarantsev A.A., Kondratev S.A., Ruzmanov M.D., Khimchuk D.V.</i>
Программное моделирование для решения задач по обеспечению пожарной безопасности в тоннелях		Software modeling for solving fire safety problems in tunnels
<i>Сергеева Н.Г., Воробьев А.А.</i>	64	<i>Sergeeva N. G., Vorobiev A. A.</i>
Математическая модель процессов восстановления железнодорожной сети региона		Mathematical model of the region railway network restoration processes
<i>Усин В.В., Комаров К.М., Хальметов Р.Р.</i>	72	<i>Usin V.V., Komarov K.M., Khalmetov R.R.</i>
Концепция предупредительного дистанционного автоматизированного диагностирования военной автомобильной техники для совершенствования ее технического обслуживания и текущего ремонта		The concept of preventive remote automated diagnostics of military automotive equipment to improve its maintenance and routine repairs

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №1(23)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №1(23)	
Теория воинского обучения и воспитания	80	Theory of military training and education	
<i>Крисковец Т.Н., Мошина Е.А., Кащеева К.В.</i> Использование диалоговых технологий в процессе обучения иностранному языку курсантов военных образовательных организаций высшего образования МО РФ	80	<i>Kriskovets T.N., Moshina E.A., Kashcheeva K.V.</i> Use of dialogue technologies in the process of teaching foreign language to cadets of military educational organizations of the Russian Federation Defence Ministry	
<i>Горьков П.А., Костырев А.А., Несвит П.В.</i> Принципиальный подход к набору курсантов на обучение в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации	85	<i>Gorkov P.A., Kostyrev A.A., Nesvit P.V.</i> A principled approach to recruiting cadets for training in military educational institutions of higher education of the Ministry of Defense of the Russian Federation	
<i>Литвинова Н.Б., Моторин В.М., Тупицин Ю.Е.</i> Опыт формирования компетенций обучающихся на основе использования комплекса учебно-тренировочных средств	96	<i>Litvinova N.B., Motorin V.M., Tupitsin Y.E.</i> Experience in the formation of students' competencies based on the use of a set of educational and training tools	
<i>Булат Р.Е., Байчорова Х.С.</i> Проявления толерантности и лояльности у иностранных обучающихся в результате побуждения их к вакцинации против COVID- 19	101	<i>Bulat R.E., Baychorova Kh.S.</i> Manifestations of tolerance and loyalty among foreign students as a result of encourage them to vaccinate against COVID- 19	
<i>А.С. Цховребов</i> Коммуникативно незначимые ошибки в сложносочиненном предложении в письменной речи иностранных обучающихся	115	<i>A. S. Tskhovrebov</i> Communicatively insignificant errors in a compound sentence in the written speech of foreign students	
Сведения об авторах	121	Information about the authors	

Главный редактор журнала – Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Коновалов Владимир Борисович, доктор экономических наук профессор;

Заместитель председателя редакционной коллегии

Кащеев Роман Леонидович, кандидат технических наук доцент;

Члены редакционной коллегии

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

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Борисов Алексей Александрович, кандидат технических наук профессор;

Бондарев Алексей Валентинович, доктор технических наук;

Васюткин Сергей Фёдорович, кандидат технических наук;

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;

Казаков Юрий Николаевич, доктор технических наук профессор;

Крисковец Татьяна Николаевна, доктор педагогических наук доцент;

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент;

Маляров Валерий Николаевич, доктор исторических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ;

Макаров Александр Данилович, доктор экономических наук, доктор юридических наук, профессор, академик МАНЭБ, АВН, НОАН, АПВЭиФ, заслуженный деятель науки и образования;

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

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор;

Саркисов Сергей Владимирович, доктор технических наук доцент;

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;

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор;

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент;

Чернобай Михаил Петрович, кандидат педагогических наук профессор, засл. работник физич. культуры РФ;

Черимисин Суад Зухер, доктор физико-математических наук профессор;

Путилин Павел Александрович, кандидат технических наук.

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: Путилин П.А.

Сдано в набор 11.05.2022

Бумага типографская

Редактор текстов на английском языке:

Подписано в печать 11.05.2022

Печать цифровая

Путилин П.А.

Формат бумаги 60 x 90 1/8

Заказ № 2261

Экспертиза текстов статей на объём

Тираж 300 экз.

заимствований: Зотов А.С.

Цена договорная

Дизайн обложки: Путилин П.А.

Вёрстка: Путилин П.А.

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/

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2022, №1 (№23)

«Всю жизнь и каждую минуту служу родному Институту!»



6 марта 2022 года исполнилось 100 лет со дня рождения Константина Георгиевича Нейштубе – ветерана военной службы и одного из первых выпускников Высшего военно-морского инженерно-строительного училища (ВВМИСУ), который до конца своих дней посвятил себя служению Отечеству!

В 1941 году курсантом начал он славный путь, неразрывно связанный с родным институтом. Великая Отечественная война вмешалась в мирное течение жизни нашей Родины и лейтенант К.Г. Нейштубе, не закончив полный курс обучения был направлен командиром понтонного взвода в действующую армию. Встретив 9 мая в Германии, он решил продолжить обучение и уже слушателем в 1946 году вернулся в училище. В 1952 году капитану К.Г. Нейштубе была присвоена квалификация «инженер-строитель». С этого момента и до конца своих дней Константин Георгиевич служил и трудился на разных должностях в стенах родного училища-института-университета.

Его курсанты всегда с теплотой отзывались о своем командире, наставнике, воспитателе. Вот что вспоминает выпускник 1980-го года, ученый секретарь Ученого совета ВИ(ИТ), кандидат технических наук, доцент, полковник запаса А.В. Ершов:

«С полковником Нейштубе К.Г. все мы, курсанты набора 1975 года, познакомились в первый день, когда надели военную форму – в конце июля месяца. До сих пор я вспоминаю эту встречу в поселке Приветнинское, в ходе которой мы, курсанты, впервые слышали очень много об истории нашего училища, о людях, участвовавших в этой славной истории. За весь период обучения под руководством полковника Нейштубе нам очень запомнилось его отеческое, теплое и одновременно требовательное отношение к курсантам. Особенно это касалось ежемесячной газеты «Гак» факультета, в которую мы стремились не попадать».

Уйдя в запас в звании полковника в 1979 г. с должности заместителя начальника факультета «Строительства военно-морских баз», К.Г. Нейштубе трудился старшим инженером НИО, руководил

редакционно-издательским отделом, а позже, став заведующим музеем, бережно хранил историю родного вуза.

Те, кто помнит Константина Георгиевича, знают, что в редкие свободные часы он отдавался любимому делу-писал стихи. Значимые события, юбилеи, памятные даты - все это находило отражение в его творчестве. Строки из одного стихотворения, посвящения будущим поколениям, стали своеобразным завещанием:

«Летят, как снежный вихрь, листки календаря
Где раньше были мы, там встанут молодые...
Увы, таков закон! Мы прожили не зря!
Приходит их черед – их ждут дела иные!

Но нашей жизни след столетьям не стереть –
Ведь в том, что есть вокруг, во всем есть наша доля!
Любите ж Родину! Умейте смерть презреть,
Коль будут под огнем расцвет ее и воля!»

В 1999, в год шестидесятилетия училища, Константина Георгиевича Нейштубе не стало. Но даже в последний день жизни более всего он переживал о том, как пройдет юбилей, диктовал по телефону поздравление родному вузу.

Немало теплых слов было сказано на прощании в клубе, на Северном кладбище, где он обрел вечный покой. Не всем мечтам было суждено сбыться, многое осталось лишь в планах, но зная, выпавшее из руки Константина Георгиевича не упало, более 20-и лет назад оно было подхвачено его внуком, автором этих строк, преподавателем 2 кафедры А.С. Зотовым.

Эта статья дань памяти, любви, глубокого уважения и горечи утраты всех, кто жил и работал бок о бок с замечательным человеком, ветераном, поэтом и гражданином – Константином Георгиевичем Нейштубе.

УДК 355:7

Коновалов В.Б., Тучков В.К., Петрушин И.Е., Кириленко В.И.
Konovalov V.B., Tuchkov V.K., Petrushin I.E., Kirilenko V.I.

Утилизация нефтесодержащих загрязнений объектов военной инфраструктуры

Disposal of oil-containing pollution of military infrastructure facilities

Аннотация. В статье рассмотрен один из вариантов решения проблемы загрязнения окружающей среды нефтесодержащими продуктами, образующимися от деятельности котельных, работающих на мазуте как в качестве основного, так и резервного топлива. Представлена запатентованная технология, расширяющая функциональные возможности топливного (мазутного) хозяйства путем утилизации нефтесодержащих отходов, образующихся на котельных, за счет последовательной работы оборудования и устройств.

Abstract. The article considers one of the options for solving the problem of environmental pollution with oil-containing products formed from the activities of boiler houses running on fuel oil both as the main and reserve fuel. A patented technology is presented that expands the functionality of the fuel (fuel oil) economy by recycling oil-containing waste generated in boiler houses, due to the consistent operation of equipment and devices.

Ключевые слова: котельное топливо, нефтесодержащие сточные воды, высококачественная топливная смесь, водо-топливная эмульсия.

Keywords: boiler fuel, oily waste water, high-quality fuel mixture, water-fuel emulsion.

Признание природоохранной деятельности в качестве приоритетного фактора, оказывает существенное влияние на повседневное функционирование объектов военной инфраструктуры. Основными задачами в этом направлении являются снижение загрязнения окружающей среды выбросами, сбросами и отходами, образующихся на военных объектах [10]. Ужесточение требований к охране окружающей природной среды [3], вызванное ухудшением экологической обстановки во всех регионах Российской Федерации, заставляет безотлагательно решать проблему повышения экологической безопасности объектов Министерства обороны.

Объекты Министерства обороны обеспечиваются технологическим паром и теплом за счет функционирования котельных, оборудованных паровыми и водогрейными котлами малой и средней мощности [9]. В качестве основного топлива на котельных, в основном, используется природный газ или уголь, мазут М100 применяется в качестве основного или резервного топлива. При работе газифицированных котельных в качестве резервного топлива мазут используется только в период ограничения потребления газа, при этом его обновление растягивается на длительное время. При длительном хранении мазута постепенно ухудшаются его свойства, происходит полимеризация углеводородных компонентов, расслоение по плотностям отдельных фракционных групп, что приводит к образованию высоковязкого слоя и «мертвого остатка» («Мертвый остаток» – часть нефтепродукта, оставшаяся ниже приемо-раздаточного трубопровода резервуара и в неровностях дна) в придонной части резервуаров и создает серьезные эксплуатационные проблемы [1, 2].

В высоковязком слое и в «мертвом остатке» увеличена доля асфальтосмолистых веществ, которые постепенно переходят в нефтешламы с частичной трансформацией в твердые продукты: асфальтены, карбены и карбоиды.

Асфальтены являются продуктами окисления нейтральных смол и образуются при нагреве мазутов на температуру более 125 °С. По строению асфальтены близки к нефтяным смолам, но отличаются от них большей молекулярной массой, меньшим содержанием водорода и более низкой теплотой сгорания.

Присутствие карбоидов увеличивает нестабильность мазутов. При температурах (35...45 °С), близких к температуре застывания, скорость осаждения карбоидов не велика. При повышении температуры мазута выше 70 °С, вследствие увеличения разности плотностей твердых коксовых частиц и жидких компонентов и снижения вязкости продукта, скорость осаждения карбоидов увеличивается, способствуя образованию нефтешламов и топливного отстоя в мазутоловушках и в резервуарах хранения топлива. При содержании карбоидов в остатках крекинга более 1 % нестабильность их резко возрастает, что вызывает серьезные затруднения на всех этапах работы с мазутом – от его хранения до сжигания. Осаждение кокса при хранении, транспорте и подогреве крекинг-остатков на днищах резервуаров, в мазутопроводах и на поверхности нагрева теплообменных аппаратов приводит к дополнительным затратам, связанным с их очисткой и потерей топлива. Отложения карбоидов на поверхностях нагрева подогревателей мазута ухудшает теплообмен. Агломераты карбоидов и асфальтенов, образующиеся при коагуляции, могут вызвать закоксовывание форсунок. Содержание асфальтосмолистых веществ в мазутах в процессе их хранения непрерывно возрастает вследствие протекания окислительных и других процессов [4].

Изменение мест добычи нефти и внедрения новых технологий, более углубленной переработки нефти с целью увеличения доли дефицитных дистиллятных фракций (бензин, керосин, легроин и т.д.) приводит к тому, что потребителю поступают топочные мазуты с повышенной долей тяжелых нефтяных фракций и увеличенным содержанием асфальтосмолистых веществ и парафинов. Капитальные вложения и приведенные затраты на производство таких товарных топлив увеличиваются более чем в два раза. В связи с этим прогнозируется дальнейшее увеличение оптовых цен на нефтяные топлива с сохранением тенденции увеличения доли высоковязких мазутов низкого качества. Технологические процессы топливоподготовки включают в себя хранение, подогрев, фильтрацию, перекачку, подачу на сжигание и слив горячего мазута от форсунок. Использование поставляемого жидкого топлива ухудшенного качества ставит перед обслуживающим персоналом котельных ряд сложных, как эксплуатационных проблем, так и проблем связанных с ухудшением экологических показателей. К таким негативным последствиям следует отнести:

- избыточное обводнение мазута вследствие попадания пара (конденсата) через неконтролируемые эксплуатацией не плотности в днищевых подогревателях в емкостях хранения мазута, обводнение мазута при сливо-наливных операциях, попадания пара (конденсата) в мазут и мазута в конденсат в мазутоподогревателях через не плотности вальцевых соединений в греющей секции;
- неоднородность структуры топлива, расслоение по плотностям находящегося в резервуарах хранения мазута с образованием стойких структурных систем и агломератов, что сказывается на работе топливных насосов и приводит к нарушению, как гидродинамических процессов всего комплекса оборудования топливоподготовки, так и тепловых процессов, происходящих в теплообменных аппаратах, что в конечном итоге резко снижает качество горения топлива;

- нестабильный расход и давление на горелочных устройствах из-за переменных физико-химических характеристик подаваемого мазута, несовершенства конструктивных и режимных параметров серийно изготавливаемых топливных насосов [6, 8].

Применяемые организационно-технические мероприятия по использованию поставляемого мазута не обеспечивают уровень современных требований по экономическим и экологическим показателям. Морально устаревшая технология топливоподготовки, с устройствами, обеспечивающими технологические процессы усугубляют проблемы, связанные с использованием поставляемого мазута М100 (с условной вязкостью - $УВ^{\circ} > 100$ при 50°C).

В существующих и проектируемых типовых схемных решениях мазутных хозяйств котельных средней и малой мощности мазут подогревается в емкостях хранения за счет днищевых подогревателей и группой выносных подогревателей. В котельных средней и малой мощности наиболее часто находят применение выносные подогреватели типа ПМ-25, ПМ-40 и др.

В процессе длительной эксплуатации на ряде котельных выявлены серьезные недостатки как днищевых, так и выносных подогревателей, к которым следует отнести:

- невозможность использования подогревателей типа ПМ-25, ПМ-40 и др. для высоковязких мазутов $УВ^{\circ} > 100$ (при 50°C) на температуру подогрева свыше 115°C ;
- повышенную склонность к отложениям на внутренней поверхности труб для выносных подогревателей и на внешней поверхности для днищевых, что приводит к снижению коэффициента теплопередачи до 50 %;
- трудность очистки поверхности труб от отложений из окисленных продуктов полимеризации мазута;
- низкая гидравлическая плотность по пару и мазуту; низкая ремонтпригодность;
- невозможность использования конденсата, греющего пара от подогревателей вследствие возможного его загрязнения мазутом;
- обводнение мазута.

С другой стороны, котельные установки являются мощным источником загрязнения окружающей среды по вредным выбросам и сбросам, что усугубляется в значительной мере несоответствием применения для мазута М100 с $УВ^{\circ} > 100$ (при 50°C) [7, 11].

Удорожание природных топливных ресурсов и ужесточение природоохранных (экологических) требований заставляет искать новые, эффективные и недорогие способы повышения экономичности и обеспечения экологической безопасности при их эксплуатации.

В настоящее время, эффективность сжигания котельных топлив в процессе их использования достигается двумя основными методами:

- подготовкой топлива перед его сжиганием;
- поддержанием оптимальных условий сжигания топлива.

Подготовка топлива включает комплекс методов обработки с целью улучшения его (топлива) физико-химических свойств и структуры для более качественно распыливания, смесеобразования и сгорания. Выбор схемы (комплекса методов и агрегатов) топливоподготовки зависит от агрегатного состояния, структуры и физико-химических свойств топлив. К традиционным методам физической обработки топлива относятся: отстой, сепарация и фильтрация с подогревом для очистки тяжелых топлив от механических примесей и удаления воды. К химической подготовке следует отнести ввод химических композиций – присадок, улучшающих одно или несколько эксплуатационных свойств топлива.

Оптимальные условия сжигания топлива достигаются поддержанием в исправности воздухо-регулирующего устройства и топливоподающей системы котла, а также обеспечением чистоты поверхностей нагрева котлов. Очевидно, что указанные методы интенсификации

процесса горения относятся к пассивным, поскольку они позволяют только косвенно, посредством поддержания условий сжигания топлива, близким к спецификационным, управлять процессом сжигания нефтяного топлива и, таким образом, поддерживать качество функционирования котла.

Широко признанным и наиболее дешевым, доступным и простым способом улучшения экономических и экологических показателей работы котельных установок и повышения эффективности сжигания углеводородных нефтяных топлив является использование в качестве топлива – топливной смеси или водотопливной эмульсии за счет гомогенизации топливных составляющих и воды вводимой или имеемой в составе топлива. Гомогенизация состоит в разрушении (дроблении) мазута, его структурных топливных систем с большей молекулярной массой, а также вводимой или имеемой в составе мазута воды в однородную высококачественную гомогенную топливную смесь (далее - ВКТС, водо-топливная эмульсия).

ВКТС (водо-топливная эмульсия) – это особый вид жидкого нефтяного топлива, обязательным компонентом которого является вода, равномерно распределенная по всему объему исходного горючего в заданной концентрации. Эколого-экономическая эффективность применения ВКТС в качестве котельного топлива достигается за счет того, что вода, входящая в состав готовой эмульсии, принимает активное участие во всех процессах, происходящих в зоне горения и в топке. В результате ввода воды в зону горения происходит разбавление действующих концентраций реагирующих веществ и продуктов сгорания, снижение максимальной температуры горения и выравнивание температурного поля по всему объему факела, а также увеличение местных коэффициентов избытка воздуха, особенно в периферийных зонах горения, обедненных кислородом. Наличие воды в зоне горения изменяет так же и механизм окисления углеводородов, азота, серы и других элементов исходного топлива, устраняя химический и механический недожог. Кроме того, вода является поставщиком дополнительного кислорода, необходимого для организации процесса горения в хвостовой части факела.

В настоящее время водо-топливная эмульсия широко применяется в качестве котельного топлива в стационарной энергетике Великобритании, США, Франции, Японии, а также в отдельных регионах России и странах Балтии и СНГ.

В целях повышения эколого-экономического эффекта от сжигания топливной смеси ВКТС или ВТЭ в котле в качестве её компонента целесообразно применять нефтяные отходы и загрязненную нефтепродуктами воду, включающую в себя и нефтяные отходы (остатки) и отработанные нефтепродукты топливного (мазутного) хозяйства котельной, скапливающиеся на объекте в большом количестве. ВКТС на основе указанных нефтесодержащих жидкостей подаются на сжигание в котел, где и происходит утилизация горючих компонентов и огневое обезвреживание негорючих компонентов нефтяных отходов, отработанных нефтепродуктов и загрязненных вод. При этом нефтесодержащая вода и жидкие нефтяные отходы не очищаются и не удаляются с объекта, а сжигаются в топках котлов в определенных пропорциях в составе топливной смеси или ВКТС непосредственно на месте их образования. Причем нефтепродукты, содержащиеся в утилизируемых, жидких отходах не теряются безвозвратно и не загрязняют природную среду, а возвращаются в цикл и используются по прямому назначению, т.е. сжигаются в котле, вырабатывая при этом дополнительную, полезную тепловую энергию [2, 4].

Таким образом, перспективным экономически обоснованным методом повышения экологической безопасности объектов, оборудованных котельными установками, сжигающими жидкое нефтяное топливо, является термическая утилизация нефтяных отходов (остатков), отработанных нефтепродуктов и огневое обезвреживание нефтесодержащих сточных вод топливного хозяйства непосредственно в условиях их образования, т. е. непосредственно на объекте.

В ВИ(ИТ) разработана и практически внедрена на ряде котельных «Система топливоподготовки трехконтурная с блоком утилизации нефтесодержащих сред (СТТ-ГРИН)», включающая новые технологические процессы:

- многоступенчатую, многократную обработку, нагрев, фильтрацию низкосортного, обводненного, высоковязкого мазута с неоднородными асфальтено-смолистыми включениями путем диспергирования структурных систем в однородную высококачественную гомогенную топливную смесь (эмульсию) за счет комплексной взаимосвязанной работы специального оборудования, входящего в систему СТТ-ГРИН;

- «холодное» хранение мазута с выделением локальной прогретой зоны в объеме резервуара по линии всасывания до 45 °С со снижением расхода пара на компенсацию тепловых потерь на 70 %. Хранение мазута со средней температурой близкой к температуре застывания препятствует расслоению по плотностям находящегося в резервуарах хранения мазута;

- циркуляционный подогрев мазута с повышенными скоростями в выносных подогревателях-гомогенизаторах типа ПМГ и фильтрах-подогревателях, мазутных самоочищающихся типа ФМСП с возможностью плавного управления температурой мазута в широком диапазоне от 110 до 125 °С и выше с удержанием нормируемой вязкости ($2,5 + 1 \text{ УВ}^\circ$ для горелок ГМГ) в узком диапазоне;

- многократную фильтрацию на фильтрах подогревателей типа ФМСП (фильтр подогреватель мазутный самоочищающийся) с зазором фильтрующего элемента 0,25 мм;

- замкнутый, двухконтурный подогрев мазута с применением испарителей со встроенной греющей секцией с возвратом конденсата от мазутоподогревателей.

Новые технологические процессы являются основой «Системы топливоподготовки трехконтурной (СТТ-ГРИН)» (рисунок 1), как технологии, представляющей совокупность способов и устройств [13], в состав которой входят следующее оборудование и устройства:

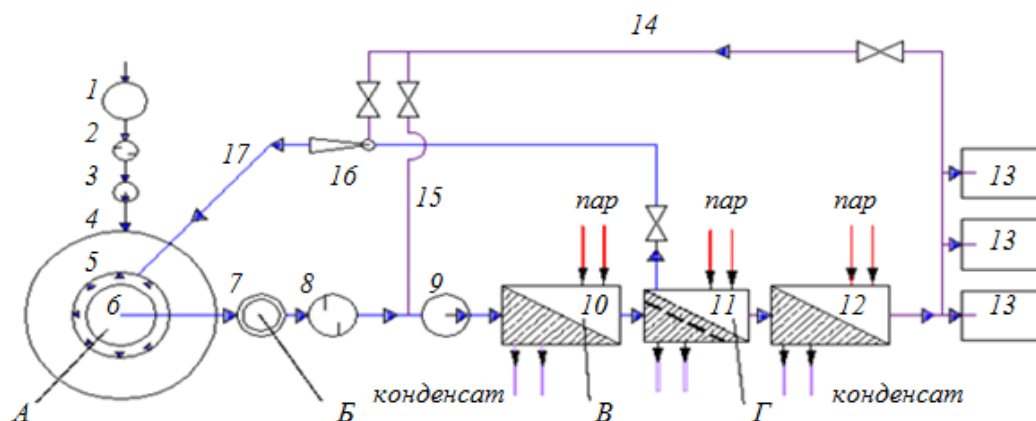


Рис. 1. Технологическая схема системы топливоподготовки трехконтурной (СТТ) [13]:

1 – резервуар («нулевая» емкость); 2, 8 – фильтры грубой очистки; 3 – насос перекачивающий; 4 – основной резервуар; 5 – двухзонная система рециркуляции в резервуаре; 6 – характерный объем; 7 – ДРПУ; 9 – топливный насос; 10 – блок ПМГ-1; 11 – блок ФМСП; 12 – блок ПМГ-2; 13 – котлоагрегаты; 14 – рециркуляция от горелочных устройств; 15 – рециркуляция на линию всасывания топливных насосов; 16 – ДСКУ; 17 – циркуляция на резервуар 4 от блока ФМСП; А – патент № 2344984 «Устройство для подогрева вязких нефтепродуктов в емкости» [14]; Б – патент № 2271244 «Роторно-пульсационный аппарат» [15]; В, Г – патенты № 2363886 и № 22712220 «Устройство для подготовки жидкого топлива к сжиганию» [14, 15].

- устройства для подогрева вязких нефтепродуктов в емкости [14];

- диспергирующие роторно-пульсационные устройства (ДРПУ) [15];
- подогреватели мазута гомогенизаторы (ПМГ) [16];
- фильтры-подогреватели мазута самоочищающиеся (ФМСП) [17];
- диспергирующие струйно-кавитационные устройства (ДСКУ);
- испарительные установки малой мощности со встроенной греющей секцией и сепаратором.

Разработанные фильтры-подогреватели мазута самоочищающиеся (ФМСП) и подогреватели мазута гомогенизаторы (ПМГ) во многом лишены недостатков подогревателей мазута ПМ. Гомогенизация и обработка топлива в устройствах блока подогрева и фильтрации происходит вследствие кавитационных эффектов и дополнительной турбулизации потока, проходящего через спиральные каналы, при встречном движении струй мазута, а также за счет высокой скорости прокачивания (до 3 м/с), что резко снижает возможность образования отложений, ухудшающих процесс теплопередачи. Основные характеристики предлагаемых устройств (ПМГ и ФМСП) – это технологичность, простота в управлении, ремонтпригодность, высокая гидравлическая прочность по пару и мазуту; надежность работы, хорошее качество получаемой топливной смеси, а также возможность плавного управления температурой мазута в широком диапазоне от 100 до 125 °С с удержанием нормируемой вязкости в узком диапазоне. Работа подогревателей проверена на целом ряде действующих объектов при длительной эксплуатации. Заявленная технология и применение специальных устройств обеспечивает гарантированное сжигание мазута с $УВ^{\circ} > 100$ переменного качества. Для гарантированного предотвращения образования нефтесодержащих вод, исключения попадания мазута в конденсат и потерь конденсата пара от подогревателей мазута подогрев топлива в блоках теплообменников и фильтров осуществляется вторичным паром за счет введения двухконтурного подогрева с применением новых типоразмеров испарителей с греющими секциями, конструкция которых тщательно отработана в стационарной энергетике. Первичный пар от котлов во встроенной греющей секции испарителя вырабатывает вторичный пар, который получается за счет нагрева, возвращаемого от мазутоподогревателей конденсата с образованием замкнутого цикла: «мазутоподогреватель – испаритель – мазутоподогреватель». В этом случае конденсат первичного пара направляется в деаэрактор или используется в цикле котельной. Применяемое решение двухконтурного подогрева мазута позволяет исключить блок очистки для нефтесодержащих стоков от мазутоподогревателей, удержать в цикле котельной тепло конденсата от мазутоподогревателей, сократить потребление воды на подпитку котлов. Данная технология защищена более 20 заявками на изобретение и патентами авторов-разработчиков.

«Система топливоподготовки трехконтурная (СТТ-ГРИН)» применяется с блоком утилизации нефтесодержащих сред.

Объекты военной инфраструктуры являются источником загрязнения окружающей природной среды. К наиболее значимым источникам загрязнения, с точки зрения антропогенного воздействия, относят отработанные нефтепродукты, которые образуются при функционировании различных объектов Министерства обороны.

Следует особо отметить, что за рубежом основная масса (до 90...95 %) отработанных нефтепродуктов, в основном – масел, используется в качестве добавки к дизельным топливам и мазутам. Так, доля регенерируемых масел от объема производства составляет: 4 % – в США, 5 % – в Японии, 10 % – в Великобритании.

Основой отработанных нефтепродуктов, образующихся на военных объектах, являются группы партий используемых исходных нефтепродуктов, используемых или потребляемых на основных и вспомогательных производствах промышленных предприятий. Доля тех или иных нефтепродуктов в отходах определяется видами техники, техническими средствами и

технологическими процессами. Партией считают любое количество отработанного нефтепродукта одной группы, сопровождаемое одним документом о качестве.

В реальных условиях промышленного предприятия, сбор нефтепродуктов в определенные группы не осуществляется из-за нецелесообразности, что приводит к образованию смеси нефтяных отходов (далее - СНО) смешанного состава с переменными физико-химическими характеристиками. Нефтедержащие среды собираются в емкости вместимостью $V = 2...15 \text{ м}^3$, либо в бочки объемом 200 л.

С целью определения дальнейшей пригодности собираемого СНО в качестве добавки к мазутам с $УВ^\circ > 100$ сотрудниками ВИ(ИТ), совместно с сотрудниками отдела Охраны окружающей среды ФГУП «Адмиралтейские верфи» и специалистами специализированной лаборатории НПО ЦКТИ – (№ РОСС RU0001.22 MX02), проведены комплексные анализы проб смеси нефтепродуктов (СНО) по утвержденным методикам для жидкого котельного углеводородного топлива. Анализы проб показали, что топливная смесь имеет следующие показатели:

Средние физико-химические показатели смесей рабочей массы СНО представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические показатели смесей рабочей массы смеси нефтедержащих отходов

№ пп	Наименование показателя	Значение
1	Вязкость кинематическая, $\text{м}^2/\text{с}$ (сСт): при 50 °С при 100 °С	$25 \cdot 10^{-6}$ (25,0) $5 \cdot 10^{-6}$ (5,0)
2	Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, °С	95...115
3	Зольность, %	0,24
4	Массовая доля воды, %	1,0-5,4-10,0
5	Средняя низшая теплотворная способность нефтедержащей смеси, ккал/кг	7300-9353-9660
6	Содержание серы, %	1,13
7	Содержание углерода, %	81,43
8	Содержание водорода, %	11,23
9	Плотность при 20 °С, $\text{г}/\text{см}^3$	0,908

Сопоставление основных физико-химических показателей смесей, предполагаемых к использованию в качестве добавки к штатному котельному топливу с действующим ГОСТом 10585-99 на мазут (см. таблицу 1) позволяет сделать вывод, что основные показатели СНО и мазута М100 сопоставимы, что позволяет использовать СНО в качестве добавки к мазуту в составе топливной смеси и такую добавку можно рассматривать, как присадку улучшающую эксплуатационные свойства мазута с $УВ^\circ > 100$ (при 50 °С).

С целью эффективного использования СНО и мазута с $УВ^\circ > 100$ на действующей котельной с паровыми котлами ДКВР10/13 г. Кронштадт в/ч 22830, где эксплуатировалась СТТ, были проведены испытания. Целью испытаний являлись:

- определение оптимального соотношения компонентов в сжигаемых топливных смесях и водотопливной эмульсии по условиям обеспечения надежности, взрывопожаробезопасности, тепловой эффективности и эксплуатационным свойствам топливной смеси (температура вспышки и застывания, вязкость, плотность, теплотворная способность, стабильность и другие эксплуатационные физико-химические показатели);

- оценка эколого-экономической эффективности работы системы СТТ, определение оптимальных режимов её функционирования для решения задач по подготовке обычного мазута М100, мазута с $УВ^{\circ} = 120...140$, топливной смеси (мазут и СНО) с целью утилизации нефтесодержащих сред;
- качественная и количественная оценка уходящих из котла газов при сжигании топливных (водо-топливной) смесей (эмульсии) с различным соотношением исходных компонентов [12].
- проверка работоспособности «Трехконтурной системой топливоподготовки для мазута М100», по прямому назначению в реальных условиях эксплуатации при использовании топочного мазута М100 переменного качества (повышенное содержание воды, смол, асфальтенов, высоковязких углеводородных групп и т. п.).

Испытания системы и котельных установок проводились в соответствии с действующими ГОСТами и нормативными документами.

Состав и физико-химические показатели топливных смесей определялся в сертифицированных химических лабораториях НПО ЦКТИ – Испытательный центр энергетического оборудования (№ РОСС RU0001. 22 МХ02) по методикам, установленным ГОСТами 2177-99, 2084-77, 3900-85, 2084-77, 6356-75, 6370-83, 2477-65.

Количественная и качественная оценка уходящих из котла газов проводилась представителями Испытательной санитарно-химической лаборатории АО «Адмиралтейские верфи» с использованием современной аппаратуры газового анализа (Метиомер МЭС-2, спектрометр «Квант» АФА, хроматограф «Цвет-500») по методикам АООТ «ТОИР», ООО «Экосистема» М-12 [5].

Испытания проводились в диапазоне нагрузок котлов от 20 % до 104 %.

Контроль в процессе проведения испытаний СТТ и котельных установок осуществлялся по показаниям штатных приборов топливоподающей системы СТТ и котельных установок: по давлению топлива, воды, пара. Визуально – за изменением факела сжигаемого топлива.

С целью оптимизации состава горючего, используемого для отопления котла, в период испытаний применялись топливные смеси, включающие следующие компоненты:

1. Мазут Ф5, М40, М100 и мазут с $УВ^{\circ} = 125$.
2. Нефтеотходы (СНО).
3. Нефтесодержащие воды.

Указанные компоненты смешивались в определенных заданных соотношениях, подвергались многократной обработке, нагреву, фильтровались, образуя горючую смесь заданных параметров.

В результате проведенных испытаний установлено следующее:

1. «СТТ-ГРИН» – работоспособна, функционирует надежно и устойчиво на мазуте М100 с $УВ^{\circ} = 125$, так и при работе на топливных смесях с различными вариациями компонентов. Топливные насосы и диспергирующие роторно-пульсационные устройства (устройства гидродинамической обработке топлива) работают устойчиво с постоянным давлением без пульсаций, вибрации и шума характерного при подаче мазута переменного влагосодержания и качества. Температура подаваемого на горение топлива отличается от температуры греющего пара на выходе из подогревателей на $10...15^{\circ}\text{C}$ на всем диапазоне изменяемого давления пара от 0,15 до 0,2 Мпа. Инерция изменения температуры мазута от параметров пара не более 20 секунд.
2. Надежность, маневренность и экономичность топливоподающей системы при функционировании системы – повышается, а именно:

- повышение надежности обусловлено однородной структурой и гомогенным составом обработанных топливных смесей, находящегося на хранении в нефтяных резервуарах и

подаваемого на сжигание в котлы, отсутствием нефтяных сгустков, водяных линз и пробок в расходных топливных емкостях штатной топливоподающей системы вследствие деструкции тяжелых топливных углеводородов в объеме топочного мазута. Равномерного распределения воды, содержащегося в объеме подаваемого на сжигание топлива и получения высококачественной мелкодисперстной водомазутной эмульсии с влагосодержанием 5...15 %. Возможности работы котлов в широком диапазоне влажности мазута до 40 %.

- работа котлов при сжигании в них обработанного мазута и водомазутной эмульсии сопровождается повышением светимости и цвета факела, изменением его размеров (уменьшение длины и увеличение ширины), отсутствием дыма на срезе трубы.

Сжигание обработанного топочного мазута и водомазутной эмульсии, получаемого в «Системе топливоподготовки трехконтурной» повышает экологическую и экономическую эффективность использования паровых котлов ДКВР10-13, а, следовательно, и котельной в целом.

В результате испытаний выявлены наиболее оптимальные концентрации компонентов в топливных смесях.

В процессе сжигания топливных смесей (эмульсии) в котлах при сохранении их экономических показателей работы установлено следующее:

- при розжиге и работе котлов во всем диапазоне нагрузок проскоков, отрывов пламени и его срывов не происходило. При этом котел на обработанной топливной смеси работал устойчиво. Щитовые приборы зафиксировали небольшое увеличение паропроизводительности при постоянном расходе исходного мазута. Температура уходящих газов снизилась на 10...20 °С;

- работа котлов при сжигании в них топливных смесей сопровождается повышением светимости факела, изменением его размеров (уменьшение длины и увеличение ширины), отсутствием дыма на срезе трубы. Работа котла проходила при более низких коэффициентах избытка воздуха 1,05-1,1 от 1,35 ранее;

- снижение в уходящих дымовых газах оксиды азота (NO_x) в среднем на 50 % по сравнению с продуктами сгорания штатного топлива стандартного влагосодержания (акты испытаний СТТ);

- количество утилизируемых жидких нефтяных отходов с влагосодержанием топливной смеси 7...15 % составило для котла ДКВР 10/13 – до 250 кг/ч.

- эксплуатационные характеристики котлов ДКВР 10/13 при сжигании в них топливных смесей и водотопливной эмульсии с концентрацией воды 5...10 % соответствуют характеристикам при сжигании штатного котельного стандартной обводненности.

Значения выбросов по котельной при работе одного котла с топливной смесью: мазут марки 100, СНО приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Величина выбросов при сжигании в котле топливной смеси

Название вещества	Выбросы, г/с
Окислы азота (NO_x),	0,607750
Оксид углерода (CO)	1,965312
Сажа (C)	0,076389
Сернистый ангидрид (SO_2)	5,988889
Азота диоксид 80 %	0,486200
Азота оксид 13 %	0,079008

Отношение $C_m/\text{ПДК}$ для сажи значительно меньше 0,01. Поэтому незначительное изменение выброса не окажет влияния на атмосферный воздух в районе рассматриваемых площадок.

Значения выбросов по окислам металлов, вносимых в топливную смесь с нефтесодержащими средами в зависимости от источника образования приняты на основании данных по расходу смеси и данных по содержанию металлов в топливе представлено в табл. 3.

Таблица 3.

Величина выбросов окислов металлов

Наименование загрязняющих веществ	Концентрация, мг/м ³	Выбросы, г/с
Цинк	0,0252	0,0022153
Свинец	0,00115	0,0000482
Марганец	–	следы
Железо	0,511	0,0032153
Медь	–	следы
Никель	0,0523	0,0005950
Алюминий	0,062	0,0011619
Магний	0,0187	0,0000362
Хром	–	следы

Заключение

1. Положительные результаты проведенной работы по утилизации нефтесодержащих сред в составе топливной смеси при работе СТТ-ГРИН позволяют рекомендовать эту технологию для котельных, как многоцелевую, эко совместимую технологию, как по снижению вредных выбросов, так и по снижению вредных сбросов по нефтесодержащим средам, путем их утилизации и огневого обезвреживания в топках котлов.

2. «СТТ-ГРИН» – работоспособна, функционирует надежно и устойчиво.

3. При использовании системы СТТ достигается экономический и экологический эффект одновременно.

Экономический эффект достигается за счет:

- возможности использовать в качестве основного или резервного топлива мазут от М40 до мазута с УВ° = 140 переменного качества и некондиционный мазут;
- утилизации нефтесодержащих сред промышленного предприятия и котельной в составе топливной смеси, снижения затрат по вывозу и сдачи нефтесодержащих отходов, возвращение топливной составляющей в теряемых ранее отходов;
- экономии штатного котельного топлива от 5 % до 30 % за счет замещения горючей части нефтесодержащих сред, утилизируемых в топках котлов;
- снижения эксплуатационных расходов котельной.

Экологический эффект достигается за счет:

- утилизации нефтяных отходов, скапливающихся на территории промышленного предприятия;
- снижения нагрузки на очистные сооружения;
- снижение потребления воды на подпитку котлов и уменьшение сбросов от котельной.

Список литературы:

1. Стахов Е.А. Очистка нефтесодержащих сточных вод предприятий хранения и транспорта нефтепродуктов. – Л.: Недра, 1983 г.

2. Давлетшин М.Г., Никифоров В.Н., Полухин В.А., Тучков В.К. Комплексные технологии для резервного топливного хозяйства котельной // Новости теплоснабжения, № 6, 2012 г., с. 22-25.
3. Саркисов С.В. Экология: учебник. - СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2015, - 360 с.
4. Тучков В.К., Терехин А.Н., Кириленко В.И., Кононов А.Н. Военная инфраструктура: контуры будущего. Сборник докладов круглого стола ДЭСОКУ и НИИ ВСИ МТО на тему: «Инновационные решения эксплуатационного содержания объектов КЖФ, коммунальных сооружений и инженерно-технических систем воинских частей и организаций МО России» в рамках форума «Армия-2020». СПб: Политех-Пресс, 2020. – 224 с. – с. 191...200 (ISBN 978-5-7422-6994-6).
5. Саркисов С.В., Путилин П.А., Бабенков А.В., Вакуненко В.А. Применение цифровых технологий в системе эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций Министерства обороны Российской Федерации // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № S8 (9). С. 20-26.
6. Саркисов С.В., Гринев А.П., Винокуров П.В. Исследование работы насосов при перекачке сточных вод на объектах военной инфраструктуры // Научные проблемы материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации. - 2018. № 1 (7). С. 289-301.
7. Pivovarova I.I., Terekhin R.D., Sarkisov S.V., Sorokin A.A., Musatov V.I. Software implementation of fuzzy logic algorithms for environmental risk assessment // Journal of Physics: Conference Series (ICMSIT-2020). - 2020. - Vol. 1515. P. 022091. DOI: 10.1088/1742-6596/1515/2/022091.
8. Топоров А.В., Коновалов В.Б., Саркисов С.В. Оптимизация режимов работы, схемных решений и оборудования насосных станций МО РФ для повышений энергетической эффективности // Актуальные проблемы военно-научных исследований. - Санкт-Петербург, 2019. № 3 (4).- С. 80-88.
9. Bondarev A.V., Sarkisov S.V., Tarasov V.N., Vakunenko V.A., Biryukov N.A. Transient operating regimes modeling in low-power boilers of a high-temperature fluidized bed. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 919. 2020. 052042. DOI: 10.1088/1757-899X/919/5/052042
10. Кашеев Р.Л., Саркисов С.В., Зенкевич М.Ю., Лопатин Н.В. Вопросы реабилитации почв, загрязненных нефтепродуктами в условиях вечной мерзлоты // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 1 (13). С. 193-200.
11. Никонов В.С., Игнатьев А.А., Саркисов С.В., Гжибовский Н.Э., Эль-Салим С.З. Комплексное определение несимметричного диметилгидразина в окружающей среде // Экологические системы и приборы. - 2020. №10. С. 30-38.
12. Саркисов С.В., Эль-Салим С.З., Никонов В.С., Игнатьев А.А. Метод контроля токсичных химикатов в водных растворах по газоаналитическим измерениям концентрации насыщенного пара растворенных веществ // Научно-технический журнал «Вопросы оборонной техники» Серия 16: Технические средства противодействия терроризму 7-8 (145-146) – СПб – 2020 г. – С. 82-89.
13. Тучков В.К., Пинтюшенко А.Д., Герцман Л.Е. «Способ подготовки жидкого топлива к сжиганию» // Патент РФ №2283457 от 15.05.2003 г.
14. Тучков В.К., Пинтюшенко А.Д., Герцман Л.Е. «Устройство для подогрева вязких нефтепродуктов в емкости»// Патент РФ № 2344984 от 20.07.2006 г.
15. Тучков В.К., Пинтюшенко А.Д., Герцман Л.Е. «Роторно-пульсационный аппарат» // Патент РФ № 2271244 от 12.07.2004 г.
16. Тучков В.К., Пинтюшенко А.Д., Герцман Л.Е. «Устройство для подготовки жидкого топлива к сжиганию» // Патент РФ № 2363886 от 06.11.2007 г.
17. Тучков В.К., Пинтюшенко А.Д., Герцман Л.Е. «Устройство для подготовки жидкого топлива к сжиганию» // Патент РФ № 22712220 от 04.10.2004 г.

Прогнозирование теплоустойчивости специальных сооружений с целью повышения надежности эксплуатации специальных технических систем

Forecasting the thermal stability of special structures in order to increase the reliability of operation of special technical systems

Аннотация. Создание и поддержание требуемых условий эксплуатации изделий военной техники возложено на специальные сооружения, являющихся средством их эксплуатации. Учитывая, что сооружение и система отопления являются единой термодинамической системой, то надежность выполнения задач по обеспечению требуемого теплового режима эксплуатации зависит от характеристик ограждающих конструкций самого специального сооружения, а также характеристик системы отопления.

В статье обоснован выбор параметров, имеющих наибольшее влияние на рассматриваемую термодинамическую систему, а также получена модель остывания специального сооружения при отключении теплоснабжения, позволяющая рассчитать время достижения критической температуры в помещениях сооружения, как для текущих параметров окружающей среды, так и для прогнозируемых.

Abstract. The creation and maintenance of the required operating conditions for military equipment products is entrusted to special structures that are the means of their operation. Considering that the structure and the heating system are a single thermodynamic system, the reliability of performing tasks to ensure the required thermal regime of operation depends on the characteristics of the enclosing structures of the special structure itself, as well as the characteristics of the heating system.

The article substantiates the choice of parameters that have the greatest impact on the thermodynamic system under consideration, and also a model of cooling of a special structure is obtained when the heat supply is turned off, which allows calculating the time to reach the critical temperature in the premises of the structure, both for the current environmental parameters and for the predicted ones.

Ключевые слова: специальные сооружения, средства эксплуатации, изделия военной техники, нестационарный теплообмен, специальные технические системы, система отопления, модель остывания, ограждающие конструкции.

Keywords: special structures, means of operation, military equipment products, non-stationary heat exchange, special technical systems, heating system, cooling model, enclosing structures.

Введение

При эксплуатации изделий военной техники (ИВТ), технологического оборудования специальных сооружений и объектов наземной инфраструктуры, поддержание требуемых параметров микроклимата обеспечивается специальными техническими системами (СТС). В отопительный период компенсация теплотерь ограждающими конструкциями зданий и сооружений, являющихся согласно [1] средствами эксплуатации ИВТ, осуществляется системой отопления.

При возникновении аварии на тепловых сетях или теплогенерирующей установке, теплоснабжение специальных сооружений может быть снижено или прекращено вовсе, что

приведет к остыванию сооружения и снижению температуры внутри помещений ниже критической, т.е. не соответствующей условиям эксплуатации ИВТ [2]. Такое состояние согласно [3] трактуется как «неработоспособное состояние» и в соответствии с [4] является «отказом», что может привести к невыполнению боевой задачи [5].

Время восстановления теплоснабжения при аварии на тепловых сетях зависит от диаметра и способа прокладки трубопроводов и может быть рассчитано по эмпирической формуле [5].

Следовательно, задача определения тепловой устойчивости сооружения, сводится к определению времени достижения температуры воздуха внутри помещений при остывании сооружения до критических значений.

Выбор характеристик, определяющих тепловой режим сооружения

При установившемся режиме, тепловые потери сооружения, зависящие от многих факторов (температуры наружного воздуха, силе ветра, времени суток (инсоляции), геометрических характеристик сооружения, степени остекления, величине термических сопротивлений ограждающих конструкций, внутренних тепловыделений от оборудования, освещения и т.д.), компенсируются системой отопления, входящей в состав специальных технических систем. При прогнозировании теплоустойчивости специального сооружения, т.е. определении времени остывания до критической температуры, необходимо знать характеристики ограждающих конструкций сооружения, характеризующие скорость остывания в данных условиях окружающей среды. Для типовых зданий и сооружений в качестве характеристики ограждающих конструкций можно использовать коэффициент аккумуляции $k_{ак}$, который приведен в таблице 2 [6]). Однако специальные сооружения не являются типовыми и в расчетах необходимо учитывать индивидуальные характеристики каждого сооружения [7].

Приведенные в [5] аналитические зависимости скорости и времени остывания сооружения до критической температуры получены для неизменных условий окружающей среды, однако за время ремонта, которое для трубопровода $\varnothing 0,159$ м составляет 7,5 час. (без учета времени на обнаружение места аварии) [5], параметры окружающей среды могут существенно измениться.

Исходя из этого, прогнозирование остывания помещений до критической температуры должно основываться на модели нестационарного теплообмена через ограждающие конструкции сооружения, учитывающей как индивидуальные характеристики специального сооружения, так и изменения условий окружающей среды.

В данном случае для определения теплотерь теплопередачей через ограждающие конструкции целесообразно использовать формулу профессора Ермолаева Н.С. [8]:

$$Q_{огр} = V \cdot \left\{ \frac{P}{S} \left[k_c + \varphi \cdot (k_{ок} - k_c) \right] + \frac{1}{H} \left[k_c + \psi_1 \cdot k_{пт} + \psi_2 \cdot k_{пл} \right] \right\} \cdot (t_b - t_n), \quad (1)$$

где H , V , S , P – геометрические характеристики сооружения (высота, объем, площадь, периметр); k_c , $k_{ок}$, $k_{пл}$, $k_{пт}$ – коэффициенты теплопередачи наружных стен, окон, пола, кровли; φ – коэффициент остекления; ψ_1 , ψ_2 – поправка на перепад температур между верхним и нижним ограждением; t_b , t_n – температура воздуха внутри и снаружи сооружения.

С учетом инфильтрации тепловой баланс сооружения примет вид:

$$Q_{\Sigma} = Q_{огр} + Q_{и}, \quad (2)$$

где Q_{Σ} – суммарные теплотери сооружения, Дж/с; $Q_{и}$ – потери инфильтрацией, Дж/с, определяются по формуле:

$$Q_{и} = 0,28 \cdot G \cdot c_b \cdot (t_b - t_n) \cdot \delta, \quad (3)$$

где G – расход инфильтрующегося воздуха, кг/час; c_b – удельная теплоемкость воздуха Дж/(кг*К); δ – коэффициент, учитывающий встречный тепловой поток.

Внутренние тепlopоступления в специальных сооружениях ассимилируются системой вентиляции и не учитываются при расчете мощности системы отопления [9].

Модель остывания помещений специального сооружения

Количество теплоты, отдаваемое телом с единицы поверхности во внешнюю среду, в соответствии с законом Ньютона-Рихмана пропорционально разности температур тела t_T и среды t_{cp} , и величине бесконечно малого промежутка времени $d\tau$:

$$dQ = a \cdot (t_T - t_{cp}) d\tau, \quad (4)$$

где a – коэффициент теплоотдачи, Вт/м²*К;

Количество теплоты, отдаваемое телом при понижении температуры на величину dt за время dt составляет:

$$dQ = m \cdot c \cdot dt, \quad (5)$$

где m – масса тела, сосредоточенная в объеме с единичной площадью поверхности, кг;

c – удельная массовая теплоемкость, Дж/кг*К.

Объединяя уравнения (3) и (4) получаем модель остывания тела:

$$d\tau = \frac{m \cdot c}{a \cdot (t_T - t_{cp})} \cdot dt. \quad (6)$$

В полученной модели время остывания пропорционально количеству накопленной теплоты и обратно пропорционально скорости остывания.

Применительно к специальному сооружению модель остывания примет вид:

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot c_i \cdot (t_i^H - t_i^K)}{\sum_{j=1}^l Q_j}, \quad (7)$$

где m_i – масса i -го тела, остывающего в помещениях сооружения (воздух, внутренние строительные конструкции, оборудование, мебель и т.д.), кг; c_i – удельная массовая теплоемкость i -го тела, Дж/кг*К; t_i^H , t_i^K – температура i -го тела в начале и конце остывания, К; Q_j – вид теплотер (скорость остывания) сооружения j -м видом, Дж/с; n – количество остывающих в сооружении тел, l – количество видов теплотер сооружением.

Исходя из массы и теплоемкости остывающих в сооружении тел, наибольшие запасы теплоты сосредоточены в воздухе, внутренних строительных конструкциях и теплоносителе системы отопления. Остальные находятся в пределах погрешности.

С учетом уравнений (1) и (3) выражение для времени остывания сооружения примет вид:

$$\tau = \frac{(m_B \cdot c_B + m_{CK} \cdot c_{CK}) \cdot (t_B - t_{кр}) + m_T \cdot c_T \cdot (t_T^H - t_{кр})}{\left\{ V \cdot \left[\frac{P}{S} \cdot (k_c + \varphi \cdot (k_{ок} - k_c)) + \frac{1}{H} \cdot (k_c + \psi_1 \cdot k_{пт} + \psi_2 \cdot k_{пл}) \right] + 0,28 \cdot G \cdot c_B \cdot \delta \right\} \cdot (t_B - t_H)}, \quad (8)$$

где m_B , m_{CK} , m_T – масса воздуха, масса внутренних строительных конструкций (согласно техпаспорту), масса теплоносителя в системе отопления (согласно паспорту системы отопления);

C_B , C_{CK} , C_T – удельная массовая теплоемкость воздуха, внутренних строительных конструкций, теплоносителя; $t_{кр}$ – критическая температура воздуха в помещениях сооружения.

Для технологического оборудования, вычислительной аппаратуры и аппаратуры связи специального сооружения критической температурой является «точка росы» [5], зависящая от влажности и температуры воздуха в помещении. При отключении теплоснабжения для расчета времени остывания до критической температуры достаточно подставить в уравнение (8) текущие значения температуры наружного воздуха, температуры теплоносителя и скорость ветра.

Заключение

Полученное уравнение (8) позволяет определить располагаемый запас времени достижения критической температуры в помещениях специального сооружения при данных внешних условиях, а также спрогнозировать, как изменится это время, в случае неблагоприятного метеопрогноза. Зная время ремонта на тепловых сетях, а также время достижения критической температуры в помещениях сооружения, появляется возможность принять обоснованное решение по перечню необходимых действий дежурного персонала по недопущению нарушения условий эксплуатации ИВТ.

Список литературы:

1. ГОСТ РВ 0101-001-2007. Эксплуатация и ремонт изделий военной техники. Термины и определения. – введ. 01.01.2008. – М.: Стандартинформ, 2007. – 23с.
2. Миргородский А.Н. Термозкономический метод обеспечения требуемых тепловых режимов эксплуатации специальных сооружений / Д.А.Авсюкевич, А.Н.Миргородский, С.Н.Буяков, С.Е.Ниезова // – Специальные сооружения и объекты: актуальные проблемы изысканий, строительства и эксплуатации: сборник научных статей межвузовской научно-практической конференции – СПб: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2017. – С. 117-121.
3. ГОСТ РВ 52403—2005 Свойства и состояния систем, комплексов и образцов военной техники. Термины и определения. – введ. 01.06.2007. – М.: Стандартинформ, 2006. – 16с.
4. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения. – Взамен ГОСТ 27.002-89; введ. 01.03.2017. – М.: Стандартинформ. 2017. – 25с.
5. Миргородский А.Н. Оценивание характеристик сооружения по обеспечению требуемых условий эксплуатации изделий военной техники / А.Н.Миргородский, С.Н.Буяков, Д.А.Эльцфон // – Труды ВКА имени А.Ф.Можайского. – 2019. – № 669 – С. 146-151.
6. МДС 41-6.2000. Организационно-методические рекомендации по подготовке к проведению отопительного периода и повышению надежности систем коммунального теплоснабжения в городах и населенных пунктах Российской Федерации. – введ. 06.09.2000. – М.: Госстрой России, 2000. – 14 с.
7. Миргородский А.Н. Оптимизация затрат на эксплуатацию объектов наземной космической инфраструктуры / А.Н.Миргородский, Ф.Е.Ковалев, Д.А.Эльцфон // – Труды ВКА имени А.Ф.Можайского. – 2020. – № 675 – С. 288-293.
8. Ермолаев Н.С. К вопросу об определении тепловой характеристики зданий / Н.С.Ермолаев // – Отопление и вентиляция. – 1932. – №4 – С. 18-21.
1. Авсюкевич Д.А. Термозкономическая модель технических систем сооружений наземных комплексов / Сб. рефератов деп. рукописей, вып. № 27, серия Б, – М.: ЦВНИ МО РФ, 1994.

**Подход к моделированию процесса выполнения технологической операции с
использованием стохастической сети**

**An approach to modeling the process of performing a technological operation using a stochastic
network**

Аннотация. В статье представлена модель технологического процесса на основе стохастической сети, которая позволяет получить зависимость числовых характеристик длительности выполнения технологического процесса от параметров выполнения конкретной технологической операции, в частности, от уровня обученности эксплуатирующего персонала действиям при возникновении неисправностей.

Abstract. The article presents a model of the technological process based on a stochastic network, which allows us to obtain the dependence of the numerical characteristics of the duration of the technological process on the parameters of a specific technological operation, in particular, on the level of training of the operating personnel to act in case of malfunctions.

Ключевые слова: стохастическая сеть, технологический процесс, обученность персонала.

Keywords: stochastic network, technological process, staff training.

Введение

Современные технологические процессы (ТП) являются сложными и осуществляются в строгом соответствии с технологией, изложенной в эксплуатационной документации. Однако на основе анализа было выявлено, что возникновение неисправностей при выполнении операций ТП является объективной реальностью. Это обусловлено как несовершенством технической компоненты, в том числе технологического оборудования, так и многофакторностью самого ТП [1]. Для оценки влияния возникающих неисправностей на показатели процесса выполнения технологической операции необходимо применять модель, способную учесть стохастическую природу возникающих неисправностей и продолжительности их устранения.

Своевременная идентификация причин возникновения неисправностей, а также эффективные действия по устранению последствий, восстановлению оборудования и возобновлению выполнения операций ТП во многом обусловлены уровнем обученности эксплуатирующего персонала.

Согласно модели принятия решений, принадлежащей В. Роузу [2], действия эксплуатирующего персонала в случае необходимости устранения возникшей неисправности состоят из обнаружения неисправности, диагностики причин, вызвавших неисправность, и компенсации последствий, что говорит о структурной сложности навыка принятия решений.

Для того, чтобы оценить влияние структурной сложности навыка на продолжительность выполнения ТП необходимо разработать модель, которая с достаточной степенью детализации позволяет исследовать процессы, происходящие при выполнении отдельной технологической операции ТП.

Модель процесса выполнения технологической операции

Представим ТП в виде последовательно выполняемых персоналом технологических операций (ТхО). Выполнение каждой отдельной операции может быть прервано возникновением неисправности, продолжительность устранения которой зависит от уровня обученности

эксплуатирующего персонала. При этом априорно неизвестно, возникнет ли неисправность при выполнении ТхО и каким образом будет развиваться процесс ее устранения. Следовательно, для моделирования ТП целесообразно использовать сети GERT [3], в которых стохастическими являются параметры дуг и структура сети (при реализации сети происходит выполнение лишь части дуг и узлов, входящих в исходную сеть).

На рис. 1 представлена вероятностная модель процесса выполнения i -й ТхО в виде сети GERT. Узлы (события) в модели соответствуют состояниям процесса выполнения ТхО, а дуги отражают логическую взаимосвязь событий. При этом состояния целесообразно моделировать следующими типами узлов:

- узел с детерминированным входом и детерминированным выходом – ;
- узел с детерминированным входом и стохастическим выходом – ;
- узел со стохастическим входом и детерминированным выходом – .

События GERT модели интерпретированы следующим образом:

$A^{(i)}$ – начало выполнения ТхО;

$B^{(i)}$ – возникновение неисправности;

$C^{(i)}$ – неисправность обнаружена;

$D^{(i)}$ – проведено диагностирование неисправности;

$E^{(i)}$ – реализованы действия по парированию неисправности;

$F^{(i)}$ – неисправность устранена;

$G^{(i)}$ – ТхО успешно завершена;

$\bar{G}^{(i)}$ – ТхО не завершена вследствие невозможности отыскания причины возникновения неисправности.

Представив процесс выполнения всех q ТхО в виде моделей $G(z_1), ..., G(z_i), ..., G(z_q)$ и соединив их последовательно, получим модель ТП (рис.2).

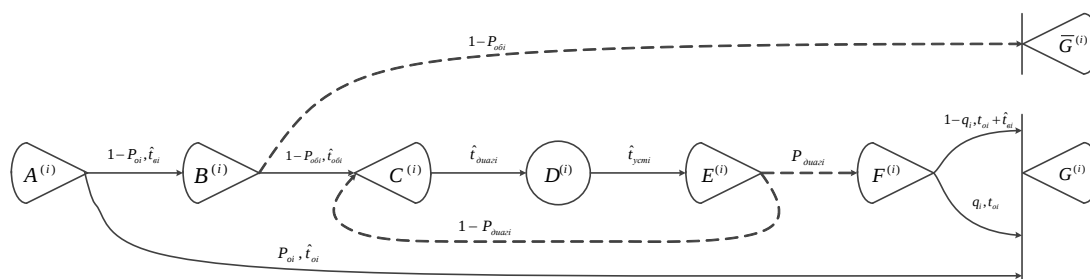


Рис.1. Модель выполнения задач при проведении ТхО

Поясним обозначения, использованные в модели $G(z_i)$:

P_{oi} – вероятность отсутствия неисправности;

P_{obi} – вероятность обнаружения неисправности;

P_{diazi} – вероятность верного диагностирования неисправности;

q_i – вероятность реализации варианта 1 после устранения неисправности;

t_{oi} – продолжительность завершения ТхО при отсутствии неисправности;

$\hat{t}_{bi}$ – время возникновения неисправности с начала операции;

$\hat{t}_{obi}$ – продолжительность обнаружения неисправности;

$\hat{t}_{diazi}$ – продолжительность диагностирования неисправности;

$\hat{t}_{komi}$ – продолжительность компенсации неисправности.

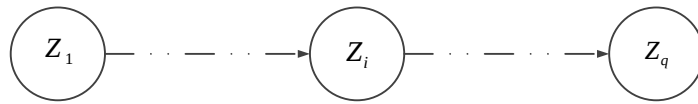


Рис.2. Модель ТП

Можно заметить, что показатели уровня обученности персонала присутствуют в модели ТхО z_i в виде параметров отдельных дуг и узлов. К ним относятся $\hat{t}_{обi}$, $\hat{t}_{диагi}$, $\hat{t}_{комi}$, ($i=1, \dots, q$) – продолжительность обнаружения, диагностирования и компенсации неисправности. Так как $\hat{t}_{обi}$, $\hat{t}_{диагi}$, $\hat{t}_{комi}$ являются случайными величинами, то они не могут служить непосредственно показателями оперативности устранения неисправности в процессе ТхО. Поэтому для оценки оперативности будем использовать числовые характеристики случайной величины – их математические ожидания и дисперсии, которые будем называть показателями оперативности устранения неисправности.

Для расчета стохастических сетей разработаны аналитические методы системы GERT [3, 4, 8]. Однако сложность реализации этих методов при решении практических задач связана с вычислительными трудностями при расчетах сетей большого объема и вводимыми допущениями о нормальном законе распределения общего времени выполнения сети. Учитывая дестабилизирующие факторы, влияющие на длительность ТП (возникающие неисправности) и, следовательно, на закон распределения, данное допущение неправомерно. Кроме того, в методах системы GERT отсутствуют соотношения для расчета сетей с наличием параллельных дуг, соответствующих одновременно выполняемым операциям, и контуров с наличием ограничений на число возможных повторений.

В основу предлагаемых способов расчета показателей эффективности функционирования сложных систем положена идея (по аналогии с методами системы GERT) преобразования сетевой стохастической модели процесса к эквивалентной дуге, для которой распределение вероятностей продолжительности ее выполнения совпадает с распределением исходной сети.

В результате последовательного преобразования сети GERT (рис. 1), состоящей из пяти последовательных этапов, может быть составлена система рекуррентных уравнений для вычисления математического ожидания и дисперсии времени, необходимого для попадания в состояние $G^{(i)}$, соответствующее успешному завершению технологической операции. Для ее составления воспользуемся аппаратом анализа вероятностных смесей распределения [5,7], с помощью которого составим следующие соотношения:

на первом этапе преобразования:

$$\begin{cases} \bar{t}_{oki} = q_i t_{oi} + (1 - q_i)(t_{oi} + \bar{t}_{ei}), \\ \sigma_2[\hat{t}_{oki}] = q_i t_{oi}^2 + (1 - q_i)(t_{oi} + \bar{t}_{ei})^2, \\ D[\hat{t}_{oki}] = \sigma_2[\hat{t}_{oki}] - \bar{t}_{oki}^2, \end{cases} \quad (1)$$

на втором этапе преобразования:

$$\begin{cases} \bar{t}_{ок1i} = \bar{t}_{диагi} + \bar{t}_{ycmi}, \\ \sigma_2[\hat{t}_{ок1i}] = M^2[\hat{t}_{ок1i}] + D[\hat{t}_{ок1i}], \\ D[\hat{t}_{ок1i}] = D[\hat{t}_{диагi}] + D[\hat{t}_{ycmi}], \end{cases} \quad (2)$$

на третьем этапе преобразования:

$$\begin{cases} \gamma = \left[1 - (n+2)P_{\partial uazi}^{n+1} + (n+1)P_2^{n+2} \right], \\ \bar{t}_{ycm1i} = \sum_0^n (n+1)t_{ок1i} P_{\partial uazi} (1 - P_{\partial uazi})^2, \\ \sigma_2[\hat{t}_{ycm1i}] = \frac{\sigma_2[\hat{t}_{ок1i}]}{P_{\partial uazi}}, \\ D[\hat{t}_{ycm1i}] = \gamma^2 + D[\hat{t}_{ок1i}], \end{cases} \quad (3)$$

на четвертом этапе преобразования:

$$\begin{cases} \bar{t}_{неус1i} = \bar{t}_{\partial i} + \bar{t}_{о\partial i} + \bar{t}_{ycm1i} + \bar{t}_{ок1i}, \\ \sigma_2[\hat{t}_{неус1i}] = M^2[\hat{t}_{неус1i}] + D[\hat{t}_{неус1i}], \\ D[\hat{t}_{ок1i}] = D[\hat{t}_{\partial i}] + D[\hat{t}_{о\partial i}] + D[\hat{t}_{ycm1i}] + D[\hat{t}_{ок1i}], \end{cases} \quad (4)$$

на пятом этапе преобразования:

$$\begin{cases} \bar{t}_i = P_{oi}t_{oi} + (1 - P_{oi})\bar{t}_{неус1i}, \\ \sigma_2[\hat{t}_i] = P_{oi}t_{oi}^2 + (1 - P_{oi})\sigma_2[\hat{t}_{неус1i}], \\ D[\hat{t}_i] = \sigma_2[\hat{t}_i] - \bar{t}_i^2. \end{cases} \quad (5)$$

В соотношения (1-5) обозначение $\sigma_2[\hat{x}]$ соответствует второму начальному моменту СВ $\hat{x}$. Вычисление вторых начальных моментов, введенных при преобразовании сети, необходимо для определения дисперсии $D[\hat{t}_i]$.

Так как задачи в ходе ТхО выполняются последовательно, то при условии независимости случайных величин $\hat{t}_i$:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^q \bar{t}_i, \quad (6)$$

$$D[\hat{t}] = \sum_{i=1}^q D[\hat{t}_i]. \quad (7)$$

Полученные соотношения (1-5) позволяют выразить математическое ожидание и дисперсию продолжительности выполнения ТхО через параметры процесса.

Для того чтобы оценить чувствительность модели к изменению уровня обученности персонала, необходимо определить закон распределения продолжительности выполнения ТхО.

Достаточно универсальной вероятностной моделью продолжительности ТхО является четырехпараметрическое бета-распределение, плотность $H(t)$ которого определяется следующим соотношением [6]:

$$H(t) = H(t, t_{\min}, t_{\max}, \alpha, \beta) = \frac{(t - t_{\min})^{\alpha-1} (t_{\max} - t)^{\beta-1}}{J(\alpha, \beta)(t_{\max} - t_{\min})^{\alpha+\beta-1}}, \quad (8)$$

где $J(\alpha, \beta)$ – бета-функция (интеграл Эйлера 2-го порядка);

$$J(\alpha, \beta) = \int_0^1 b^{\alpha-1} (1-b)^{\beta-1} db;$$

$t_{\min}, t_{\max}, \alpha, \beta$ – параметры распределения.

Минимальное время $t_{\min}$ (левая граница распределения случайной величины $\hat{t}$) определяется технологическим графиком выполнения операции, т. е.

$$t_{\min} = \sum_1^q t_{oi}. \quad (9)$$

Максимальное время $t_{\max}$ (правая граница распределения случайной величины $\hat{t}$) можно определить, учитывая, что для унимодальных усеченных распределений среднее квадратичное отклонение примерно равно одной шестой части носителя распределения [6], т. е.

$$t_{\max} = t_{\min} + 6\sigma_{\hat{t}} = t_{\min} + 6\sqrt{D[\hat{t}]}. \quad (10)$$

Параметры α, β распределения (8) можно выразить через определенные ранее с помощью системы рекуррентных соотношений математическое ожидание и дисперсию продолжительности выполнения ТхО следующим образом [6]:

$$\alpha = (\bar{t} - t_{\min}) / \sqrt{D[\hat{t}]}, \quad (11)$$

$$\beta = 6 - \alpha. \quad (12)$$

Таким образом, приведенные выше соотношения позволяют выразить параметры распределения продолжительности выполнения ТхО через набор параметров процесса, в том числе через показатели уровня обученности эксплуатирующего персонала.

Заключение

Описанная в статье модель показывает, что одним из основных факторов, влияющих на продолжительность выполнения ТП, является уровень обученности эксплуатирующего персонала действиям при возникновении неисправностей. Приведенные в статье расчеты позволяют получить зависимость числовых характеристик длительности выполнения ТхО ТП от параметров выполнения ТхО, в частности от уровня обученности эксплуатирующего персонала действиям при возникновении неисправностей, учитывая структурную сложность данного навыка.

Также в статье определена номенклатура показателей обученности, которая в последующем может быть соотнесена с моделями усвоения знаний для определения влияния продолжительности обучения персонала на оперативность выполнения ТП и вероятность превышения отведенного на ТП времени.

Список литературы:

1. Дьяков А.Н., Решетников Д.В., Бояршинов С.Н. Моделирование системы поддержания работоспособного состояния сложных технических систем // Вооружение и экономика. – 2.
2. Rouse W.B. A Model of Human Decision making in a Fault Diagnosis Task That Include Feedback and Redundancy // IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, 1979. – Vol. 9., No. 4. – 324p.
3. Филипс Д., Гарсиа Д. Методы анализа сетей. // Мир. М., 1984. – 211с.
4. Голенко Д.И. Статистические методы сетевого планирования и управления. // Наука. М., 1968. – 342с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций // Советское радио. М., 1972. – 552с.
6. Баранов Л.Т. Управление эксплуатацией космических средств: монография // МО РФ. М., 2004. – 413с.
7. Корн Г., Корн К. Справочник по математике // Наука. М., 1977. – 832с.
8. Лысенко И.В. Анализ и синтез сложных технических систем. Ч. 1. Анализ и синтез систем обеспечения готовности ракет-носителей и космических аппаратов к запуску (основы теории). – М.: Воениздат, 1995. – 368 с.

Методика оценки параметров воздействия на подземное защитное сооружение обычных средств поражения с управляемым прониканием

Methodology for assessing the parameters of the impact on the underground protective structure of conventional means of destruction with controlled penetration

Аннотация. В статье представлены анализ современных средств поражения проникающего типа и результаты исследований по оценке параметров воздействия обычных средств поражения нового поколения, способных пробивать совокупность защитных конструкций кинетической энергией удара и уничтожать взрывом боеприпаса внутреннее оборудование выбранного этажа подземных сооружений. Представлен метод оценки защищенности подземных сооружений при расчетном воздействии обычных средств поражения проникающего типа. Предложено оценку защищенности подземных сооружений проводить по уровням, соответствующим значениям относительной защищенности, для которых в работе предложена оригинальная зависимость.

Abstract. The article presents an analysis of modern means of penetrating destruction and the results of research on the assessment of the parameters of the impact of conventional means of destruction of a new generation capable of piercing a set of protective structures with kinetic energy of impact and destroying the internal equipment of the selected floor of underground structures with an explosion of ammunition. The method of assessing the security of underground structures with the calculated impact of conventional means of penetrating destruction is presented. abstract: the protection of underground structures should be carried out according to the levels corresponding to the values of relative security, for which the original dependence is proposed in the work

Ключевые слова: обычные средства поражения проникающего типа, подземные защитные сооружения, защищенность объектов, пробитие защитной конструкции и рикошет.

Keywords: conventional means of penetrating destruction, underground protective structures, security of objects, penetration of the protective structure and ricochet.

Введение

Техническая готовность, непрерывность и надежность управления войсками во многом зависит от системы защитных сооружений ключевых элементов инфраструктуры [12, 22]. Одним из основных защитных сооружений для пунктов управления войсками, как в мирное, так и в военное время являются подземные защитные сооружения (ПЗС).

Защищенность и живучесть объектов военной и гражданской инфраструктуры развитых государств в условиях ведения современных войн и военных конфликтов при воздействии средств поражения противника будет обеспечиваться системой защитных сооружений, обеспечивающих требуемый уровень защиты, размещенных в них элементов военной и гражданской инфраструктуры. Одной из основных задач таких сооружений является гарантированная безопасность укрываемых в условиях комплексного воздействия средств поражения противника и других поражающих факторов, что характеризуется требуемым уровнем их защищенности.

Оценивание уровня защищенности подземных защитных сооружений представляет собой решение комплексной задачи по определению расчетных средств поражения, которые противник предположительно будет применить для уничтожения (разрушения) объекта, оценке проникающей способности и параметров поражающих факторов взрыва боевой части обычных средств поражения (ОСП), а также влияние дополнительных мер защиты, позволяющих снизить поражающие факторы ОСП [15].

Анализ современных проникающих средств поражения

Основным обычным средством поражения (ОСП) которые применяются для уничтожения подземных защитных сооружений, на сегодняшний день, являются управляемые авиационные бомбы (УАБ) с бетонобойными (проникающего действия) боевыми частями типа BLU-109 (применяемые в бомбах GBU-15, GBU-24, GBU-27) и BLU-113 (GBU-28) [1,2,19]. Широкое применение УАБ получили в Ираке в 1991 г., в операции «Буря в пустыне», в Югославии в 1998 г. в операции «Союзническая сила», где была продемонстрирована их высокая боевая эффективность. Применение различных типов проникающих боеприпасов обеспечило уничтожение большого количества заглубленных защищенных объектов, по которым наносился удар. Так, в книге Спасое Смилянича «Агрессия НАТО – Военно-воздушные силы и противовоздушная оборона в защите отечества» пишется, что для ударов по взлетно-посадочным полосам аэродромов и хорошо защищенным объектам авиация США применяла управляемые авиабомбы, в частности модернизированный вариант УАБ GBU-15, с бетонобойной (проникающего действия) боевой частью BLU-109, оснащенный системой наведения, включающей инерциальную систему наведения и спутниковую навигацию — GPS/INS, который получил обозначение EGBU-15 (Enhanced GBU-15) [1, 3].

Основные характеристики BLU-109 и BLU-113 представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные характеристики боевых частей бетонобойных бомб

Тип боевой части	Длина БЧ, мм	Диаметр БЧ, мм	Масса БЧ/в т.ч ВВ, кг	Толщина корпуса, мм	Угол подлета к цели, ° к вертикали	Заявленная глубина проникновения (грунт + ж/б), м при скорости БП, равной 300 м/с
BLU-109	2400	370	874 / 240	24	30°	12,2 - 30,5 +1,5 - 2,4
BLU-113	3910	368	2130 / 306	30	30°	24,4- 36,6 + 3-6

В 2018 году в США принята на вооружение новейшая авиабомба BLU-137/B, обладающая улучшенными характеристиками, и которая должна заменить устаревшую бомбу BLU-109/B. До 2022 года ВВС США планируют закупить более 2 000 единиц данного типа средств поражения [4, 5].

Кроме того, анализ характеристик обычных средств поражения показывает, что УАБ могут быть снабжены интеллектуальным взрывателем Hard Target Smart Fuze (HTSF) [13]. Он позволяет произвести детонацию управляемого средства поражения с проникающей боеголовкой в заданной (расчетной) точке внутри подземных (заглубленных) защищенных объектов-целей. При этом, детонация происходит после того, как датчик передает команду взрывателю тогда, когда ОСП прошло (пробило) определенное (заданное) количество твердых слоев или пустот объекта поражения. Он фиксирует и производит подсчеты следующей информации: обнаружение жесткого слоя, обнаружение пустот и интеграция по длине пути. Взрыватель HTSF использует технику обнаружения пустот для подсчета слоев в структуре защитного сооружения

(режим глубины погружения) и инициирует подрыв боевой части УАБ на заданном расстоянии (глубине) после обнаружения жесткого слоя преграды [1,6,7].

Расчет защищенности ПЗС при воздействии проникающих средств поражения

Рассмотрим порядок воздействия обычных средств поражения проникающего типа на конструкции ПЗС и алгоритм расчета их защищенности (рис.1).

В ходе оценки противника, в случаях, если прогнозируется возможность применения ОСП проникающего типа, необходимо определить защищенность сооружений и далее выработать рекомендации и перечень мероприятий по ее повышению.

Основное воздействие средств поражения проникающего типа будет направлено по подземным защитным сооружениям, имеющим следующие типы объемно-конструктивных решений [8]:

- котлованное рамное сооружение;
- котлованное арочное сооружение;
- котлованное купольное сооружение;
- котлованное сферическое сооружение.

Эти сооружения, как правило, имеют глубину заложения до 30 м, и являются расчетными объектами-целями для обычных средств поражения проникающего типа.

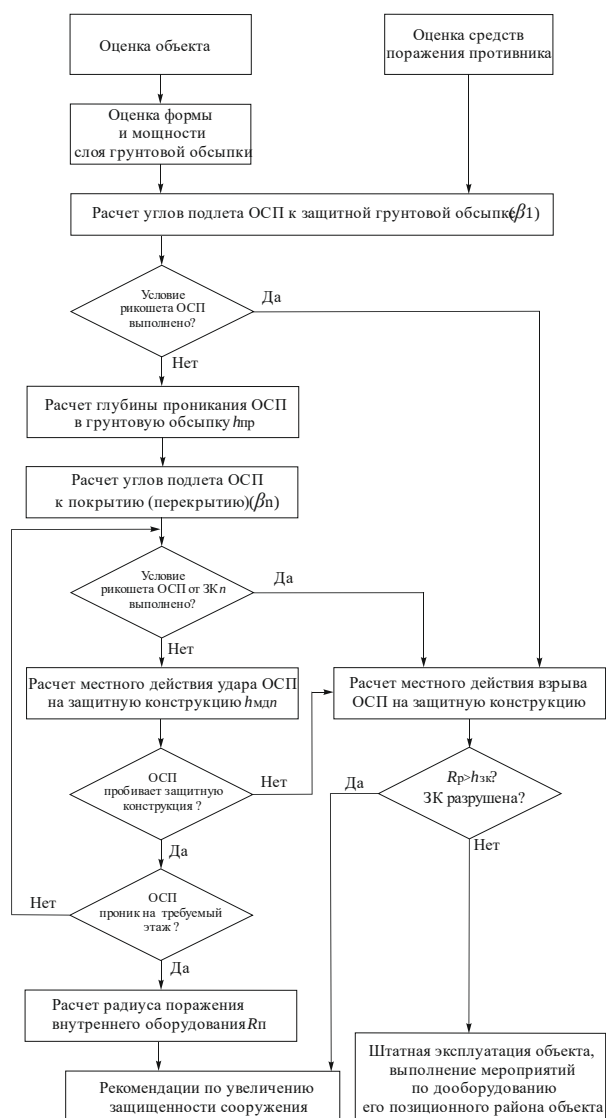


Рис.1. Алгоритм расчета защищенности специальных сооружений при применении противником ОСП проникающего типа.

При неизвестных параметрах защитных конструкций ПЗС на первом этапе оценивается форма и мощность слоя грунтовой обсыпки, и общая совокупная толщина защитной конструкции объекта. При расчете и производстве несущих (ограждающих) конструкций ПЗС используются определенные виды конструкционных материалов (в том числе специальных видов железобетона), которые при воздействии на них ОСП проникающего типа разрушаются реологией вязкого сопротивления [14,16,18,23,26]. При известной степени защиты $\Delta P_{сз(i)}$ подземных защитных сооружений [8], по данным проектирования, совокупная толща защитных конструкций, пробиваемых ОСП, могут определяться по формуле вида:

$$h_{пр(j)} = 0,12h_{обс(j)} + h_{п(j)} + (k_{эф(j)} - 1)h_{пер(j)} \quad (1)$$

где $h_{обс(j)}$ – толщина грунтовой обсыпки (при ее наличии), м;
 $h_{п(j)}$ – толщина покрытия, м;
 $h_{пер(j)}$ – толщина перекрытия, м.

Применительно к котлованному рамному сооружению при типовом проектировании принимается не менее $h_{обс(j)} = (1,5-2,0)$ м, а толщина наружного покрытия и перекрытий (из фортификационного бетона) сооружения определяется по формулам вида:

$$h_{п(j)} = 0,37\sqrt{\Delta P_{сз(j)}}; \quad (2)$$

$$h_{пер(j)} = 0,2h_{п(j)} \geq 0,25 \text{ м}, \quad (3)$$

где $\Delta P_{сз(j)}$ – проектная степень защиты сооружения j-того типа, кгс/см².

Если защитная конструкция покрытия будет выполнена из армобетона или металлобетона, то необходимо произвести пересчет толщины перекрытия с коэффициентами понижения к покрытию соответственно со значениями 0,55 и 0,15.

На следующем этапе рассчитывается угол атаки (угол подлета) боеприпаса к защитной грунтовой обсыпке β_1 (рис.2) и определяется вероятность рикошета обычного средства поражения [20]. В случае выполнения условия рикошета необходимо произвести расчет величины местного действия взрыва ОСП на защитную конструкцию (ЗК) и определяем возможность разрушения ЗК подземного защитного сооружения.

Если ЗК разрушается, то необходимо рассчитать и провести комплекс мероприятий по увеличению защищенности сооружения.

В случае отсутствия рикошета производится расчет глубины проникания ОСП в последующие защитные конструкции сооружения.

При рассмотрении реологии по вязкому сопротивлению разрушения проникания в замкнутую среду применяется расчетная зависимость оценки глубины проникания ОСП в виде [8, 17]:

$$h_{пр(ij)} = \frac{4P_i V_i \cos \beta_i}{\pi g a_{1(i)} \rho_{1(i)} d_{ср(i)}^2}, \quad (4)$$

где P_i – вес подлетающего к сооружению ОСП i-того типа, тс;
 V_i – скорость подлета ОСП к сооружению, м/с;
 β_i – угол подлета ОСП i-того типа к вертикали плановой проекции сооружения, град;
 $d_{ср(i)}$ – средний диаметр (по корпусу и голове) ОСП i-того типа, м;
 $a_{1(i)}$ – скорость упругопластической деформации в конструкционных материалах, м/с;
 ρ_1 – массовая плотность конструкционных материалов, тс·с²/м⁴.

Рассмотрим порядок оценки степени поражения сооружения боеприпасом с управляемым пробитием. Как указано выше пробивание защитных или несущих конструкций сооружений

рассматриваемого объекта ОСП связано с последовательным пробиванием грунтовой обсыпки, покрытий и перекрытий (рис.2).

Расчетная величина проникания ОСП i -го типа округляется по критерию достаточности пробивания защитных конструкций $i > 1$:

$$K_{\Phi(ij)} = \min\{h_j = 1,1h_{пр(ij)}\} \quad (i=1,2,...I) \quad (5)$$

В случае, если ЗК не пробита производим расчет местного действия взрыва по методике, описанной выше или представленной в [18,21,25]. Если конструкция пробита, то рассчитывается возможность рикошета от защитной конструкции следующего этажа. При отрицании рикошета рассчитываем возможность ее пробития. И так рассматривается последовательно этаж за этажом. Если требуемый этаж не достигнут, возвращаемся к расчету возможности рикошета от очередного перекрытия и его пробитие. В ходе циклического расчета определяем возможность достижение ОСП требуемого этажа (уровня).

При выполнении этого условия на следующем этапе необходимо определить радиус поражения воздушной ударной волной фугасного взрыва боеприпаса расчетного ОСП внутреннего оборудования на этаже, куда достиг боеприпас. Полагаем, что степень защиты внутреннего оборудования известна как максимальная, которая обусловлена степенью защиты железобетонных преград, разделяющих помещения, соответствующая значению $\Delta p_{сз(j)} \approx 0,12 \text{ кгс/см}^2$.

Для объектов (сооружений) со степенью защиты $\Delta p_{сз(j)} < 0,5 \text{ кгс/см}^2$ значение радиуса поражения можно представить в виде [8]:

$$R_{п} = \frac{28,6q^{1/3}}{\Delta p_{сз}^{0,64}}, \quad (6)$$

где q — мощность взрыва в тротиловом эквиваленте.

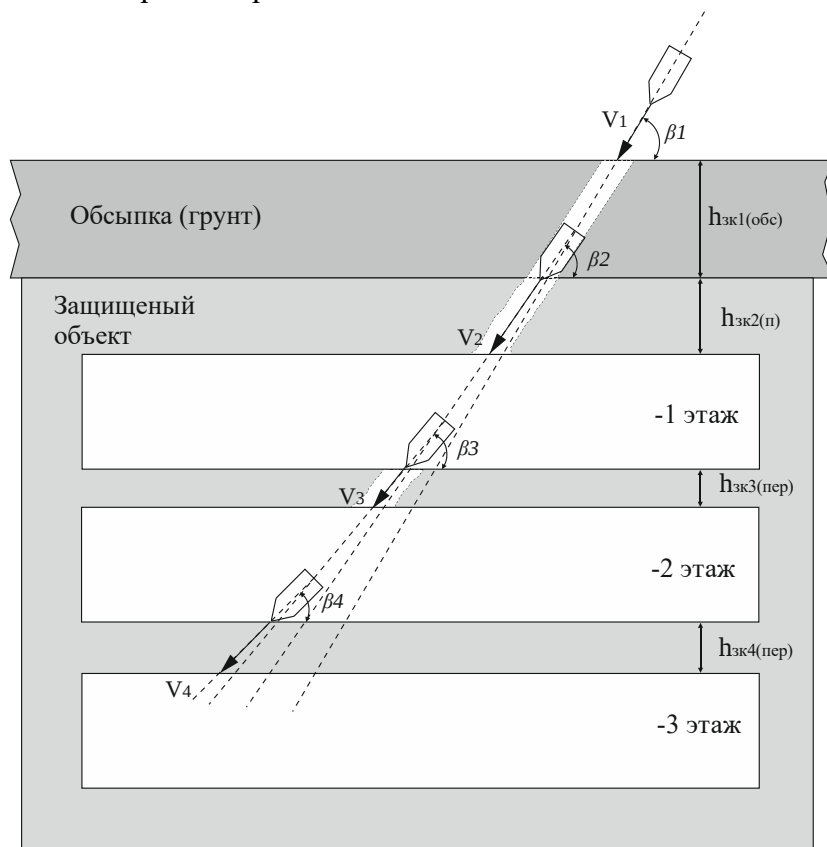


Рис.2. К пояснению расчета пробития защищённых конструкций и формирования угла рикошета ОСП от защитных конструкций

В соответствии с теорией расчета [8] параметров воздушной ударной волны от различных по природе взрывов (ядерных и обычных), они различаются лишь длительностью импульса воздействия, что сказывается на динамической нагрузке на преграду и может быть выражено относительным коэффициентом динамичности.

Таким образом, для фугасного взрыва боеприпаса расчетного ОСП формулу (6) можно представить в виде:

$$R_{\pi} = \frac{28,6q^{1/3}}{(\overline{K}_{д(ij)}\Delta p_{сз(j)})^{0,621}}, \quad (7)$$

где $\overline{K}_{д(ij)}$ – относительный коэффициент динамического воздействия фугасного взрыва относительно ядерного взрыва, который определяется по формуле:

$$\overline{K}_{д(ij)} = \frac{1}{\sin(0,65q_i^{1/3})}. \quad (8)$$

Коэффициент 0,65 в формуле (8) определяет осредненное значение отношения импульса воздушной ударной волны фугасного и ядерного взрыва.

При оценке защищенности подземных сооружений при воздействии ОСП с управляемым прониканием принимаем принцип определения меры достаточности функционирования по относительной площади поражения внутреннего оборудования взрывом боеприпаса при воздействии воздушной ударной волны, для этого рассчитываем соответствующий коэффициент по формуле:

$$\eta_{з(ij)} = 1 - \frac{\pi R_{\pi(ij)}}{\pi R_{ц(ij)}^2} = \left(\frac{R_{\pi(ij)}}{R_{ц(ij)}} \right)^2, \quad (9)$$

где $R_{ц}$ – радиус эквивалентной площади плановой проекции подземного защитного сооружения определяемый по зависимости вида

$$R_{ц(j)} = \sqrt{\frac{F_{(j)}}{\pi}}, \quad (10)$$

где $F_{(j)}$ – площадь плановой проекции сооружения, м².

Исходя из общего операционного принципа [9], предлагается оценивать защищенность подземных защитных сооружений по следующим уровням, при соответствующих значениях относительной защищенности $\eta_{з(ij)}$:

$$\eta_{(ij)} = \begin{cases} \geq 0,90 - \text{практический уровень обеспечения защищенности;} \\ 0,75 - 0,9 - \text{достаточный уровень обеспечения защищенности;} \\ 0,5 - 0,75 - \text{критический уровень обеспечения защищенности;} \\ 0,25 - 0,5 - \text{не достаточный уровень обеспечения защищенности;} \\ \leq 0,25 - \text{практическая потеря защищенности.} \end{cases} \quad (11)$$

Расчеты, проведенные с помощью данной методики, показывают, что проникающая способность проникающих боеприпасов, оцениваемая с помощью общепринятых инженерных подходов изложенных, например, в [10] завышена. Вместе с тем, специальные фортификационные сооружения, рассчитанные на защиту от воздействия ядерного взрыва степенью 10 – 30 кг/см², при применении по ним современных ОСП проникающего типа с боевыми частями BLU-109, BLU-113 будут иметь критический уровень защищенности и ниже,

что требует проведения дополнительных действий, позволяющих повысить их уровень защищенности. Они могут включать в себя следующие мероприятия.

Во-первых, увеличение толщины обсыпки сооружений. Она позволит защитить объект от проникающего воздействия ОСП и от фугасного воздействия взрыва. В дополнение к этому рекомендуется провести анализ имеющихся материалов и применить анизотропную обсыпку, при которой обеспечивается рикошет боеприпаса от защитной конструкции.

Во-вторых, для противодействия проникающим боеприпасам, снабженных интеллектуальным взрывателем HTSF, необходимо проведение реконструкции сооружений и создание при этом «ложных этажей». Это позволит произвести детонацию ОСП на нерасчетном уровне, что обеспечит сохранность важных элементов сооружения, расположенных как правило на нижних уровнях ПС.

В-третьих, защищенность подземных сооружений можно повысить за счет применения дополнительных защитных конструкций типа «тюфяк» различных модификаций, расположенных в обсыпке сооружения, и которые также обеспечат значительное снижение величины проникновения ОСП [8] и повысят вероятность его рикошета от защитной конструкции.

Заключение

В заключение отметим, что представленные выше методы и рекомендации по оценке параметров воздействия ОСП с управляемым прониканием в несущие конструкции подземных сооружений и оценки их защищенности позволяют с инженерной точностью получать результаты, а также разрабатывать и принимать соответствующие меры по повышению их защиты [11]. Кроме того, использование представленных методов позволит расширить возможности по определению оптимальных объемно-конструктивных решений подземных сооружений на этапе их предварительного проектирования.

Список литературы:

1. Валецкий О.В. Оружие современных войн: Боеприпасы, системы управляемого вооружения и меры противодействия их применению. Пушкино: Центр стратегической конъюнктуры, 2015. – 264 с.
2. Егоров К. Перспективные бетонобойные авиационные боеприпасы ведущих стран НАТО / Зарубежное военное обозрение. – М.: Красная Звезда. – 2001. №2, С.36-38.
3. Смиљанић С. Агресија НАТО. Ратно ваздухопловство и противваздушна одбрана у одбрани Отаџбине. Београд: Чугура-принт. – 2009. – 525 с.
4. Зуборов В. Проникающие авиационные бомбы зарубежного производства / Зарубежное военное обозрение. – М.: Красная Звезда. – 2020. №5, С. 65-69.
5. The military balance 2021. The International Institute for Strategic Studies (IISS). – Taylor & Francis Ltd. Published February 25, 2021 by Routledge. 525 Pages.
6. US Smart Bombs In The 21st Century / v1.1.0 / chapter 2 of 2 / 01 oct 18 / greg goebel (URL: https://www.airvectors.net/avusmtb_2.html#m1)
7. Hard and/or Deeply Buried Target. Defeat Capability (HDBTDC) Program/ Globalsecurity.org / Military (URL: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/hdbtdc.htm>).
8. Сурин Д.В. Специальные фортификационные сооружения: учебник. – С-Пб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2010. – 429 с.
9. Черняк В.З., Черняк А.В., Довдиенко И.В. Бизнес-планирование. Учебно-практическое пособие. – М.: Издательство РДЛ, 2003. – 272 с.
10. Свод правил СП 88.13330.2014. Защитные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77*. Дата введения в действие 01.06.2014.
11. Метод определения оптимального объемно-конструктивного решения специального сооружения на этапе предварительного проектирования / Загрудтинов Ю.А.,

Карасев С.Ю., Мачнев С.А. и др. // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2019. – Вып. 663. С. 38–42.

12. Science & Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge. NATO Science & Technology Organization., 2020. March 2020. page 111.

13. Li B., Zhang Y. (2011) Reliability Design to Circuit System in Hard Target Smart Fuze. In: Shen G., Huang X. (eds) Advanced Research on Electronic Commerce, Web Application, and Communication. ECWAC 2011. Communications in Computer and Information Science, vol 144. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20370-1_62.

14. Babich, Yevhenij & Filipchuk, Sergij & Karavan, Victor & Sobczak-Piąstka, Justyna. (2019). General requirements for materials of fortification protective structures. AIP Conference Proceedings. 2077. 020004. 10.1063/1.5091865.

15. Shirbhate, Payal & Goel, Manmohan. (2020). A Critical Review of Blast Wave Parameters and Approaches for Blast Load Mitigation. Archives of Computational Methods in Engineering. 10.1007/s11831-020-09436-y.

16. Meng, Fanlin & Ma, Tianbao & Xu, Xiangzhao. (2019). Experimental and theoretical investigation of the failure behavior of a reinforced concrete target under high-energy penetration. Acta Mechanica Sinica. 36. 1-14. 10.1007/s10409-019-00901-x.

17. Li, Q.M. & Chen, X.W.. (2003). Dimensionless formulae for penetration depth of concrete target by non-deformable projectile. International Journal of Impact Engineering. 28. 93-116. 10.1016/S0734-743X(02)00037-4.

18. Kim, Chunghyeon & Cho, Jae-Yeol. (2018). Investigation of local behavior by impact of projectile for reinforced concrete panels. 169-178. 10.2495/SUSI180161.

19. Renic, Neil. (2020). Manned Aerial Bombing. 10.1093/oso/9780198851462.003.0007.

20. Haag, Michael & Haag, Lucien. (2011). Projectile Ricochet and Deflection. 10.1016/B978-0-12-382241-3.00009-0.

21. Xu, Xiangzhao & Ma, Tianbao & Ning, Jianguo. (2019). Failure analytical model of reinforced concrete slab under impact loading. Construction and Building Materials. 223. 679-691. 10.1016/j.conbuildmat.2019.07.008.

22. Кутинов О. Гражданская оборона в странах НАТО // Зарубежное военное обозрение. – М.: ФГКУ Редакционно-издательский центр МО РФ. – 2012. №5, С.12-19.

23. Feldgun, V. & Karinski, Y. & Yankelevsky, David. (2011). Blast Pressure Distribution on a Buried Obstacle in a Porous Wet Soil. International Journal of Protective Structures. 2. pp. 45-69. 10.1260/2041-4196.2.1.45.

24. Mandal, Jagriti & Goel, Manmohan & Agarwal, A. K.. (2021). Surface and Buried Explosions: An Explorative Review with Recent Advances. Archives of Computational Methods in Engineering. 10.1007/s11831-021-09553-2.

25. Forrestal, M. & Frew, D. & Hickerson, James & Rohwer, T.. (2003). Penetration of concrete targets with deceleration-time measurement. International Journal of Impact Engineering - INT J IMPACT ENG. 28. 479-497. 10.1016/S0734-743X(02)00108-2.

26. Chai, C. & Zhong, Zuo-Chao & Li, Q. & Huang, F.. (2020). Similarities in the penetration depth of concrete impacted by rigid projectiles. Acta Mechanica Sinica. 36. 1-8. 10.1007/s10409-020-00982-z.

Исследование несущей способности оснований буровыдавленных свай**Research of the bearing capacity of the bases drilling of crushed piles**

Аннотация. В данной статье исследуется буровыдавленная свая без механического уширения первой группы по несущей способности основания. Приведены результаты полевых испытаний буровыдавленной сваи по несущей способности. Построены графики зависимости осадки от нагрузки.

Abstract. In this article, we study a drill-crushed pile without mechanical broadening of the first group in terms of the bearing capacity of the base. The results of field tests of a drill-crushed pile on the bearing capacity are presented. Combined experimental and calculated graphs of the dependence of the precipitation on the load are constructed.

Ключевые слова: свая, буровыдавленная свая, основание, фундамент, исследование, несущая способность.

Keywords: pile, drill-driven pile, foundation, foundation, research, load-bearing capacity.

При выборе рационального фундамента в современном строительстве гражданской и военной инфраструктуры необходимо руководствоваться рядом факторов, таких как геология местности, конструктив здания, вес материалов, глубина промерзания, уровень грунтовых вод, наличие подвала, доступность технологии возведения фундамента и т.д. Несмотря, на широкий выбор типов фундамента, актуальным вопросом является устройство эффективного фундамента для той или иной местности, который выдерживает максимальную нагрузку без разрушения и деформации в грунте. В рассматриваемой статье представлено исследование несущей способности основания буронабивных свай, в частности буровыдавленных.

Различают следующие виды буровых свай: буровыдавленные, буронабивные, бурокасательные, буроопускные, бурозаливные. Авторами исследовалась буронабивная свая диаметром сечением 22 см длиной 3,2 м. Конструкция сваи, способ изготовления и ее устройство описано в патенте на изобретение [5]. Испытание проводилось статической вдавливающей нагрузкой в соответствии с ГОСТ [2]. Материал сваи – железобетон, бетон В15, армирование Ø12 А400. Глубина погружения сваи – 3 м.

Сваю нагружали с помощью домкрата и гидравлического насоса. Контроль нагрузки производили с помощью динамометра ДОС-100. Предельная нагрузка считалась, когда нагрузка на одну ступень нагружения становилась меньше критической.

Осадку измеряли с помощью таких приборов как нивелир и индикатор часового типа ИЧ-10. Интервал времени между отсчетами в первый час составлял 15 мин., далее 30 мин. Испытание проводилось два дня, один день свая нагружалась. На второй день производилась разгрузка.

По результатам инженерно-геологического изыскания определены физико-механические характеристики грунтов (см. таблицу 1).

Таблица 1
Физико-механические характеристики грунтов

Инженерно-геологические элементы	Мод. деф., E , МПа	Угол внутр. трения, φ°	Удельное сцепление, c , кПа	Показатель текучести, I_L , д. е.	Плотность естествен., ρ , т/м ³	Плотность сухого грунта, ρ_d , т/м ³	Коэффициент пористости, e , д. е.	Природная влажность, W , д. е.	Степень влажности, S_r , д. е.	Начальное просадочное давление, P_{sl} , кПа
Суглинок твердый просадочный	6,0	23	34,6	<0	1,70	1,44	0,93	0,21	0,47	110
Суглинок полутвердый просадочный	5,0	22	27,9	0,12	1,85	1,52	0,78	0,19	0,56	150
Суглинок полутвердый просадочный	5,5	21	24,2	0,18	1,88	1,53	0,79	0,17	0,51	150

Схема буровыдавленной сваи представлена на рисунке 1. По результатам испытания построен график зависимости осадки S от нагрузки P , показанный на рисунке 2.

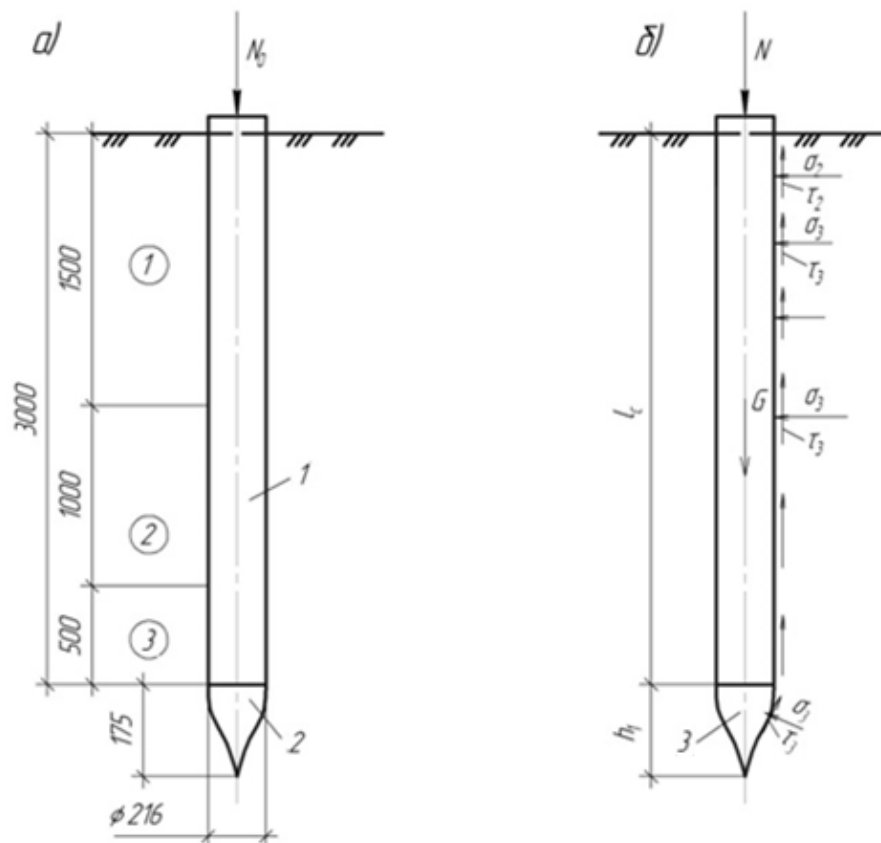


Рис. 1. Схема буровыдавленной сваи Б-1: а) – материальная, б) – силовая
1 – ствол сваи; 2 – уплотненное ядро в виде тангенсоида вращения; 3 – тангенсоид вращения; N – нагрузка на сваю $\sigma_i = \tau_i$ – нормальные и касательные напряжения по боковой поверхности сваи

Расчетное сопротивление опытной буровыдавленной сваи R под нижним концом согласно СП [1] будет равно $R = 750$ кПа.

Для определения несущей способности определим площадь сечения буровыдавленной сваи:

$$A = \pi R^2,$$

$$A = 3,14 \cdot 0,110^2 = 0,038 \text{ м}^2.$$

«Наружный периметр поперечного сечения ствола сваи» [1]:

$$u = 2\pi R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,110 = 0,6908 \text{ м};$$

Несущая способность:

$$F_d = 1(1 \cdot 750 \cdot 0,038 + 0,7 \cdot 0,6908(35 \cdot 1,6 + 42 \cdot 1,4)) = 84,03 \text{ кН}.$$

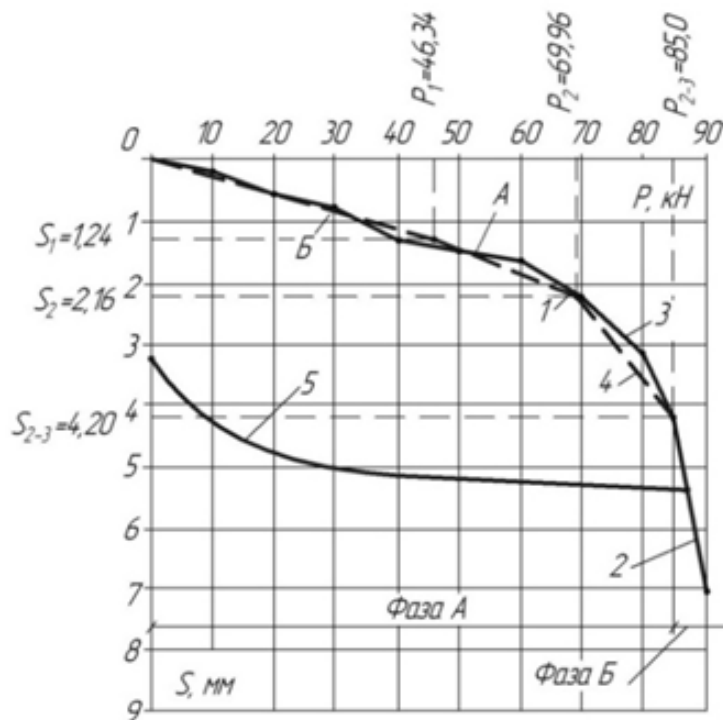


Рис. 2. Графики зависимости осадки от нагрузки: 1 – нелинейный график в фазе А; 2 – линейный график в фазе Б; 3 – экспериментальный; 4 – расчетный; 5 – разгрузки

В результате испытаний определена предельная нагрузка 87 кН. Осадка буровыдавленной сваи составила 4,2 мм. Интервал времени между отсчетами нагружения статической вдавливающей нагрузкой – 30 минут. Произведен расчет по действующему СП 24.13330.2011 несущей способности основания, которая составила 85 кН.

С целью подтверждения расчетных данных была применена разработанная теория аналитической нелинейной механики грунтов автора Борозенец Л.М. [4].

По теории аналитической нелинейной механики в работе [4] для определения расчетного исследования необходимо учитывать средневзвешенные значения характеристик основания: $\bar{c} = 28,862$ кПа; $\bar{\varphi} = 22^\circ$; $\bar{\gamma}_d = 14,95$ кН/м³; $\bar{\gamma} = 17,8$ кН/м³. В работе принимается во внимание пять зон предельных равновесий, они равны:

$$\varphi_1 = \varphi = 22^\circ, \varphi_2 = 22,5^\circ + \varphi / 2 = 33,5^\circ, \varphi_3 = 45^\circ,$$

$$\varphi_4 = 67,5^\circ - \varphi / 2 = 56,5^\circ, \varphi_5 = 90^\circ - \varphi = 68^\circ.$$

Коэффициенты углов внутреннего трения грунта:

$$k_1 = \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,4040, k_2 = \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,6619, k_3 = \operatorname{tg} \varphi_3 = 1,0,$$

$$k_4 = \operatorname{tg} \varphi_4 = 1,5108, \quad k_5 = \operatorname{tg} \varphi_5 = 2,475.$$

Суммарное значение коэффициентов

$$\Sigma \operatorname{tg} \varphi_{1-5} = \operatorname{tg} \varphi_1 + \dots + \operatorname{tg} \varphi_5 = 6,0517.$$

Коэффициент тотальности напряжений сжатия:

$$k = \sin \varphi + \cos \varphi = 1,3018. \quad (1)$$

«Максимальные напряжения зон состояний предельных равновесий упругости и упругопластичновязкости» [4]:

$$\sigma_{\text{str}} = \sigma_d \cos \varphi = 13,86 \text{ кПа}, \quad (2)$$

$$\sigma_0 = \sigma_d - \sigma_{\text{str}} = 1,07 \text{ кПа}, \quad (3)$$

$$\sigma_1 = (\sigma_d + c) \operatorname{tg} \varphi_1 k = 23,04 \text{ кПа}, \quad (4)$$

$$\sigma_2 = (\sigma_d + c) \operatorname{tg} \varphi_2 k = 37,75 \text{ кПа}, \quad (5)$$

$$\sigma_3 = (\sigma_d + c) \operatorname{tg} \varphi_3 k = 57,03 \text{ кПа}, \quad (6)$$

$$\sigma_4 = (\sigma_d + c) \operatorname{tg} \varphi_4 k = 86,16 \text{ кПа}, \quad (7)$$

$$\sigma_5 = (\sigma_d + c) \operatorname{tg} \varphi_5 k = 141,15 \text{ кПа}. \quad (8)$$

«Последовательно суммарные значения напряжений по зонам упругости и упругопластичновязкости» [4]:

$$\Sigma \sigma_{0-0} = 0 + \sigma_0 = 1,07 \text{ кПа}, \quad (9)$$

$$\Sigma \sigma_{0-\text{str}} = \Sigma \sigma_{0-0} + \sigma_{\text{str}} = 14,93 \text{ кПа}, \quad (10)$$

$$\Sigma \sigma_{0-1} = \Sigma \tau_{0-1} = 0 + \sigma_1 = 23,04 \text{ кПа}, \quad (11)$$

$$\Sigma \sigma_{0-2} = \Sigma \tau_{0-2} = \sigma_{0-1} + \sigma_2 = 60,79 \text{ кПа}, \quad (12)$$

$$\Sigma \sigma_{0-3} = \Sigma \tau_{0-3} = \sigma_{0-2} + \sigma_3 = 117,82 \text{ кПа}, \quad (13)$$

$$\Sigma \sigma_{0-4} = \Sigma \tau_{0-4} = \sigma_{0-3} + \sigma_4 = 203,98 \text{ кПа}, \quad (14)$$

$$\Sigma \sigma_{0-5} = \Sigma \tau_{0-5} = \sigma_{0-4} + \sigma_5 = 345,13 \text{ кПа}. \quad (15)$$

«Радиус пятой зоны состояния предельного равновесия

$$R_5 = \sqrt{2A_c / \pi} = 153 \text{ мм}, \quad (16)$$

где A_c – площадь поперечного сечения ствола сваи» [4].

«По напряжениям рассчитываются радиусы границ зон предельных состояний» [4]:

$$R_4 = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-4} = 0,259 \text{ м}, \quad (17)$$

$$R_3 = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-3} = 0,448 \text{ м}, \quad (18)$$

$$R_2 = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-2} = 0,868 \text{ м}, \quad (19)$$

$$R_1 = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-1} = 2,291 \text{ м}, \quad (20)$$

$$R_{\text{str}} = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-\text{str}} = 3,536 \text{ м}, \quad (21)$$

$$R_0 = R_5 \sigma_{0-5} / \sigma_{0-0} = 49,416 \text{ м}. \quad (22)$$

«Состояния предельных равновесий наступают одновременно при перемещении структурных элементов грунта вдоль боковой поверхности ствола сваи и в нормальном направлении от нее при равенстве действующих тотальных касательных сдвигающих напряжений от нагрузки на сваю предельным прочностным касательным напряжениям грунта» [4]. Схемы формирования зон состояний предельных равновесий представлены на рисунках 3 и 4.

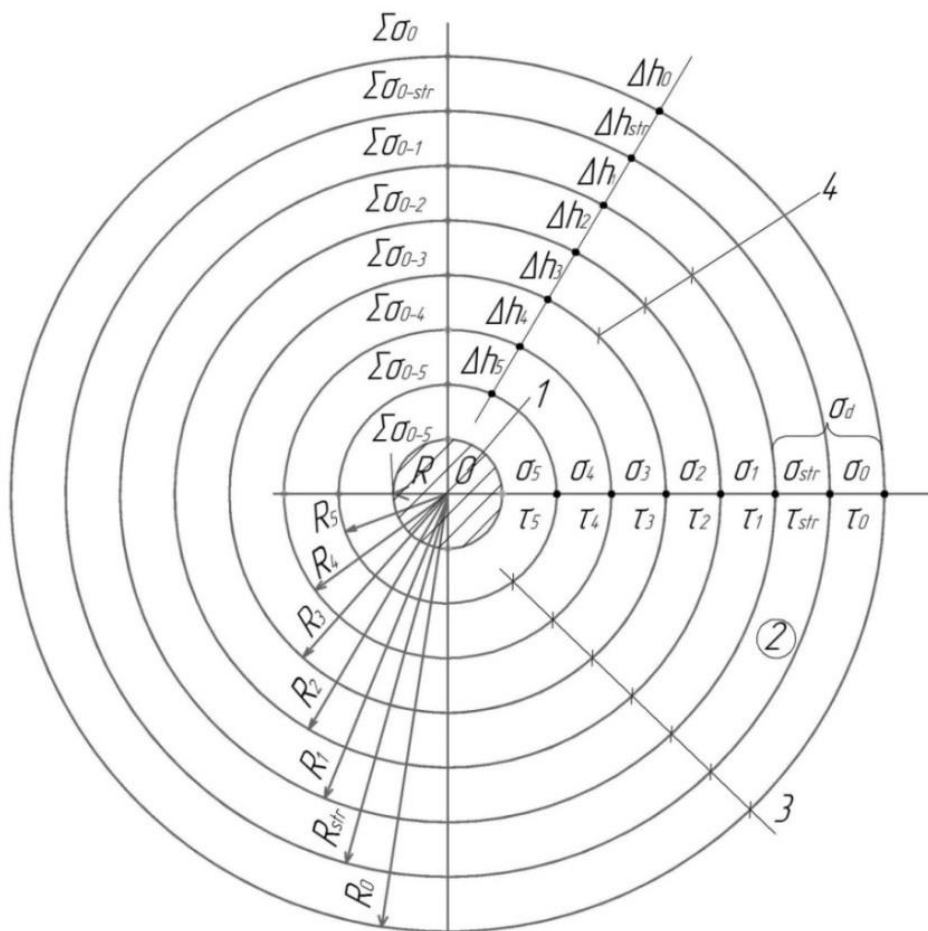


Рис. 3 – Схема зон состояний предельных равновесий грунта вокруг ствола сваи:
1 – свая; 2 – основание сваи; 3 – границы зон; 4 – задействованные зоны.

«Мощность сжимаемой толщи каждого слоя грунта между границами зон» [4]:

$$\Delta h_5 = R = 0,153\text{м}, \quad (23)$$

$$\Delta h_4 = R_4 - R_5 = 0,106\text{м}, \quad (24)$$

$$\Delta h_3 = R_3 - R_4 = 0,189\text{м}, \quad (25)$$

$$\Delta h_2 = R_2 - R_3 = 0,420\text{м}, \quad (26)$$

$$\Delta h_1 = R_1 - R_2 = 1,423\text{м}, \quad (27)$$

$$\Delta h_{str} = R_{str} - R_1 = 1,245\text{м}, \quad (28)$$

$$\Delta h_0 = R_0 - R_{str} = 45,879\text{м}. \quad (29)$$

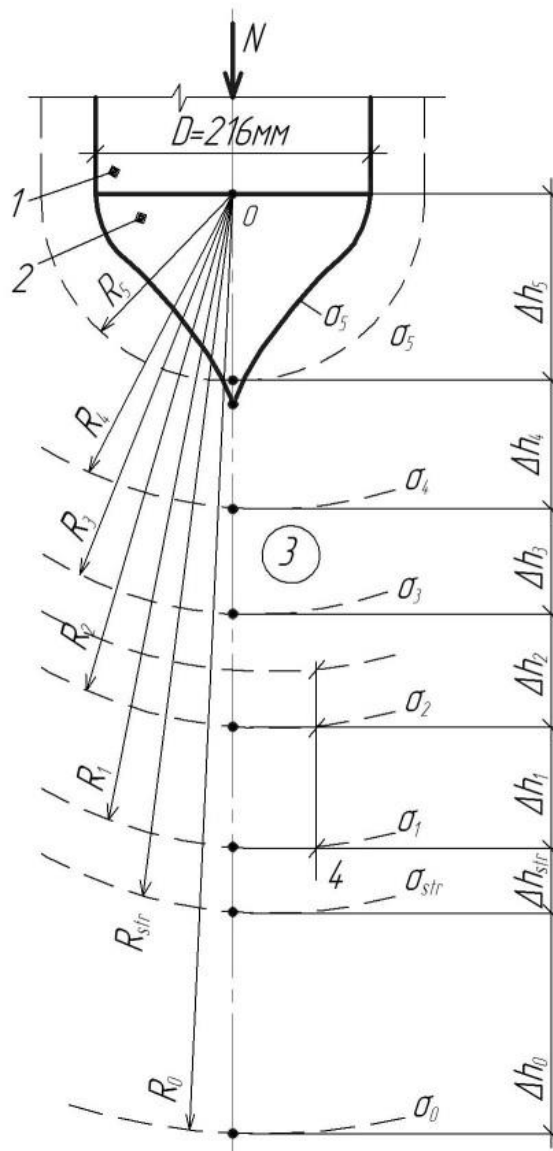


Рис. 4. Схема развития зон предельных состояний сваи Б-1: 1 – свая; 2 – тангенсоид вращения; 3 – его основание; 4 – задействованные зоны.

«Нагрузка по границам зон состояний предельных равновесий

$$P_1 = A_T \Sigma \sigma_{0-1} = 1,82 \text{ кН}, \quad (30)$$

$$P_2 = A_T \Sigma \sigma_{0-2} = 4,80 \text{ кН}, \quad (31)$$

$$P_3 = A_T \Sigma \sigma_{0-3} = 9,31 \text{ кН}, \quad (32)$$

$$P_4 = A_T \Sigma \sigma_{0-4} = 16,12 \text{ кН}, \quad (33)$$

$$P_5 = A_T \Sigma \sigma_{0-5} = 27,26 \text{ кН}. \quad (34)$$

где $A_T = 0,079 \text{ м}^2$ – площадь боковой поверхности тангенсоида вращения» [4].

Увеличение значения исходных напряжений сжатия грунта σ_3 , сопровождается отклонением равнодействующих R , проявлением касательных напряжений τ_1 по плоскостям площадок скольжения 3, отклоняемых на угол внутреннего трения φ , и действием составляющих τ_2 касательных напряжений τ_1 параллельно с векторами напряжений σ_3 , но направленные в противоположные стороны от точки О.

Выводы:

1. Проведено полевое испытание буровыдавленной сваи, рассчитана несущая способность по общепринятой методике, согласно СП [1] и по теории нелинейной механике определения нагрузок пяти зон состояний предельных равновесий [4].

2. Выявлено, что нелинейная деформация грунтов основания буровыдавленной сваи ограничивается пределами зон состояний предельных равновесий, заключенных в фазе А уплотнения грунтов под нагрузкой.

3. Определена необходимость дальнейшего расчетного тотального сдвигающего напряжения, принимаемого за удельную силу трения грунта по боковой поверхности ствола сваи.

Список литературы:

1. СП 24.13330.2011 (24.01.19). Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 / - Москва,: Институт ОАО «НИЦ» «Строительство» (НИИОСП им. Герсевича), 2011. – 85 с.

2. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. – Москва, Стандартинформ, 2014. – С. 42.

3. Борозенец, Л.М. Нелинейная механика вытеснения дисперсных грунтов в основаниях фундаментов / Л.М. Борозенец // Геотехника Беларуси: наука и практика: мат. Междунар. науч.-техн. конф. (Ч. 1). – Минск, : БНТУ, 2013. – С. 183-194.

4. Борозенец, Л.М. Геотехника фундаментостроения и грунтоустойчивости : Монография / Л.М. Борозенец. – Тольятти, : Изд. ТГУ, 2015.– 588с.

5. Патент на изобретение №2679172 Бюлл. №6 от 06.02.2019 г. Способ изготовления набивной сваи и устройство для его осуществления

Математическое условие необходимости применения метода «с колес» при монтаже конструкций возводимых объектов военной инфраструктуры

Mathematical condition for the need to apply the "off the wheel" method when assembling structures of military infrastructure facilities under construction

Аннотация. В статье рассмотрены результаты НИР «Снабжение-И-21» в которой осуществлен анализ рабочей документации строительно-монтажных организаций и последующего процесса обработки полученных статистических данных, на основе которых рассчитан математический критерий необходимости применения метода «с колес» при монтаже конструкций в процессе строительства объектов военной инфраструктуры – коэффициент использования площади. Применение этого критерия позволит оперативно решать проблему нехватки площадей на строительной площадке путем реорганизации строительного производства предлагаемым способом.

Abstract. The article discusses the results of research work "Supply-I-21", which implements an analysis of the productivity of documentation of construction and installation organizations and accounting for the processing of statistical data, based on a careful calculation of mathematical criteria for the effectiveness of the use of "wheels" in the installation of structures in the construction process. random frequency - area utilization factor. The application of this criterion allows you to quickly solve the problem of lack of construction sites by reorganizing the construction industry proposed.

Ключевые слова: организация строительства, метод «с колес», снабжение строительства, материально-техническое обеспечение, математическая статистика, обработка статистических данных, коэффициент использования площади.

Keywords: organization of construction, method "off the wheels", supply of construction, material and technical support, mathematical statistics, processing of statistical data, area utilization rate.

Введение. При проведении анализа практического опыта строительно-монтажных организаций и научно-методической литературы, рассмотренного в предыдущих статьях [1,2] и НИР [3], было определено, что основным условием необходимости применения монтажа конструкций по методу «с колес» в большинстве случаев является стесненность и ограниченность площадки строительства. Иначе говоря, применение метода обуславливается нехваткой площади для размещения инвентарных зданий, кранов, организации складов [3].

Размеры необходимых площадей при проектировании стройгенпланов на определенные этапы строительства определяются согласно нормативным документам [4,5]. При этом используются следующие исходные данные:

- численность инженерно-технических работников - $N_{\text{итр}}$;
- максимальная численность рабочих $N_{\text{раб}}$;
- режим работы – количество смен;
- срок T , на который рассчитывается предполагаемый запас строительных материалов на участке;
- тип крана, с помощью которого осуществляется монтаж конструкций, разгрузка и подача строительных материалов;

– данные инженерно-геологических изысканий, схемы организации земельного участка.

Расчет всех необходимых площадей осуществляется по конкретным формулам и в соответствии с нормативными документами [4,5]. Вследствие чего определяется общая необходимая для размещения площадь:

$$S_{\text{необх.}} = S_{\text{вр.зд.}} + S_{\text{зак.ск.}} + S_{\text{от.ск.}} + S_{\text{др.}} + S_{\text{кр.}}$$

где: $S_{\text{вр.зд.}}$ – площадь временных зданий;

$S_{\text{зак.ск.}}$ – площадь закрытых складов;

$S_{\text{от.ск.}}$ – площадь открытых складов;

$S_{\text{др.}}$ – площадь арматурного цеха, мест хранения опалубки и др.;

$S_{\text{кр.}}$ – площадь, занимаемая основанием башенного крана(-ов).

Свободная площадь для размещения описываемых выше объектов строительной площадки рассчитывается следующим образом:

$$S_{\text{св}} = S_{\text{общ}} - S_{\text{зд}} - S_{\text{д}},$$

где $S_{\text{общ}}$ – общая площадь строительной площадки с учетом отступа от ограждения и возводимого здания на расстояние 1 м;

$S_{\text{зд}}$ – площадь возводимого здания с учетом отступа от возводимого здания на расстояние 1 м;

$S_{\text{д}}$ – площадь временных и постоянных дорог на участке строительства.

Казалось бы, определение необходимости применения монтажа конструкций по методу «с колес» сводится к сравнению между собой площади, необходимой для размещения временных зданий, складов башенных кранов и т.п., и свободной площади строительной площадки, предусмотренной под размещение этих объектов.

Однако на практике, при проектировании строительных генеральных планов оказывается, что в определенных случаях при небольшом количественном превосходстве свободной площади над необходимой, разместить упомянутые выше объекты не представляется возможным. Это происходит как вследствие неправильности формы строительной площадки и взаиморасположения на ней других объектов (возводимого сооружения, существующих зданий, дорог и т.п.), так и по причине необходимости обустройства проходов, выполнения норм складирования, фиксированности габаритов инвентарных зданий и др. В связи с этим, возникает необходимость определения более точного математического критерия оценки необходимости применения метода «с колес» по причине нехватки площадей для организации, в первую очередь, складов.

Расчет математического критерия на основе собранных статистических данных.

В процессе работы с практическим опытом строительно-монтажных организаций нами был проведен статистический анализ строительных генеральных планов 15-ти возводимых или возведенных объектов, перечисленных ниже:

1. Санкт-Петербург, муниципальный округ №75, ул. Малая Бухаресткая, участок 23, Детское дошкольное учреждение на 335 мест.

2. Ленинградская область, Ломоносовский район, д. Лаголово, квартал 7, ул. Садовая, д.14, Многоквартирный жилой дом.

3. Ленинградская область, Выборгский район, МО “Рощинское городское поселение”, пос. Рощино, ул. Кирова. Физкультурно-оздоровительный комплекс.

4. Ленинградская область., Ломоносовский район, МО "Аннинское городское поселение", п. Новоселье, участок 11, Многоквартирный многоэтажный жилой дом.

5. Ленинградская область, Ломоносовский район, МО «Аннинское городское поселение», п. Новоселье, Красносельское шоссе, Многоквартирный многоэтажный жилой дом и медицинский центр.

6. Ленинградская область, Ломоносовский район, МО «Аннинское городское поселение», п. Новоселье, Красносельское шоссе, участок №10. Физкультурно-оздоровительное сооружение.

7. г. Санкт-Петербург, улица Заусадебная, дом 25, литера А. Многоквартирный многофункциональный комплекс.

8. Ленинградская область, Ломоносовский район, МО «Аннинское городское поселение», п. Новоселье, уч. 9, Многоквартирный многоэтажный жилой дом со встроенными помещениями.

9. г. Краснодар, пос. Знаменский. Общеобразовательная школа на 1100 мест.

10. г. Москва, поселение Сосенское, пос. Коммунарка. Административное здание.

11. Московская область, Солнечногорский р-н, с/пос. Луновское вблизи д. Елино. Многоквартирный многоэтажный жилой дом.

12. Ленинградская область, Всеволожский муниципальный район, Заневское сельское поселение, участки №60, №61, №62, №71. Жилой массив " Янино-Восточный" 1, 2, 3 очереди строительства "5 квартал. Комплекс жилых домов".

13. г. Москва, Бескудниковский р-н, мкр.6, корп.16. Школа на 550 мест.

14. г. Санкт-Петербург, Приморский р-н, Пригородный уч.197. Многоквартирный многоэтажный жилой дом.

15. г. Москва, Дмитровский р-н, Дмитровское шоссе, вл. 107Г. Детско-взрослая поликлиника на 750 посещений в смену с женской консультацией.

В первую очередь, были проведены собственные расчёты площадей, необходимых для размещения временных зданий, складов башенных кранов и т.п., на основе предоставленных исходных данных. Полученные данные полностью соответствовали принятым в проектах и приведены в таблице (табл. 1).

Затем, с помощью специализированного программного обеспечения (системы автоматизированного проектирования AutoCAD) был осуществлен замер минимальной площади, практически необходимой для размещения указанных выше объектов с учетом условий их размещения и условий строительной площадки. Полученные в результате значения приведены в таблице (табл. 2).

Таблица 1.

Площади, необходимые для размещения временных зданий, складов, башенных кранов и т.п.

Объект строительства	Измеренные площади, м ²			
	Предназначенные под устройство крана	Под организацию площадок складирования	Под размещение временных зданий	Всего
1.	96	679,5	345	1120,5
2.	96	311,9	135	542,9
3.	52	126,9	195	373,9
4.	234	948,3	3902,5	5084,8
5.	280	983,1	3759,5	5022,6
6.	48	321	296	665
7.	96	821	566	1483
8.	274	798	220	1292

Объект строительства	Измеренные площади, м ²			
	Предназначенные под устройство крана	Под организацию площадок складирования	Под размещение временных зданий	Всего
9.	270	652	196	1118
10.	52	328	287	667
11.	52	544	379	975
12.	256	852	3540,5	4648,5
13.	48	212	299	559
14.	274	1023	3812,5	5109,5
15.	48	173	212	433

Таблица 2.

Сравнение площадей необходимых и практически необходимых для размещения временных зданий, складов башенных кранов и т.п.

Объект строительства	Необходимые площади для размещения строительных объектов, м ²	Практически необходимые площади для размещения строительных объектов, м ²
1.	1120,5	1601
2.	543	810
3.	374	499
4.	5085	7823
5.	5022,5	7386
6.	665	964
7.	1483	2060
8.	1292	1846
9.	1118	1644
10.	667	939
11.	975	1354
12.	4648,5	6198
13.	559	860
14.	5109,5	6999
15.	433	619

Сравнив приведенные в таблицах значения, обнаружим, что практически необходимые площади на порядок больше необходимых. Однако для получения математического критерия оценки необходимо определить, существует ли линейная зависимость между указанными площадями. Для решения подобной задачи необходимо прибегнуть к методам математической статистики, а именно к определению корреляции (взаимосвязи) между двумя переменными.

В данном направлении наиболее часто применяемым и универсальным показателем является коэффициент корреляции r-Пирсона, который применяется для изучения взаимосвязи двух метрических переменных, измеренных на одной и той же выборке. Он может принимать значение от (-1) до (+1), причем значение (+1) означает, что между исследуемыми переменными существует линейная прямопропорциональная (положительная) связь, (-1) – линейная обратнопропорциональная связь, 0 – отсутствие линейной связи. Коэффициент r-Пирсона есть мера взаимосвязи прямолинейной связи [6].

Коэффициент корреляции рассчитывается по следующей формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{(n-1)\sigma_x\sigma_y}$$

где M_x, M_y – средние значения переменных;

n – количество значений переменных;

$(x_i - M_x), (y_i - M_y)$ – отклонения i -х значений переменных от среднего;

σ_x, σ_y – среднеквадратические отклонения величин.

Определяются σ_x и σ_y по формулам:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}{n-1}}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}{n-1}}$$

Эти формулы сведем в общую:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)(y_i - M_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2 \sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}}$$

Полученное уравнение является основной формулой коэффициента корреляции Пирсона. Используя данную и описанные выше формулы, осуществим все необходимые вычисления (табл. 3). В результате получим следующее значение коэффициента r -Пирсона:

$$r_{xy} = 0,9969.$$

Полученный результат позволяет нам утверждать о наличии линейной прямопропорциональной связи между необходимой и практически необходимой площадями с незначительной погрешностью.

Наличие взаимосвязи позволяет нам аппроксимировать диаграмму рассеивания, построенную на основе собранных данных о площадях, в виде прямой линии, которая будет являть собой графическое представление функции зависимости двух переменных. Эта линия называется линией регрессии, а ее уравнение в нашем случае имеет следующий вид:

$$y_i = kx_i,$$

где k – коэффициент регрессии.

Если брать в расчёт, что y_i – значения необходимых площадей, а x_i – значения требуемых площадей, то k будет являться искомым нами математическим критерием необходимости применения метода с колес, или коэффициентом использования площади.

Коэффициент регрессии находится по следующей формуле [7,8]:

$$k = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = r_{xy} \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}{n-1}}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}{n-1}}}$$

или

$$k = r_{xy} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - M_x)^2}}$$

Выполнив вычисления с использованием полученных ранее значений (табл. 3) получаем следующий коэффициент регрессии:

$$k = 0,693809 \approx 0,7$$

Таблица 3.

Расчет коэффициента корреляции r -Пирсона в табличной форме.

Объект строительства	$x_i, S_{\text{треб}}$	$y_i, S_{\text{необ}}$	$(x_i - M_x)$	$(y_i - M_y)$	$(x_i - M_x)^2$	$(y_i - M_y)^2$	$(x_i - M_x)(y_i - M_y)$
1.	1601	1120,5	-1172,467	-819,167	1374678,084	671034,028	1374678,084
2.	810	543	-1963,467	-1396,667	3855201,351	1950677,778	3855201,351
3.	499	374	-2274,467	-1565,667	5173198,618	2451312,111	5173198,618
4.	7823	5085	5049,533	3145,333	25497786,884	9893121,778	25497786,884
5.	7386	5022,5	4612,533	3082,833	21275463,751	9503861,361	21275463,751
6.	964	665	-1809,467	-1274,667	3274169,618	1624775,111	3274169,618
7.	2060	1483	-713,467	-456,667	509034,684	208544,444	509034,684
8.	1846	1292	-927,467	-647,667	860194,418	419472,111	860194,418
9.	1644	1118	-1129,467	-821,667	1275694,951	675136,111	1275694,951
10.	939	667	-1834,467	-1272,667	3365267,951	1619680,444	3365267,951
11.	1354	975	-1419,467	-964,667	2014885,618	930581,778	2014885,618
12.	6198	4648,5	3424,533	2708,833	11727428,551	7337778,028	11727428,551
13.	860	559	-1913,467	-1380,667	3661354,684	1906240,444	3661354,684
14.	6999	5109,5	4225,533	3169,833	17855131,951	10047843,361	17855131,951
15.	619	433	-2154,467	-1506,667	4641726,618	2270044,444	4641726,618
$\sum_{i=1}^n$	-	-	-	-	106361217,733	51510103,333	106361217,733

Таким образом, в результате проведенного статистического анализа была выявлена линейная взаимосвязь между площадью, необходимой для размещения временных зданий, складов башенных кранов и т.п., и площадью, практически необходимой для размещения этих же объектов. Она заключается в следующем уравнении:

$$S_{\text{необ.}} = k \cdot S_{\text{треб}} = 0,7 \cdot S_{\text{необ.}}^{\text{пр.}}$$

Заметим, что теперь для определения необходимости применения монтажа конструкций по методу «с колес» достаточно сравнить значения требуемой для размещения перечисленных выше объектов площади $S_{\text{необ.}}^{\text{пр.}}$ и свободной площади на строительной площадке $S_{\text{св.}}$.

Также на основе алгоритма расчета площадей объектов строительной площадки, соответствующего основным нормативным документам и методическим указаниям по разработке и оформлению проектов организации строительства, и полученного в результате данного исследования математического критерия была разработана, запатентована и внедрена в учебный процесс программа для ЭВМ «Программа обоснования применения метода монтажа конструкций «с колес» при возведении объектов военной инфраструктуры» (рис.1). Она позволяет точно рассчитать, необходимо ли применение метода «с колес» в конкретных условиях расположения строительной площадки и автоматизирует расчет площадей основных объектов строительной площадки.



Рис. 1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Программа обоснования применения метода монтажа конструкций «с колес» при возведении объектов военной инфраструктуры»

Заключение. Авторами был проведен анализ практического опыта строительно-монтажных организаций, направленный на изучение существующей организации строительства и присущей ей системе снабжения. Были исследованы проблемы строительного производства, связанные со стесненными условиями, а также принимаемые в таких случаях решения. На основании полученных в ходе анализа документации данных был определен математический критерий оценки необходимости применения метода «с колес» при монтаже конструкций возводимых зданий, который был использован в ходе дипломного проектирования курсантов.

В ходе работы были созданы предпосылки для дальнейших исследований по теме совершенствования системы снабжения строительства объектов военной инфраструктуры.

Список литературы.

1. Бирюков А.Н., Шинкевич В.А., Сорокин Н.В., Сапожков Д.А. Совершенствование системы снабжения строительства объектов Министерства обороны Российской Федерации. //Актуальные проблемы естественных и технических наук. 2021. С. 275-286.
2. Шинкевич В.А., Сорокин Н.В., Польшгалов Е.О., Гукин А.А. Об организации материально-технического обеспечения процесса монтажа конструкций по методу "с колес" в сфере капитального строительства СССР. //Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18). С. 331-336.
3. Бирюков А.Н., Шинкевич В.А., Сорокин Н.В., Баранов А.П., Килушев Д.Ю., Сапожков Д.А., Польшгалов Е.О., Гукин А.А., Заика В.А., Задоров Е.В. Отчет о научно-исследовательской работе «Совершенствование системы снабжения строительства объектов с применением монтажа конструкций по методу «с колес». Шифр «Снабжение-И-21». СПб. 2021.
4. СП 48.13330.2019 «Организация строительства» (актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 «Организация строительства»).
5. МДС 12-46.2008 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ».
6. Мятлев В. Д., Панченко Л. А., Ризниченко Г. Ю., Терехин А. Т. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. 2 изд. М.: Юрайт, 2019. 321 с.
7. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. 2 изд. М.: Физматлит, 2012. 816 с.
8. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. 12 изд. М.: Юрайт, 2013. 479 с.

Терехин А.Н., Кулагин А.В., Щербаков А.В., Попов М.А.
Terekhin A.N., Kulagin A.V., Shcherbakov A.V., Popov M.A.

**Анализ существующих схемных решений анаэробных энергоустановок с двигателями
внутреннего сгорания**

**Analysis of existing circuit solutions for anaerobic power plants with internal
combustion engines**

Аннотация: в статье рассматриваются пути решения задачи по повышению живучести автономных источников энергоснабжения специальных комплексов военного назначения на базе дизельных энергоустановок при воздействии поражающих факторов современного оружия. На основе анализа существующих схемных решений анаэробных энергоустановок с двигателями внутреннего сгорания выделено перспективное направление научного исследования установок с криогенным хранением окислителя.

Abstract: the article discusses ways to solve the problem of increasing the survivability of autonomous power supply sources of special military complexes based on diesel power plants under the influence of damaging factors of modern weapons. Based on the analysis of existing circuit solutions of anaerobic power plants with internal combustion engines, a promising direction of scientific research of installations with cryogenic storage of oxidizer has been identified.

Ключевые слова: система автономного электроснабжения, энергетическая безопасность, двигатель внутреннего сгорания, анаэробная энергетическая установка (АнЭУ)

Keywords: electricity system, power plant, internal combustion engine, anaerobic energy plant (AIP)

Одним из важнейших направлений укрепления обороноспособности страны является строительство и эксплуатация специальных комплексов военного назначения (СКВН), среди которых наиболее значимую роль играют пункты государственного управления, пункты управления войсками различного уровня, а также защищенные узлы связи и приемно-передающие комплексы. Все эти объекты размещаются в котлованных, шахтных или подземных сооружениях.

Объекты, размещаемые в защитных сооружениях, как правило, имеют собственные защищенные резервные автономные источники электроснабжения, в качестве которых, в силу объективных причин, используются дизель-электрические станции (ДЭС). Основной задачей автономных систем электроснабжения является обеспечение бесперебойного электропитания потребителей в боевых условиях в том числе и в случае применения оружия массового поражения.

Существующие системы комплексной защиты энергоустановок от поражающих факторов современного оружия, в первую очередь ядерного, в значительной степени обеспечивают снижение их параметров до безопасных для двигателей величин. Учеными Военного института (инженерно-технического) (ВИ(ИТ)) выполнен целый комплекс работ, посвященных обеспечению функционирования СКВН в условиях воздействия поражающих факторов современного оружия. Наибольший вклад в решение данной проблемы внесли доктора технических наук: А.К. Михайлов, Э.Н. Фоминич, Ю.А. Ильин, В.К. Аверьянов, А.М. Костыря, В.Н. Громов, А.В. Смирнов и многие другие. Особенности функционирования дизельных

двигателей автономных систем электроснабжения при воздействии на них поражающих факторов ядерного оружия достаточно полно исследованы в работах Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР доктора технических наук профессора В.Г. Кривова, а также в работах других авторов: докторов технических наук профессоров В.А. Путятинского, А.Н. Агафонова, П.В. Дружинина, В.В. Дыбка, кандидатов технических наук доцентов А.Ф. Мусатова, С.В. Балашова, В.А. Перегудова и др. [1, 2]

Однако при определенных условиях: разрушении волногасительных оголовков и газоздушных трактов, чрезмерного изменения химического состава приземного слоя атмосферы (снижении концентрации кислорода ниже 16%) существующие системы защиты не могут обеспечить необходимого уровня живучести систем автономного электроснабжения. Одним из путей решения указанной выше проблемы может стать применение энергоустановок, получивших название «анаэробных» (АнЭУ), способных работать без связи с окружающей средой. В иностранной литературе введен целый класс «анаэробных тепловых машин». [3, 4]

Создание АнЭУ на основе дизельного двигателя сопряжено с решением задачи соблюдения материального и теплового балансов в замкнутом газовом контуре (рис. 1).

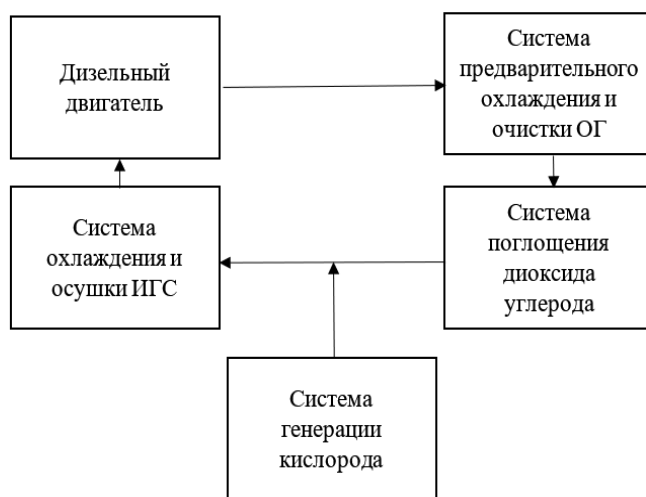


Рис. 1. Структурная схема работы АнЭУ с дизельным двигателем.

Если обеспечить отвод из замкнутого контура продуктов сгорания топлива: диоксида углерода и паров воды; снизить температуры отработавших газов (ОГ) до приемлемых значений и добавить в контур кислород (создать искусственную газовую смесь (ИГС)), то представленная схема будет обоснованно работоспособной.

Количество кислорода, необходимое для подачи в контур определяется соотношением, полученном из уравнения стехиометрического окисления дизельного топлива среднего состава:

$$G_{O_2} = 3,33 \cdot N_e \cdot b_e \text{ [кг/час]}, \quad (1)$$

здесь: N_e и b_e - нагрузка кВт и удельный эффективный расход топлива кг/кВт*час

При этом из контура необходимо удалить:

$$G_{CO_2} = 3,19 \cdot N_e \cdot b_e \text{ [кг/час]}, \quad (2)$$

$$G_{H_2O} = 1,13 \cdot N_e \cdot b_e \text{ [кг/час]}, \quad (3)$$

Количество теплоты, которое необходимо отвести от ОГ, определяется температурой ОГ, температурой ИГС и теплоемкостью продуктов сгорания, которая в свою очередь зависит от концентрации компонентов и их температуры.

При кажущейся простоте, реализация данной схемы сопряжено с целым рядом трудностей:

Работа представленной ДЭУ СЦ может производиться как при полной изоляции от атмосферы: режим замкнутого цикла, так и при частичной изоляции: режимы полузамкнутого и квазизамкнутого (РКЗ) циклов.

При полной изоляции от атмосферы (задвижки ЗВ, ЗПА, ЗОА и ЗГ закрыты) работа ДЭУ осуществляется следующим образом: отработавшие газы дизеля подаются последовательно в охладители 10, 11 и сепаратор 12, где охлаждаются до температуры 50°C и из них удаляется влага, которая собирается в конденсатосборнике 13. Охлажденные и частично осушенные газы через задвижку ЗПП поступают в систему поглощения углекислоты (СПУ), а через клапан КРГ в смеситель 5 по байпасной линии (трубопровод рециркуляции). Часть газов, поступившая в СПУ, направляется в адсорберы 6, в которых происходит поглощение двуокиси углерода. После адсорберов эта часть газов с большим содержанием водяных паров и повышенной температурой ($70-80^{\circ}\text{C}$) через клапаны КОА поступает последовательно в конденсатор 7 и сепаратор 8, где происходит конденсация водяных паров и удаление влаги, образовавшейся при адсорбции двуокиси углерода, а также снижение температуры газов до 50°C . Выделившаяся в сепараторе влага собирается в конденсатосборнике 9. Далее газы через клапан КПС также поступают в смеситель. Обе части ОГ образуют в смесителе с кислородом, поступающим из системы генерации кислорода (СГК) ИГС, которая через задвижку ЗПИ поступает на впуск дизеля.

Соотношение между расходами ОГ, подаваемых в смеситель через СПУ и по байпасной линии, определяется нагрузкой на станцию и концентрацией кислорода на впуске в дизель и регулируется с помощью КРГ.

При частичной изоляции от атмосферы, выход сепаратора 12 сообщается трубопроводом рециркуляции ОГ через клапан КРГ со смесителем 5. В этом случае излишки газов сбрасываются через вентиль ВЗР в штатные ГВТ объекта и через открытую ЗГ в атмосферу. Кислород в смеситель подается из СГК. Задвижка ЗПП закрыта.

Соотношение между расходами ОГ, подаваемых в смеситель и удаляемых в атмосферу, определяется нагрузкой и концентрацией кислорода на впуске в дизель и устанавливается вентилем ВЗР.

Для режима РПЗ, как переходного кратковременного, на всасывание дизеля воздух забирается из воздухозаборного тракта объекта через задвижку ЗПА (задвижка ЗВ закрыта). Шахта воздухозабора при необходимости пополняется воздухом из баллонов 14 через клапаны ОКВ и воздушный редуктор 15. Отработавшие газы при этом могут отводиться через трубопровод рециркуляции с частичным сбросом в атмосферу через ВЗР и ЗГ (если последует режим РКЗ) или через адсорберы СПУ и байпасную линию через КРГ (если последует режим ЗЦ). В последнем случае на всасывание дизеля может использоваться также воздух из газовыпускного тракта через перемычку с задвижкой ЗП (задвижки ЗОА и ЗГ при этом закрыты).

СГК в режимах РКЗ и ЗЦ работает с постоянным расходом кислорода из БГМК, обеспечиваемым регулятором расхода кислорода (датчик расхода 16, регулируемый клапан КРК) в зависимости от расхода топлива или активной мощности станции. Для удержания концентрации кислорода в норме при динамическом изменении нагрузки (сброс - наброс) используются запасы кислорода в баллонах и емкости резервных батарей баллонов ББА и ББР, которые подключаются к общему трубопроводу через клапаны КЗО2 и ЗОК2 – ББА, и через клапан КЗО3 – ББР.

Во избежание повышенного разрежения на впуске в дизель и повышенной концентрации двуокиси углерода ($>12\%$ об.) после адсорберов перед клапаном КПС трубопровод ИГС после смесителя до задвижки ЗПИ сообщается через клапан КПИ с машинным залом. Для предотвращения повышенного разрежения КПИ работает автоматически, а для предотвращения повышенной концентрации CO_2 – как дистанционно управляемый приводной – по сигналу

датчика концентрации CO₂ 17.

При необходимости экономии воздуха на горение в режимах РО и РПЗ горячие ОГ могут перепускаться на всасывание дизеля через перепускной невозвратный клапан ПНК.

Также в 1994 г. в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 1314 от 21.12.93 г. Военным инженерно – техническим университетом (ВИТУ) была поставлена комплексная НИР («Аksamит-71»), связанная с обоснованием и исследованием перспективных направлений совершенствования ДЭУ СЦ, а с 1996 г. по решению Главного управления специальных программ Президента РФ – НИР («Кислород») по разработке норм проектирования и безопасной эксплуатации таких установок при их изоляции от атмосферы. Кроме того, на учебно-экспериментальной базе кафедры ДЭУ университета (п. Приветнинское) в интересах, проводимых НИОКР («Аksamит-71», «Атропин-65») создается научно-исследовательский учебно-тренировочный стендовый комплекс с использованием ДЭУ СЦ различной мощности.

В 1995 г. на экспериментальном стенде кафедры ДЭУ ВИТУ смонтирован макетный образец анаэробной дизельной энергоустановки мощностью 10 кВт с гидролизной системой генерации кислорода [5, 6], получившая свое продолжение в действующем макете 100кВт АнЭУ [4], принципиальная схема которой представлена на рис. 3.

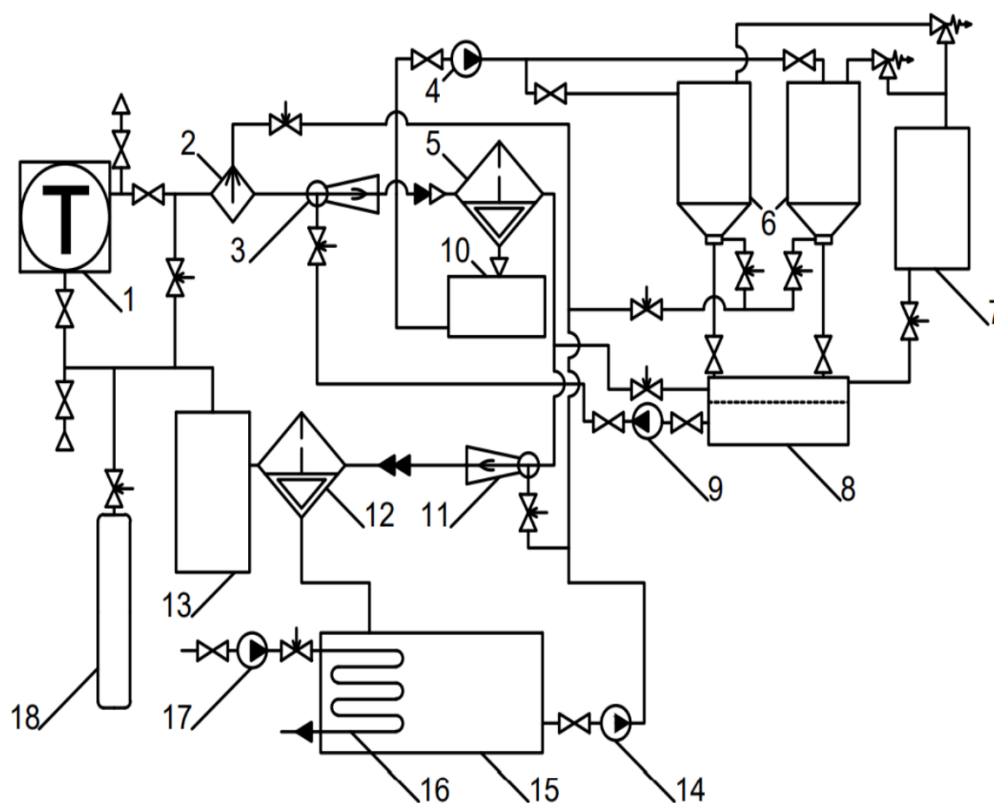


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема работы АнЭУ мощностью 100 кВт по «мокрому» циклу.

В представленной схеме отработавшие газы дизеля 1 после предварительного охлаждения в форсуночной камере 2 до температуры 95-100 °С поступают в прямоточный распыливающий абсорбер 3. Абсорбция углекислого газа из ОГ осуществляется при их взаимодействии с раствором щелочи, подаваемым насосом 9 из ресивера 8. Кислород, получаемый в бункерах-реакторах 6 при взаимодействии технической надперекиси натрия с водой, подается в газовый контур из ресивера 8. Окончательная очистка и охлаждение ОГ проводится в охладителе-промывателе 11.

Разделение газовой и жидкой фаз осуществляется в инерционных фазовых разделителях 5, 12. Запас технологической воды содержится в емкости 15, из которой

насосом 14 она подается на предварительное охлаждение ОГ, разложение технической надперекиси натрия и на окончательное охлаждение и промывку газовой смеси. Отвод тепла от технологической воды осуществляется заборной водой (насос 17 и теплообменник 16). Для компенсации возможного расхода инертного наполнителя предусмотрен его запас в баллоне 18. Отработавший раствор щелочи собирается в емкости 10 и после опорожнения бункера-реактора перекачивается в него насосом 4. Ресивер кислорода 7 предназначен для сброса избыточного давления в бункерах-реакторах при аварийных режимах ДЭУ СЦ.

Главным достоинством представленных схемных решений, является возможность длительного безопасного хранения кислородосодержащих продуктов. Однако есть и серьезный недостаток – значительные тепловыделения.

В основу расчета указанных выше схем, положены стехиометрические зависимости реакций разложения кислородосодержащих продуктов и реакции поглощения диоксида углерода.

При работе по «сухой» схеме, при получении кислорода, из 1 кг хлората натрия выделяется, в зависимости от конкретного состава продукта, от 670 до 830 кДж/кг теплоты, или с учетом процентного содержания кислорода, до 6500 кДж/кг на 1 кг топлива, а количество теплоты, выделившейся при поглощении диоксида углерода твердым $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на 1 кг топлива составит 8104 кДж/кг.

При взаимодействии с водой полное разложение 1 кг технической надперекиси натрия, обеспечивает выход кислорода равный 0,37 кг/кг, таким образом на 1 кг топлива потребуется около 9 кг вещества, при разложении которых выделится 5654 кДж теплоты.

Вместе с реакцией гидролитического разложения происходит, и реакция растворения щелочи до концентрации, обеспечивающей проведение процесса поглощения CO_2 из состава ОГ. При растворении гидроксида натрия, в зависимости от конечной концентрации раствора, величина тепловыделений составляет на 1 кг щелочи от 140 до 740 кДж. В результате реакции разложения, из 1 кг продукта, с учетом содержащегося в нем сухого NaOH , образуется 0,7458 кг щелочи или на 1 кг топлива 6,542 кг, а количество теплоты, выделившееся в процессе ее растворения, составит в зависимости от конечной концентрации от 916 до 4840 кДж/кг топлива.

При сжигании топлива выделяется 3,19 кг углекислого газа, на поглощение которого необходимо 5,8 кг NaOH . Реакция поглощения так же сопровождается выделением теплоты, количество которой, составляет 12325 кДж/кг топлива.

Конечное значение количества теплоты, выделяющегося при реализации «мокрой» схемы, может составлять от 18895 до 22820 кДж/кг топлива, в зависимости от конкретной структуры системы подготовки искусственной газовой смеси.

Сравнительные характеристики схемных решений, рассчитанные на установку 1500 кВт приведены в таблице 1.

Таблица № 1.

№ п/п	Наименование показателей и их размерность	ДЭУ-1500 СЦ «сухой»	ДЭУ-1500 СЦ «мокрый»
1.	Параметры и род вырабатываемого тока	переменный 0,4; 6,3 кВ	переменный 0,4; 6,3 кВ
2.	Время ввода в действие, сек	240	15
3.	Удельный расход окислителя (кислорода), кг/кВт*ч	0,83	0,83
4.	Удельный расход топлива, кг/кВт*ч	0,25	0,25
5.	Удельный расход охлаждающей и технологической воды, кг/кВт*ч	60	107

№ п/п	Наименование показателей и их размерность	ДЭУ-1500 СЦ «сухой»	ДЭУ-1500 СЦ «мокрый»
6.	Удельная масса системы хранения реагентов, кг/кВт*ч	14,9	0,16
7.	Удельный объем СФС занимаемый СПИГС (без системы генерации кислорода) с запасами реагентов и воды на 72 часа, м ³ /кВт*ч	0,22	0,215
8.	Удельные затраты электроэнергии на привод вспомогательного оборудования, кВт/кВт*ч	0,09	0,19
9.	Срок службы оборудования (кроме ДГУ), лет	10	20

Анализ представленных характеристик показывает необходимость создания значительных объемов сооружения для размещения технологического оборудования, а также значительного увеличения производительности системы технического водоснабжения.

Исследования, проводимые ВИ(ИТ), совместно с СПБ МБМ «Малахит», по созданию АнЭУ для неатомных подводных лодок, показали возможность решить проблему согласования разнородных химических процессов, за счет использования в качестве рабочего тела «тяжелой» ИГС, состоящей из кислорода (до 30% массы), диоксида углерода (до 70% массы) и паров воды. [4,6,7] Структурная схема системы представлена на рис. 4.



Рис. 4. Структурная схема работы АнЭУ на «тяжелой» ИГС.

В отличие от схемы (рис.1) в схеме на «тяжелой» ИГС появляется блок отвода части ОГ, представляющей собой компрессор, который поддерживает в контуре постоянное давление, забирая из контура определенное количество ОГ, пропорционально выделившемуся, при сгорании топлива, диоксиду углерода. После обработки этой части ОГ, остаточный кислород возвращается в замкнутый контур. Перед запуском установки по этому принципу, необходимо удалить из контура азот, проработав незначительное время (определяется объемом системы и расходом топлива) с открытым выхлопом.

Естественно, переход на «тяжелую» ИГС приводит к снижению эффективных показателей двигателя, но стабилизация давления и концентраций компонентов в контуре, позволяет значительно повысить устойчивость системы и упростить систему автоматического регулирования АнЭУ. Кроме того, повышение концентрации диоксида углерода обеспечивает стабилизацию процессов поглощения.

Еще одно направление, разработанное совместно с СПБ МБМ «Малахит», создание АнЭУ с криогенным хранением запаса кислорода и физическим удалением диоксида углерода. Еще в начале прошлого века были созданы подводные лодки с криогенным хранением кислорода для АнЭУ, а в начале 50-х годов построена флотилия подводных лодок 615 проекта. Очевидно, что

хранение кислорода в жидком состоянии в условиях СКВН, сопряжено с необходимостью решения целого ряда задач, обеспечивающих безопасное функционирование системы. В первую очередь – защита от сейсмоударных волн. Однако, уже существующие емкости для хранения криогенных жидкостей рассчитаны на ускорение до 15g. Вторая проблема – испаряемость жидкого кислорода и необходимость периодического пополнения его запасов. Эта задача имеет простые конструктивные решения, хотя и связана с дополнительными затратами.

При всей сложности применения жидкого кислорода на лицо ряд преимуществ, первое и главное – снижение тепловыделений, и как следствие, резкое повышение КПД АнЭУ (до 20%). Кроме того, если для обеспечения безопасности, наряду с криогенным кислородом, создать пропорциональный запас криогенного азота, то можно снизить тепловыделения от АнЭУ практически до нуля. При этом, с учетом равенства испарения, полученный воздух может быть использован в системе вентиляции сооружения, при снижении нагрузки на систему кондиционирования. Схема АнЭУ с криогенным кислородом представлена на рисунке 5.

В представленной схеме используется «тяжелая» ИГС, при этом удаление диоксида углерода осуществляется его сжижением за счет холода криогенного кислорода, с последующим складированием или удалением за пределы сооружения.

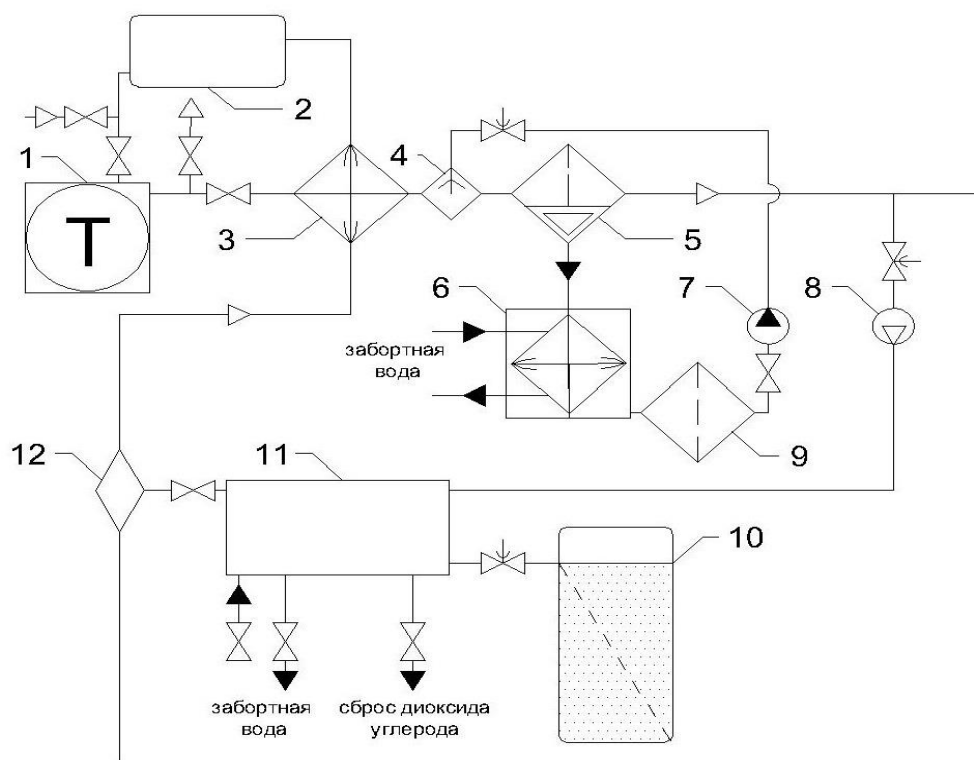


Рис. 5. Принципиальная технологическая схема АнЭУ с криогенным кислородом. 1 – двигатель; 2 – ресивер ИГС; 3 – подогреватель ИГС; 4 – контактный охладитель; 5 – фазовый разделитель; 6 – емкость сбора воды; 7 – насос; 8 – компрессор; 9 – фильтр; 10 – емкость кислорода; 11 – вымораживатель; 12 – смеситель ИГС.

Выводы:

На основании проведенного анализа схемных решений, позволяющих обеспечить необходимый уровень живучести автономных источников энергоснабжения СКВН на базе ДЭУ можно сделать следующие выводы:

1. Применение АнЭУ в качестве источника энергии для систем автономного энергоснабжения СКВН способно обеспечить необходимый уровень живучести объекта при воздействии поражающих факторов современного оружия;

2. Существующие наработки в этой области убедительно доказывают возможность создания подобных систем;
3. Наиболее перспективными АнЭУ являются установки с криогенным хранением окислителя, что безусловно требует дополнительных проработок с целью обеспечения необходимого уровня безопасности и определения оптимальных соотношений компонентов «тяжелой» ИГС для получения максимально возможных эффективных показателей дизельного двигателя.

Список литературы:

1. Кривов В.Г. На рубеже военной энергетики. – СПб.: ВИТУ. – 1999. – 476 с.
2. Михайлов А.К., Агафонов А.Н. Концепция использования малой энергетики в обеспечении энергетической безопасности страны и мероприятия по ее реализации. – М.: Электро. – 2004. - №4. – С. 4-10.
3. Состояние и перспективы развития неядерных энергетических установок со специальными циклами работы для энергоснабжения объектов при их изоляции от атмосферы. Сборник докладов научно-технической конференции. Выпуск №3. – СПб.: ВИСИ. – 1997. – 87 с.
4. Энергетическая безопасность и малая энергетика. XXI век. Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции. – СПб.: 2002. – 412 с.
5. Научные и практические вопросы совершенствования автономных источников энергоснабжения военно-строительных комплексов. Сборник докладов научно-технического семинара. Выпуск №6. – СПб.: ВИТУ, 2004. – 100 с.
6. Научные и практические вопросы совершенствования автономных источников энергоснабжения объектов военной инфраструктуры. Сборник докладов научно-технического семинара. Выпуск №7. – СПб.: ВИТУ, 2004. – 97 с.
7. Агафонов А.Н., Терехин А.Н., Замуков В.В. и др. Стендовая модель анаэробной энергоустановки на базе поршневых ДВС для перспективных заказов Российского флота. // Электрическое питание. – 2004. - №5. – С.49-51.

Таранцев А.А., Кондратьев С.А., Рузманов М.Д., Химчук Д.В.
Tarantsev A.A., Kondratev S.A., Ruzmanov M.D., Khimchuk D.V.

Программное моделирование для решения задач по обеспечению пожарной безопасности в тоннелях

Software modeling for solving fire safety problems in tunnels

Аннотация. В статье представлены результаты моделирования пожара автотранспортных средств в тоннелях, осуществленного с помощью программного комплекса Firecat Pyrosim, на основе полевой модели пожара. Разработаны предложения по совершенствованию тактики тушения пожаров в тоннелях, обеспечению пожарной безопасности, а также обозначены векторы для дальнейших исследований в данном направлении.

Abstract. The article presents the results of modeling the fire of motor vehicles in tunnels, carried out using the Firecat Pyrosim software package, based on a field fire model. Proposals have been developed to improve the tactics of extinguishing fires in tunnels, ensuring fire safety, and vectors for further research in this direction have been identified.

Ключевые слова: тоннель, транспортные средства, пожар, тушение, аварийно-спасательные работы, моделирование пожаров.

Keywords: tunnel, vehicles, fire, extinguishing, emergency rescue, fire simulation.

Введение

Важной частью транспортной инфраструктуры многих стран мира, в частности, России, являются тоннели [1]. Условно их можно разделить по виду транспорта, по месту расположения и глубине – рис.1, 2. Особое место применительно к особенностям РФ занимают железнодорожные тоннели [2].



Рис.1 – Краткая классификация тоннелей



Рис.2 - Тоннели (а – железнодорожный подземный; б – горный автомобильный; в – комбинированный подводный)

Пожары в тоннелях

Использование тоннелей повышает мобильность населения, но при этом создает дополнительные риски. Одной из актуальных проблем тоннелей, в частности, железнодорожных [3], являются пожары, материальный ущерб и человеческие жертвы на которых могут быть значительными (рис.3-а). Горение транспортных средств (легковые и грузовые автомобили, железнодорожные вагоны) приводит к выделению токсичного дыма (рис.3-б) и резкому росту температуры, что чревато как полным выгоранием всей пожарной нагрузки, находящейся в тоннеле, так и обрушением тоннеля (рис.3-в). Особенностью пожаров в тоннелях является так называемый «тоннельный эффект», когда пламя с большой скоростью проносится по тоннелю из-за перепада давления на краях тоннеля.



Рис.3 – Пожары в тоннелях

(а – тоннель под Монбланом; б – Норвегия, 2011 г.; в – обрушение тоннеля при пожаре)

Опасные факторы пожаров (ОФП) [4] в тоннелях, как показано в [5], могут представлять негативное воздействие не только для водителей, пассажиров и машинистов поездов, но и для жизни и здоровья пожарных, осуществляющих тушение пожара и проведение аварийно-спасательных работ (АСР) [7] (рис.4). Проведение работ по тушению пожаров является сложной задачей для подразделений пожарной охраны, ввиду сложных условий работ и необходимости предварительного изучения объекта и проведения учений в конкретном сооружении [14].



Рис.4 – Тушение пожаров в тоннелях (а – действия в условиях задымления; б – подача воды на тушение и защиту; в – работы по поиску пострадавших и расчистке тоннеля).

Тушение пожаров

Большое внимание пожарной безопасности тоннелей уделялось и уделяется на железной дороге. Задолго до изданных в 2018 г. общих Рекомендаций по тушению пожаров на железнодорожном транспорте [8], ещё в 1994 г. были разработаны специальные Рекомендации по тушению пожаров в железнодорожных тоннелях [15]. В них приведена классификация тоннелей, характеристика подвижного состава, особенностей его горения в тоннелях и тушения, а также рекомендации должностным лицам на пожаре и др. сведения.

Однако к настоящему времени на железной дороге подвижной состав пополнился новыми типами локомотивов - газотурбовозами, газотепловозами, а также двухэтажными пассажирскими вагонами. Появились новые средства и способы тушения - быстротвердеющая пена (НПО «СОПОТ»), температурно-активированная вода (В.В.Роенко, АГПС МЧС России) и др. Это приводит к необходимости корректировки Рекомендаций [9].

Помимо чисто железнодорожных тоннелей, появление всё большего количества комбинированных автомобильно-железнодорожных тоннелей и пролегание многих не только

под землёй и в горах, но и под водой, требует дополнительного изучения особенностей развития пожаров, протекающих в них, а также совершенствования тактики тушения и проведения АСР в этих сооружениях. Учитывая вышеперечисленные факторы существует необходимость в совершенствовании тактики тушения пожаров в сооружениях тоннельного типа [6]. Одним из вспомогательных методов для совершенствования тактики тушения пожаров, и прогнозирования рисков от воздействия ОФП на человека в тоннелях является компьютерное моделирование.

Моделирование пожаров в тоннелях

Развитие ОФП при горении транспортных средств в тоннелях лучше всего изучать с помощью полевой модели пожара [9, 10, 11]. Эта модель позволяет оценить динамику количественных показателей ОФП в каждой точке (поле) тоннеля, где случился пожар. В данном исследовании представлено моделирование в программном комплексе Firecat Pygosim. Данное программное обеспечение является точным средством для решения задач по оценке воздействия ОФП на человека, а также необходимым средством при оценке воздействия повышенной температуры на строительные конструкции сооружений. Расчёт необходимых показателей предполагает в себе решение системы дифференциальных уравнений (в частных производных) сохранения массы, импульса и энергии с учётом уравнений состояния и химических реакций при соответствующих начальных и граничных условиях.

Уравнение сохранения массы газовой смеси:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u_j)}{\partial x_j} = 0; \quad (1)$$

где: ρ - плотность, кг/м³; u_j - проекции вектора скорости на координаты x_j в декартовых координатах, м/с;

Уравнение сохранения импульса:

$$\frac{\partial(\rho u_j)}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u_j u_i)}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i; \quad (2)$$

где: p - динамическое давление, Па; τ_{ij} - тензор вязких напряжений; g_i - проекция ускорения свободного падения на координату x_i .

Для ньютоновских жидкостей, подчиняющихся закону Стокса, тензор вязких напряжений определяется выражением:

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij}, \quad (3)$$

где: μ - ламинарная динамическая вязкость, Па·с.

Уравнение энергии:

$$\frac{\partial(\rho h)}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u_j h)}{\partial x_j} = \frac{\partial p}{\partial \tau} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{C_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \frac{\partial q_{Rj}}{\partial x_j}; \quad (4)$$

где: $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p dT + \sum_k Y_k H_k$ - статическая энтальпия смеси; q_{Rj} - радиационный поток энергии в направлении x_j ; H_k - теплота образования k -го компонента; λ - коэффициент теплопроводности, Вт/м/К; C_p - теплоемкость смеси при постоянном давлении Дж/кг/К; Y_k - массовая концентрация k -го компонента смеси, кг/кг.

Уравнение сохранения химического компонента k :

$$\frac{\partial(\rho Y_k)}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho u_j Y_k)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k; \quad (5)$$

Для замыкания системы уравнений (1)-(5) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет следующий вид:

$$p = \rho R_f T \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (6)$$

где: $R_f = 8,314$ Дж/кг/К - универсальная газовая постоянная; M_k - молярная масса k -го компонента.

Эти уравнения требуют для их решения привлечения численных методов [12], мощных компьютеров и квалифицированных пользователей.

В ходе исследований была поставлена задача установить, насколько быстро ОФП блокируют для людей выходы из тоннеля, принимают свои критические значения, а также динамику температуры в верхней части тоннеля над очагом пожара, чтобы оценить угрозу разрушения свода (рис.3-в).

В этой связи был проведен компьютерный эксперимент, в ходе которого рассматривалось 2 варианта - возгорания в тоннеле одного и 3-х транспортных средств соответственно. Размеры тоннеля: вертикальное сечение 7×5 м, длина 40 м, удельное тепловыделение очага пожара 728 кВт/м², линейная скорость распространения пламени 0,0068м/с, ввиду перепадов давления из левой части поступает воздух со скоростью 1 м/с при t=20⁰С.

В ходе компьютерного эксперимента оценивалась динамика температуры, задымления и концентраций СО и СО₂, результаты моделирования приведены в таблицах № 1-5. Как следует из полученных результатов, критичным для людей, эвакуирующихся при возгорании транспортных средств, будет задымление, приводящее к потере видимости, (табл.1), и концентрация угарного газа (табл.2). Причём в левой части сооружения уровни ОФП ниже, что объясняется поступлением наружного воздуха. В то же время температура у выходов из тоннеля в течение длительного времени не будет достигать болевого порога (табл.3).

Таблица 1.
Динамика задымления в тоннеле

t, с	Вариант 1	Вариант 2
70		
150		
300		

Таблица 2
Динамика изменения концентрации угарного газа в левой и правой частях тоннеля на высоте 1,7 м

Место	Вариант 1	Вариант 2
Левый край		
Правый край		

Примечание: горизонтальная ось – время, с; вертикальная ось – концентрация, кг/кг

Таблица 3.

Динамика температуры в левой и правой частях тоннеля на высоте 1,7 м

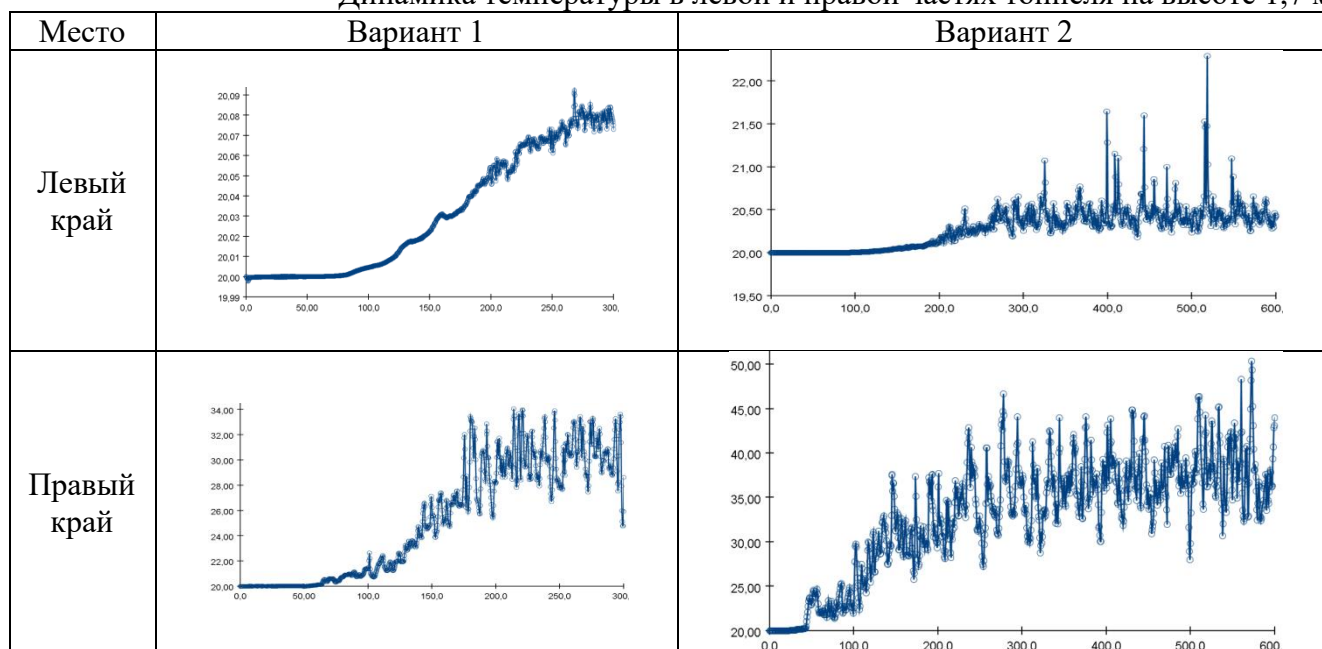


Таблица 4.

Динамика температуры у свода тоннеля над центром очага

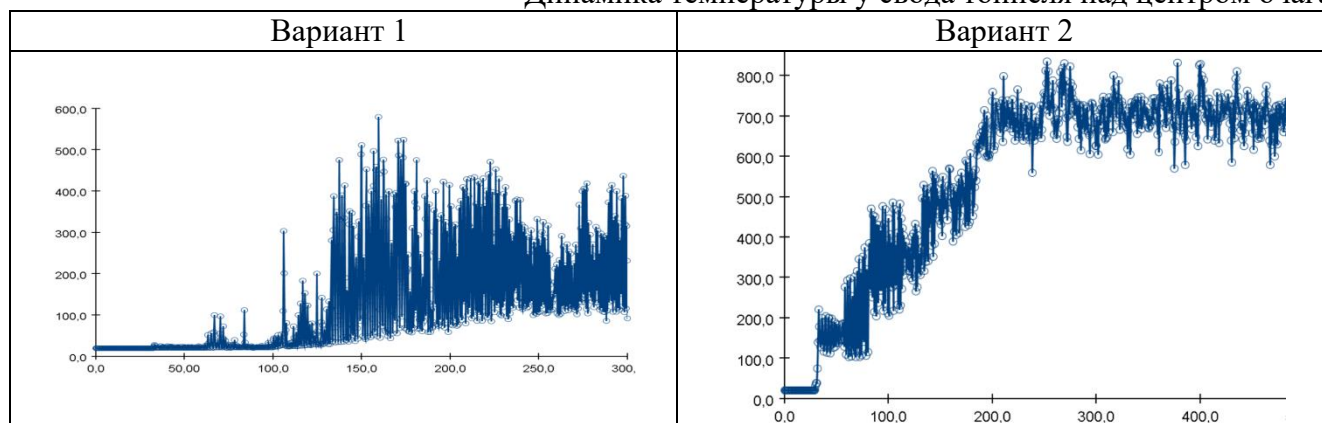
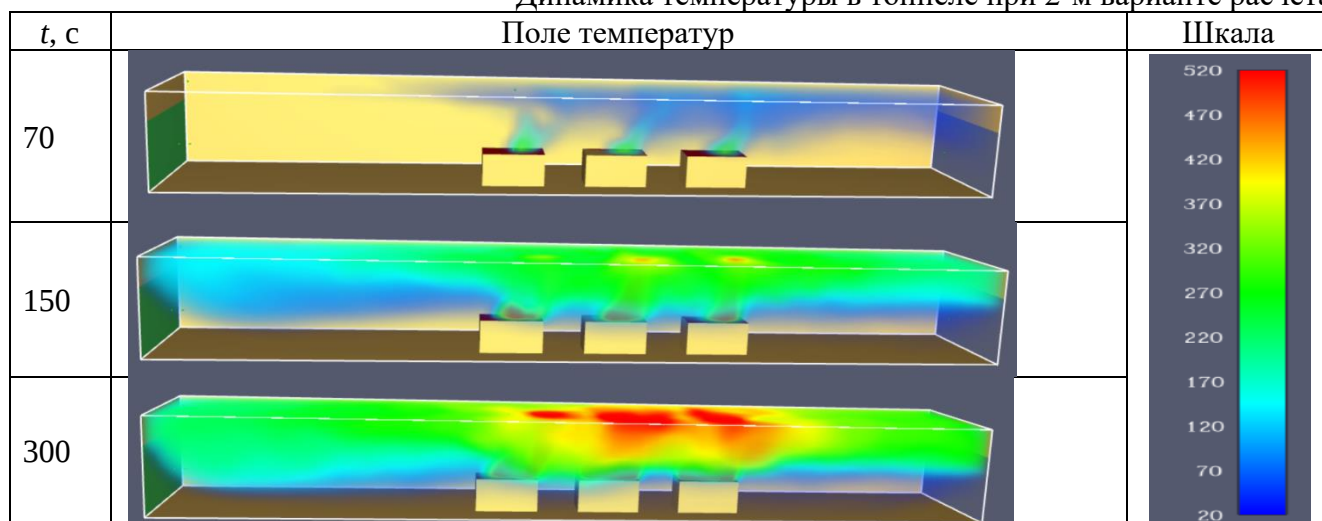


Таблица 5.

Динамика температуры в тоннеле при 2-м варианте расчёта



Таким образом, ориентировочные критические показатели ОФП в центральной и правой части тоннеля будут достигаться уже на 2-3 минуте после начала возгорания. Это дает понимание

о том, что эвакуация людей должна производиться в противоположную сторону от движения воздушных масс, к выходу тоннеля [14]. Проблема частого изменения направления движения напора воздуха решается применением искусственной вентиляции. Также, исходя из результатов моделирования, становится понятно, что размещение сил и средств подразделений пожарной охраны и подачу огнетушащих веществ необходимо осуществлять с наветренной стороны.

Проблему будет представлять, также нагрев свода тоннеля восходящими потоками продуктов горения (табл.4, 5), что может привести к превышению предела огнестойкости и дальнейшему взрывообразному обрушению. Исходя из анализа теоретического аспекта проблемы и проведенному моделированию развития пожара, возникает ряд предложений по улучшению состояния пожарной безопасности в тоннельных сооружениях.

Предложения

Учитывая важность тоннелей как неотъемлемых элементов транспортной инфраструктуры и опасность пожаров в них как для людей (водителей, пассажиров, машинистов), так и для конструкции тоннелей, материальных ценностей, следует предложить:

а) провести компьютерное моделирование развития ОФП в конкретных тоннелях с учётом различных сценариев пожара (автомобили, подвижной состав ОАО «РЖД» и др.) и различных условий внешней среды – температура, ветер. Результаты моделирования взять за основу при разработке требований по системам дымоудаления, системам пожаротушения;

б) оборудовать тоннели системами сигнализации (с выдачей сигнала дежурным по ближайшим станциям с последующей переадресовкой в ГПС МЧС России и ФГП ВО ЖДТ России) [16] и пожаротушения (например, дренчерной с оросителями у свода), а также помещениями безопасности;

в) разработать проект специального нормативного документа (по аналогии с [9]) «Рекомендации по тушению пожаров и проведению АСР в тоннелях», куда войдут разделы:

- общие положения (для кого предназначены, список нормативных документов, используемые термины и сокращения);

- характеристика тоннелей (классификация тоннелей, основные конструктивные особенности и т.п.);

- особенности развития пожаров в тоннелях (возможные сценарии развития аварийной ситуации, динамика ОФП, поражающие факторы взрывов);

- первичные действия (поездной бригады ЖДТ, водителей, пассажиров) при пожаре и/или аварии транспортного средства в тоннеле (оповещение, спасение пассажиров, меры по тушению пожара и предотвращению взрывоопасной ситуации);

- особенности тушения пожара и проведения АСР в тоннеле (порядок привлечения сил и средств, разведка, противодымная вентиляция и водоснабжение [17], особенности работы штаба, управление и координация действий сотрудников различных структур, организация первичной медпомощи, спасение и охрана материальных ценностей и т.п., инновационные методы тушения – применение температурно активированной воды и быстротвердеющей пены);

- рекомендации должностным лицам по тушению пожара и проведении АСР (пожарные ГПС МЧС, сотрудники ОАО «РЖД» и ФГП ВО, полиция, медслужба, местная администрация, обеспечение безопасности при проведении работ, в т.ч. на электроустановках);

- приложения: порядок составления планов и карточек тушения пожаров, расчёт сил и средств и др.

г) разработать систему пожаротушения в тоннелях с учетом спрогнозированного времени достижения критических значений ОФП в различных частях сооружения.

д) сравнить требования пожарной безопасности имеющейся нормативно-правовой базы, с полученными результатами по воздействию ОФП, воздействию повышенной температуры на строительные конструкции.

Выводы

Таким образом, компьютерное моделирование развития пожаров в тоннелях позволяет сделать необходимые оценки уровней ОФП и оценить тем самым риски как для людей в тоннеле, так и для его конструкции. Такой подход целесообразно применить к реальным тоннелям, исследовав конкретные сооружения, существующие в Российской Федерации.

Существует необходимость разработки специального документа в части рекомендаций по тушению пожаров в тоннелях и проведения АСР. На каждый тоннель необходимо составить план тушения пожара с учётом различных сценариев и периодически отрабатывать и совершенствовать этот план в ходе комплексных учений ГПС МЧС России с привлечением сотрудников медицинской службы, полиции, подразделений Минобороны и Росгвардии, а при необходимости - пожарных поездов и сотрудников ведомственной охраны железнодорожного транспорта и ОАО «РЖД».

Список литературы:

1. Новый политехнический словарь / Под ред. А.Ю.Ишлинского. - М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 671 с.
2. Филиппов М.М., Уздин М.М., Ефименко Ю.И. и др. Железные дороги. Общий курс / Учебник для ВУЗов. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Транспорт, 1991. – 295 с.
3. СП 153.13130.2013. Инфраструктура железнодорожного транспорта. Требования пожарной безопасности.
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
5. Таранцев А.А., Шарапов А.А. О проблеме тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ в железнодорожных тоннелях // Материалы МНПК «Транспорт России: Проблемы и перспективы». СПб.: ИПТ РАН, СПбУ ГПС МЧС России, ОАО «РЖД». 11-13 ноября 2019, т.1, с.
6. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А. Повышение эффективности средств пожаротушения // Военный инженер, СПб, 2021. - № 1 (19). -с. 11-16.
7. Боевой устав подразделений пожарной охраны, определяющий порядок организации тушения пожаров и проведения АСР. Утв. приказом МЧС от 16.10.2017 г. № 444, зарегистрирован в Минюсте РФ 20.02.2018 г., рег. № 50100.
8. Рекомендации по тушению пожаров на железнодорожном транспорте. СПб.: ИПТ РАН, 2018 г. - 218 с.
9. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Потапенко В.В., Булат В.А. Методика и результаты испытаний автоматической системы противопожарной защиты, разработанной для подземных объектов // Военный инженер, СПб, 2021. - № 4 (22). -с. 35-44.
10. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. Утв. приказом МЧС от 10.07.2009 г. № 404, зарегистрирована в Минюсте РФ 17.08.2009 г., рег. № 14541.
11. Пузач С.В. Методы расчёта тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывобезопасности. Монография. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2005 – 336 с.
12. Контарь Н.А., Карькин И.Н. PyroSim-16. Примеры построения расчётных моделей для решения задач пожарной безопасности зданий и сооружений. - Екатеринбург: 2016. – 173 с.
13. Таранцев А.А., Шарапов А.А., Галиев М.С., Химчук Д.В. Особенности пожаров в тоннелях и их тушение // Материалы МНПК «Транспорт России: Проблемы и перспективы». СПб.: ИПТ РАН, СПбУ ГПС МЧС России, 11-12 ноября 2020 г.
14. Саркисов С.В., Рузманов М.Д., Кондратьев С.А., Петров Д.К. Вопросы эвакуации людей при пожарах и чрезвычайных ситуациях // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18). С. 451-459.
15. Рекомендации по тушению пожаров в железнодорожных тоннелях. Утв. УВО МПС 26.10 1994 г. № ЦУОП-1/73.
16. Саркисов С.В., Путилин П.А., Бабенков А.В., Вакуненко В.А. Применение цифровых технологий в системе эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций Министерства обороны Российской Федерации // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № S8 (9). С. 20-26.
17. Кармазинов Ф.В., Игнатчик В.С., Саркисов С.В. и др. Методика оптимизации зональных систем водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. - 2016. №2. С. 64-70.

Математическая модель процессов восстановления железнодорожной сети региона**Mathematical model of the region railway network restoration processes**

Аннотация. Задача рационального планирования мероприятий по восстановлению железнодорожной сети регионального уровня является многопараметрической и многокритериальной и для различных практических ситуаций может заметно различаться по общей формальной постановке. Вследствие этого известные теоретические результаты посвящены, преимущественно, частным аспектам восстановления железнодорожной сети. С целью комплексирования частных математических моделей авторами разработана мета-модель – сетевая модель процессов восстановления ЖДС региона. Сформулированы ограничения модели и особенности её применения на практике.

Abstract. The task of rational planning of measures to restore the regional level railway network is multivariable and multi-critical, and for various practical situations it can differ markedly in the general formal formulation. As a result, well-known theoretical results are mainly devoted to particular aspects of the restoration of the railway network. In order to integrate private mathematical models, the authors developed a meta-model - a network model of the recovery processes of the region's WBC. The limitations of the model and the peculiarities of its application in practice are formulated.

Ключевые слова: восстановление, железнодорожная сеть, математические модели, планирование.

Keywords: recovery, rail network, math models, planning.

Начало XXI века характеризуется стремительным развитием вооружения и военной техники на базе новых технологий, повышающих качественный уровень боевых систем. В частности, использование технологии гиперзвука при создании современных средств поражения позволяет преодолевать современные системы ПВО-ПРО и наносить удары по критически важным транспортным коммуникациям в оперативно-стратегической и стратегической глубине потенциального противника. При этом существенно возрастает вероятность разрушения критически важных объектов (участков) железнодорожной сети (ЖДС) в ходе ведения операций (военных действий). Вероятность появления множества рассредоточенных разрушений, разнообразных по своему характеру, с одной стороны, и возрастание требований к оперативно-тыловым и техническим характеристикам восстанавливаемой ЖДС при ограниченном количестве строительно-восстановительных материалов и конструкций (СВМ и К), сил и технических ресурсов определяют актуальность рационального планирования организации строительно-восстановительных работ.

Рациональное планирование восстановления ЖДС позволяет установить темпы восстановления, требуемые организационно-технологические модели и методы достижения директивных показателей восстановления ЖДС с их последующей оптимизацией под изменяющиеся условия. В общем случае задача принятия рационального решения по восстановлению ЖДС является многопараметрической и многокритериальной [1].

Многогранность проблемы определила значимость развития теории и практики организации восстановления ЖДС, и это также подтверждается в большинстве известных публикаций. На сегодняшний день классическим работами в рассматриваемой области исследования являются научные труды Атанова Н.Н., Бакарева П.И., Бутакова Л.А.,

Востокова К.П., Григорьева Б.М., Гусарова Ф.Ф., Завальнюка С.И., Зензинова Н.А., Золотаря И.А., Калугина Ю.Б., Ложечникова Г.А., Ломова В.А., Лопай С.Д., Лопухова А.Е., Нефедова П.П., Попова Д.И., Романова Н.Н., Сизова Е.Б., Шехтмана Е.И. и других.

Важным аспектом при разработке проекта производства восстановительных работ является расчет графика восстановления, который позволит установить соответствие выбранной (запланированной) технологии организации работ директивным срокам, определить степень влияния отдельных работ на общий срок восстановления ЖДС, согласовать сроки выполнения работ со сроками поставки СВМ и К и выделения специальной техники, привлечения частей и подразделений, а также оптимизации графика по приоритетному критерию из множества заданных [2-4]. Проведенные исследования показывают, что решение подобной задачи возможно на основе разработки сетевой модели процессов восстановления ЖДС региона, с последующей интеграцией её с другими частными математическими моделями [1-3].

В рамках разработки сетевой модели обозначим комбинацию технических решений по восстановлению выбранных разрушенных объектов (участков) ЖДС как β технологию восстановления всей ЖДС.

График восстановления представим в виде сетевого графика планирования всех работ. Отметим, что отражение на подобном графике технологии восстановления всех разрушенных объектов с достаточно высокой степенью детализации на практике существенно затруднено и, по большому счету, нецелесообразно. Предлагаем выделить комплексы работ, путем агрегирования параллельных и последовательных работ, таким образом облегчая его разработку и уменьшая сложность вычислений. Впрочем, в случае необходимости не сложно разработать комплекс достаточно типовых технологических сетевых моделей, позволяющих более детально исследовать те или иные технологические процессы.

В общем виде структуру восстановительного процесса, его события завершения определенных работ и взаимосвязь между ними представим в виде сетевого графика, т. е. в виде событий работ в вершинах ориентированного графа $SP = \{VER, DUG\}$, где каждой вершине из $VER = \{1, \dots, KS\}$ соответствует некоторое событие множества $A = \{1, \dots, KS\}$, а множество дуг $DUG = \{(p^{(1)}, p^{(2)}) | p^{(1)}, p^{(2)} \in VER; p^{(1)} \rightarrow p^{(2)}\}$ соответствует ограничениям предшествования (рис. 1).

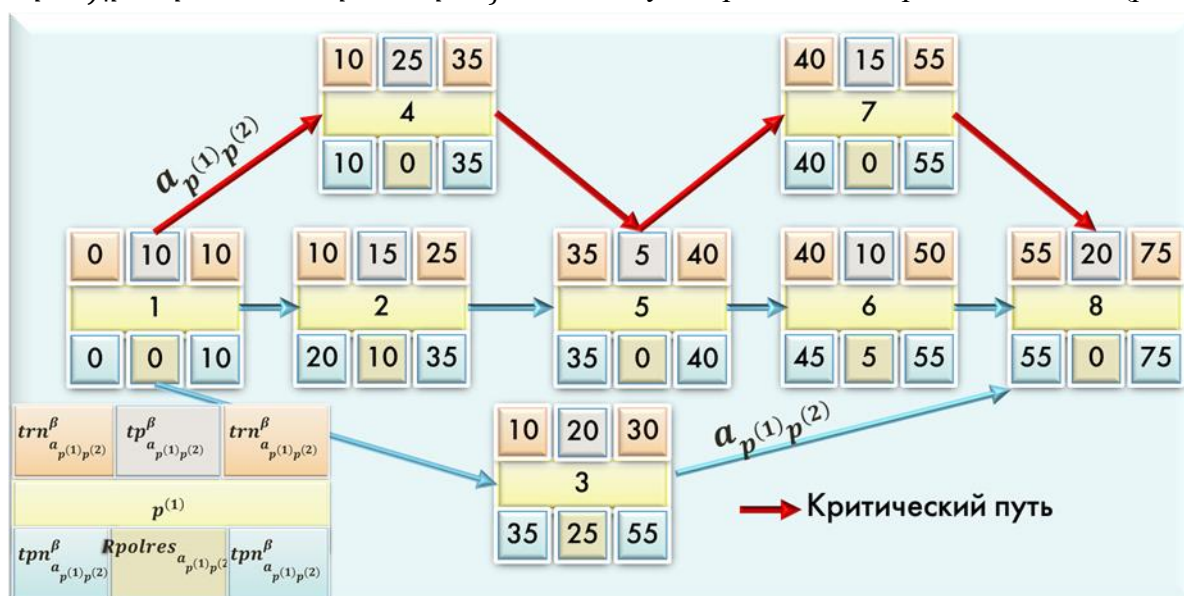


Рис. 1. Сетевой график выполнения работ по восстановлению ЖДС (фрагмент)

Очевидно, что допустимое решение существует только в том случае, когда представлен ациклический граф предшествования. Пусть $p^{(1)}, p^{(2)} = \overline{1, KS}$, $p^{(1)}, p^{(2)}$ — номера событий в процессе восстановления ЖДС, т. е. номера узлов сети, $a_{p^{(1)}p^{(2)}} (a_{p^{(1)}p^{(2)}} = \overline{1, KS})$ — нумерация

последовательности работ. План выполнения комплекса работ согласно предлагаемой β –технологии восстановления ЖДС определяется множеством:

$$PL^\beta = \left\{ trn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta, tpn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta, tp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta \right\},$$

где: $trn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta$ – раннее время начала $(p^{(1)}, p^{(2)})$ работы;

$tpn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta$ – позднее время начала работы;

$tp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta$ – продолжительность выполнения работы.

К выполнению работы привлекается множество исполнителей (восстановительных формирований) $w = \overline{1, W}$, состав которых в ходе выполнения работы не меняется, т. е. $ww_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}w} = const$, $bulCMB_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}$ – индикаторная переменная вида работ (1 – строительно-восстановительные работы; 0 – заготовки СВМ и К).

Каждая работа $a_{p^{(1)}p^{(2)}}$ на объекте восстановления в период времени t характеризуется вектором (см. рис. 2):

$$V_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^C(t) = (bulCMB_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, bulpkr_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, bulpt_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), bulpm_{ma_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), Kfp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, p_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, QN_{ma_{p^{(1)}p^{(2)}}}^C, Rpolres_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, Rchres_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, trn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tpn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, trsv_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tprm_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tper_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, teh_{ua_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), V_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, j_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}).$$

Каждый исполнитель w , выполняющий работу $a_{p^{(1)}p^{(2)}}$ в период времени t , характеризуется вектором:

$$V^w(t) = (bulwp_{wa_{p^{(1)}p^{(2)}}}, \Pi_{wa_{p^{(1)}p^{(2)}}}, Kfw_{wa_{p^{(1)}p^{(2)}}}, bulwpjt_{wa_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), \Pi_{wm}^{MB}).$$

Каждая работа на объекте заготовки в период времени t характеризуется вектором:

$$V_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^{MBA}(t) = (bulpt_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), Kfp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, Rpolres_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, Rchres_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, trn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tpn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tp_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, trsv_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, tper_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}, teh_{ua_{p^{(1)}p^{(2)}}}(t), A_{im}^{MB}(t), i_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}).$$

Так как состав выделенных исполнителей в ходе выполнения работы не изменяется, то

$$bulwpj_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}w} = bulwpjt_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}w}(t) \forall t \in \left[trn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta, tpn_{a_{p^{(1)}p^{(2)}}}^\beta \right].$$

$bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t)$	индикатор выполнения работы в период времени t	$Rchres_{a_{p(1)p(2)}}$	частный резерв времени работы
$bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t)$	индикатор необходимости обеспечения работы m типом СВМ и К в период времени t	$trn_{a_{p(1)p(2)}}$	раннее время начала работы
$bulpkr_{a_{p(1)p(2)}}$	индикатор принадлежности работы к критическому пути	$tpn_{a_{p(1)p(2)}}$	позднее время начала работы
$Kfp_{a_{p(1)p(2)}}$	интегрированный коэффициент проведения работы, учитывающий сложность этого вида работы и условия ее проведения	$tp_{a_{p(1)p(2)}}$	продолжительность выполнения работы
$p_{a_{p(1)p(2)}}$	индекс вида комплекса восстановительных работ, согласно которому осуществляется работа	$trsv_{a_{p(1)p(2)}}$	время на развертывание и свертывание работы
$QN^C_{ma_{p(1)p(2)}}$	ресурсоемкость работы в m типе СВМ и К, тонн	$tpm_{a_{p(1)p(2)}}$	время на разгрузку СВМ и К, предназначенных для осуществления работы
$k_{a_{p(1)p(2)}} = k$	индекс способа восстановления, согласно которому осуществляется работа	$tper_{a_{p(1)p(2)}}$	затраты времени на перемещение для выполнения работы
$Rpolres_{a_{p(1)p(2)}}$	полный резерв времени работы	$teh_{ua_{p(1)p(2)}}(t)$	количество и вида специальной техники, выполняющей работу в период времени t
$bulCMB_{a_{p(1)p(2)}}$	индикатор принадлежности работы к виду работ (строительно-восстановительные, заготовка СВМ и К)	$V_{a_{p(1)p(2)}}$	объем работы, (м ³ , км, ед. и т.д.)
$j_{a_{p(1)p(2)}} = j$	индекс объекта, на котором осуществляется работа	$A_{im}^{MB}(t)$	трудоемкость работ по заготовке единицы m -го вида СВМ и К на i -ом объекте поставки в период времени t
$Rpolres_{a_{p(1)p(2)}}$	полный резерв времени	$QN^C_{ma_{p(1)p(2)}}$	ресурсоемкость работы в m виде СВМ и К, тонн
$\Pi_{wa_{p(1)p(2)}}$	штатные производственные возможности w -го исполнителя при выполнении строительно-восстановительных работ, (м ³ /сут, км/сутки, ед./сутки и т.д.)	$Kfw_{wa_{p(1)p(2)}}$	интегрированный коэффициент, учитывающий у w -го исполнителя при выполнении работы укомплектованность личным составом, уровень его подготовки, техническую готовность и укомплектованность транспорт средствами
Π_{wm}^{MB}	штатные производственные возможности w -го исполнителя при выполнении работ по заготовке m -го вида СВМ и К, единица измерения (м ³ /сут, км/сутки, ед./сутки т.д.)	$bulwpjt_{wa_{p(1)p(2)}}(t)$	индикатор выполнения w исполнителями работы в период времени t
		$bulwp_{wa_{p(1)p(2)}}$	индикатор привлечения исполнителей к выполнению работы

Рисунок 2. Обозначения параметров в векторах $V_{a_{p(1)p(2)}}^C(t)$, $V^w(t)$, $V_{a_{p(1)p(2)}}^{MBA}(t)$

Ресурсоемкость работ в m типе СВМ и К, выполняемых на объекте j в момент времени t , составляет (в тоннах)

$$QNJ_{mj}^C(t) = \sum_{a_{p(1)p(2)}=1, KS|j_{a_{p(1)p(2)}}=j} QN^C_{ma_{p(1)p(2)}} * bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t) * bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t).$$

Обеспеченность j разрушенного объекта СВМ и К типа m к моменту времени t равна (в тоннах)

$$QO_{mj}^C(t) = QOP_{mj}^C + \sum_{i=1}^I \sum_{t'=1}^{t-1} QJ_{imj}^{MB}(t') - \sum_{t'=1}^{t-1} QNJ_{mj}^C(t'),$$

где QOP_{mj}^C – количество m типа СВМ и К первоначально на j объекте.

Ресурсоемкость всех работ для СВМ и К типа m , выполняемых на объекте j за всё время восстановления, составляет (в тоннах)

$$QNS_{mj}^C = \sum_{t=1}^{VR} QNJ_{mj}^C(t).$$

Ресурсоемкость критических работ для СВМ и К типа m , выполняемых на объекте j в момент времени t , равна (в тоннах)

$$QNkr_{mj}^C(t) = \sum_{a_{p(1)p(2)}=1, KS|j_{a_{p(1)p(2)}}=j} QN^C_{ma_{p(1)p(2)}} * bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t) * bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t) * bulpkr_{a_{p(1)p(2)}}.$$

Обеспеченность объекта потребления j СВМ и К типа m к моменту времени t составляет (в тоннах)

$$QO_{mj}^C(t) = QOP_{mj}^C + \sum_{i=1}^I \sum_{t'=1}^{t-1} QJ_{imj}^{MB}(t') - \sum_{t'=1}^{t-1} QNJ_{mj}^C(t').$$

Дефицит СВМ и К типа m при выполнении критических работ на объекте j в момент времени t равен (в тоннах)

$$QDkr_{mj}^c(t) = \begin{cases} QNkr_{mj}^c(t) - QO_{mj}^c(t), & \text{если } QNkr_{mj}^c(t) > QO_{mj}^c(t); \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Дефицит СВМ и К типа m при выполнении работ (кроме критических) на объекте j в момент времени t составляет (в тоннах)

$$QD_{mj}^c(t) = \begin{cases} QNJ_{mj}^c(t) - QNkr_{mj}^c(t) \text{ и } QO_{mj}^c(t+1) = 0, & \text{если } QDkr_{mj}^c(t) > 0; \\ QNJ_{mj}^c(t) - QNkr_{mj}^c(t) - QO_{mj}^c(t) \text{ и } QO_{mj}^c(t+1) = 0, & \\ \text{если } QDkr_{mj}^c(t) = 0 \text{ и } 0 < QO_{mj}^c(t) < QN_{mj}^c(t); & \\ 0 \text{ и } QO_{mj}^c(t+1) = QO_{mj}^c(t) - QNJ_{mj}^c(t), & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Возможный объем заготовки СВМ и К вида m на объекте i с момента начала работы по заготовке до момента времени t составит (в тоннах)

$$\forall m \in [1 \dots M], i \in [1 \dots I], a_{p(1)p(2)} \in [1, KS] | bulCMB_{a_{p(1)p(2)}} = 0 \text{ \& } i_{a_{p(1)p(2)}} = i$$

$$QV_{im}^{MB}(t) = \frac{\left(t - trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta - trsv_{a_{p(1)p(2)}} - tprm_{a_{p(1)p(2)}} \right)}{A_{mi}^{MB} a_{p(1)p(2)}}.$$

Трудоемкость работы по заготовке СВМ и К вида m на объекте i равна

$$A_{mi}^{MB} a_{p(1)p(2)} = \frac{Kfp_{a_{p(1)p(2)}}}{\sum_{w=1}^W \left[bulwp_{a_{p(1)p(2)}w} * bulwpj_{a_{p(1)p(2)}w} * \Pi_{wm}^{MB} * Kfw_{a_{p(1)p(2)}w}^{-1} \right]}.$$

Количество СВМ и К вида m , уже доставленных с объекта i источника для обеспечения работ, выполняемых до момента времени t , равно (в тоннах)

$$QZ_{im}^{MB}(t) = \sum_{t'=1}^{t-1} \sum_{a_{p(1)p(2)}=1}^{KS} QP_{ima_{p(1)p(2)}}^{MB}(t') * bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t') * bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t') * bulij_{ij}$$

Возможность объекта-источника (заготовки) i обеспечить данным количеством СВМ и К типа m объект потребления j к моменту времени t с учетом транспортировки ($ttrans_{imj}$) составит (в тоннах)

$$QO_{imj}^{MB}(t) = \left(QOP_{im}^{MB} + QV_{imj}^{MB}(t - ttrans_{imj}) - QZ_{im}^{MB}(t - ttrans_{imj}) \right) * bulij_{ij}.$$

Количество СВМ и К типа m , которое доставляется с объекта-источника i для обеспечения работ, выполняемых на объекте потребления j в момент времени t , равно (в тоннах)

$$QJ_{imj}^{MB}(t) = \sum_{a_{p(1)p(2)}=1, KS | j_{a_{p(1)p(2)}}=j} QP_{ima_{p(1)p(2)}}^c(t) * bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t) * bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t) \times \\ \times bulpmi_{ima_{p(1)p(2)}}(t) * bulij_{ij}.$$

Количество СВМ и К типа m , которое доставляется с объекта i для обеспечения работ, выполняемых на объекте j за время восстановления, равно (в тоннах)

$$XQ_{imj} = \sum_{t=1}^{VR} QJ_{imj}^{MB}(t).$$

Количество СВМ и К типа m , которое доставляется для обеспечения работ, выполняемых на объекте j в период времени t , составляет (в тоннах)

$$QJ_{mj}^{MB}(t) = \sum_{i=1}^I QJ_{imj}^{MB}(t).$$

Дефицит СВМ и К типа m у объектов-источников для покрытия дефицита на объекте потребления j при выполнении критических работ в момент времени t равен (в тоннах)

$$QDkr_{mj}^{MB}(t) = \begin{cases} 0, \text{ если } QO_{mj}^{MB}(t) \geq QDkr_{mj}^C(t); \\ QDkr_{mj}^C(t) - QO_{mj}^{MB}(t), \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Дефицит СВМ и К типа m у объектов-источников для покрытия дефицита на объекте потребления j при выполнении работ в момент времени t составит

$$QD_{mj}^{MB}(t) = \begin{cases} 0, \text{ если } QO_{mj}^{MB}(t) - QDkr_{mj}^C(t) \geq QD_{mj}^C(t); \\ QD_{mj}^C(t) - (QO_{mj}^{MB}(t) - QDkr_{mj}^C(t)), \\ \text{если } QO_{mj}^{MB}(t) - QDkr_{mj}^C(t) < QD_{mj}^C(t) \text{ и } QDkr_{mj}^{MB}(t) = 0; \\ QD_{mj}^C(t), \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Время, необходимое на заготовку недостающего (дефицитного) объема СВМ и К типа m на объекте i для объекта j равно

$$tzaqQD_{imj}^{MB}(t) = A_{im}^{MB}(t) * QD_{mj}^{MB}(t).$$

Время возможной поставки недостающего (дефицитного) объема СВМ и К типа m с объекта i на объект j для обеспечения работ (критических – $tQDkr_{imj}^{MB}(t)$), выполняемых в период времени t , равно

$$tQD_{imj}^{MB}(t) = t + tzaqQD_{imj}(t) + ttrans_{imj}.$$

Время поступления СВМ и К типа m для обеспечения работ (критических – $tQJkr_{imj}^C(t)$), выполняемых на объекте потребления j в момент времени t , составит

$$tQJ_{imj}^C(t) = \min_{i \in [1, I]} (tQD_{imj}^{MB}(t)).$$

Тогда время начала строительно-восстановительных работ задается выражениями

$$\forall a_{p(1)p(2)} \in [1, KS], m \in [1 \dots M], t \in [1, VR] | bulpkr_{a_{p(1)p(2)}} = 1 \& bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t) = 1 \\ \& bulCMB_{a_{p(1)p(2)}} = 1 \& bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t) = 1:$$

$$trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta = \begin{cases} const, tplan^\beta = const; \\ \text{если } \max_{m \in [1, M]} (QDkr_{mj}^C(t)) = 0 \cup \max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJkr_{imj}^C(t) \leq trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta; \\ tplan^\beta = tplan^\beta + (\max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJkr_{imj}^C(t) - trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta) \\ \text{и пересчет } trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta (tpn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta) \text{ для послед работ, в противном случае.} \end{cases}$$

$$\forall a_{p(1)p(2)} \in [1, KS], m \in [1 \dots M], t \in [1, VR] | bulpkr_{a_{p(1)p(2)}} = 0 \& bulpt_{a_{p(1)p(2)}}(t) = 1 \\ \& bulCMB_{a_{p(1)p(2)}} = 1 \& bulpm_{ma_{p(1)p(2)}}(t) = 1:$$

$$trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta = \begin{cases} const, tplan^\beta = const, \text{ если } QD_{mj}^C(t) = 0; \\ \max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJ_{imj}^C(t), tpn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta = const, tplan^\beta = const, \\ \text{если } trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta \leq \max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJ_{imj}^C(t) \leq tpn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta; \\ trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta = tpn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta = \max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJ_{imj}^C(t), \\ tplan^\beta = tplan^\beta + (\max_{m \in [1, M] \& i \in [1, I]} tQJ_{imj}^C(t) - trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta) \\ \text{и пересчет } trn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta, tpn_{a_{p(1)p(2)}}^\beta \text{ для послед работ, в противном случае} \end{cases}$$

Применение рассмотренной математической модели восстановления ЖДС региона на практике должно осуществляться при задании следующих основных ограничений:

Ограничение 1: $W_1(X) \geq 0$ – время восстановления ЖДС согласно β -технологии не должно превышать директивного времени восстановления, т. е. $W_1(X) = tdir^0 - tplan^\beta \geq 0$.

Ограничение 2: $W_2(X) \geq 0$ – количество доставленных СВМ и К на объекты j в период времени t не должно превышать обеспеченности объектов i (источников), с учетом времени доставки, т. е. $W_2(X) = \sum_{i=1}^I QO_{mi}^{MB}(t) - \sum_{j=1}^J QJ_{mj}^{MB}(t) \geq 0$.

Ограничение 3: $W_3(X) \geq 0$ – количество транспортируемых СВМ и К типа m от всех источников к объекту t за все время восстановления, с учетом их первоначального наличия, должно быть не меньше ресурсоемкости работ, т. е. $W_3(X) = (\sum_{i=1}^I XQ_{imj} + QOP_{mj}^C) - QNS_{mj}^C \geq 0$.

Ограничение 4: $W_4(X) \geq 0$ – в каждый период времени t восстановительное формирование (исполнитель) может быть закреплено только за той работой, которую он может выполнить, т. е. $W_4(X) = bulwp_{wa_{p(1)p(2)}} - bulwpjt_{wa_{p(1)p(2)}}(t) \geq 0$.

Ограничение 5: $W_5(X) \geq 0$ – в период времени t исполнитель w не может одновременно выполнять несколько работ, т. е. $W_5(X) = 1 - \sum_{a_{p(1)p(2)}=1}^{KS} bulwpjt_{wa_{p(1)p(2)}}(t) \geq 0$.

Ограничение 6: $W_6(X) \geq 0$ – в период времени t вид специальной техники u может быть закреплен только за той работой, которую он может выполнять, т. е. $\forall u = \overline{1, U}, a_{p(1)p(2)} \in [1, KS]: W_6(X) = bulup_{ua_{p(1)p(2)}} * (1 + teh_{ua_{p(1)p(2)}}(t)) > 0$.

Ограничение 7: $W_7(X) \geq 0$ – в период времени t количество вида спецтехники u , привлекающейся к работам, не должно превышать имеющегося в наличии, т. е.

$$W_7(X) = \sum_{i=1}^I TEH_{ui}^{MB} + \sum_{j=1}^J TEH_{uj}^C - \sum_{a_{p(1)p(2)}=1}^{KS} teh_{ua_{p(1)p(2)}}(t) \geq 0.$$

Разработанная сетевая модель организации восстановления ЖДС позволяет комплексировать частные математические модели восстановления объектов ЖДС, например – модель сети разрушенных объектов ЖДС, выбранных для восстановления, и объектов – источников СВМ и К; модели потери объема заявок воинских перевозок по восстанавливаемой ЖДС. Данные вычислительного эксперимента (рис. 3) свидетельствуют о том, что планирование мероприятий по восстановлению ЖДС регионального уровня с использованием разработанной модели позволяет повысить оперативность работ до 10-13%.

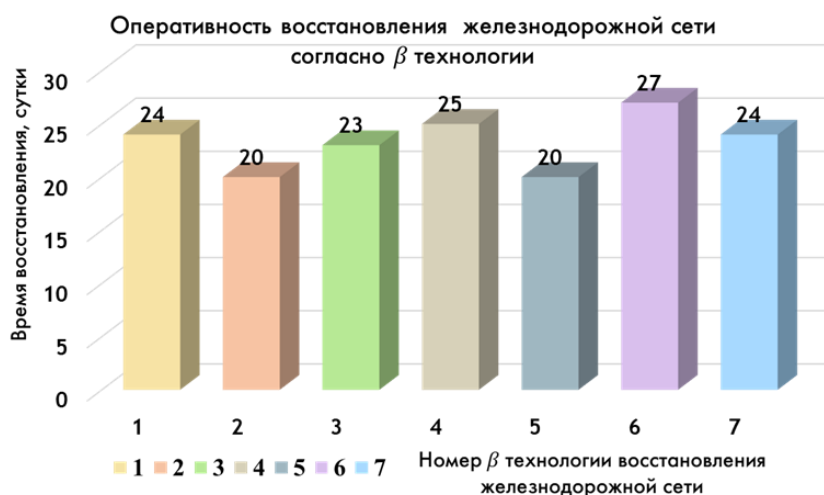


Рис. 3. Оперативность восстановления железнодорожной сети

Список литературы:

1. Беллман Р. Динамическое программирование М.: ИЛ, 1960. 400 с.
2. Танаев В.С., Шкурба В.В. Введение в теорию расписаний. М.: Наука, 1975.
- А. A. Lazarev, A. G. Kvaratskheliya, and E. R. Gafarov. Algorithms for Solving the NP-Hard Problem of Minimizing Total Tardiness for a Single Machine // Doklady Mathematics. 2007. Vol. 75. No. 1. P. 130–133).
3. E.R. Gafarov, A.A. Lazarev and F. Werner. Algorithms for Some Maximization Scheduling Problems on a Single Machine // Automation and Remote Control. 2010. Vol. 10. P. 2070–2084.

Концепция предупредительного дистанционного автоматизированного диагностирования военной автомобильной техники для совершенствования ее технического обслуживания и текущего ремонта

The concept of preventive remote automated diagnostics of military automotive equipment to improve its maintenance and routine repairs

Аннотация. В течение всего срока эксплуатации военной автомобильной техники с момента поступления в воинскую часть и до момента списания возникают неисправности узлов, агрегатов и систем, изменяются (ухудшаются) показатели, непосредственно характеризующие ее потенциальную работоспособность и надежность [1].

К военной автомобильной технике широкого спектра оперативно-функционального предназначения современными руководящими документами военного ведомства предъявляются высокие требования по обеспечению ее функциональной надежности. Резервом повышения надежности функционирования и совершенствования технического обслуживания и текущего ремонта военной автомобильной техники может стать ее предупредительное дистанционное автоматизированное диагностирование [2, 3]. В научной статье авторами сформированы предназначение, задачи, состав, концептуальная структура системы предупредительного дистанционного диагностирования и обоснованы основные технологические приемы реализации удаленного диагностирования военной автомобильной техники.

Abstract. During the entire service life of military automotive equipment from the moment of admission to a military unit and until the moment of decommissioning, malfunctions of components, assemblies and systems occur, indicators directly characterizing its potential operability and reliability change (deteriorate) [1].

The military automotive equipment of a wide range of operational and functional purposes is subject to high requirements by modern governing documents of the military department to ensure its functional reliability. A reserve for improving the reliability of functioning and improving the maintenance and routine repair of military automotive equipment can be its preventive remote automated diagnostics [2, 3]. In the scientific article, the authors have formed the purpose, tasks, composition, conceptual structure of the preventive remote diagnostics system and justified the main technological methods for implementing remote diagnostics of military vehicles.

Ключевые слова: военная автомобильная техника; фактическое состояние; показатели; агрегат; работоспособность; технология; обслуживание и ремонт.

Keywords: military automotive equipment; actual condition; indicators; unit; operability; technology; maintenance and repair.

Введение

В последнее десятилетие Вооруженные Силы Российской Федерации (далее – ВС РФ) осуществляют активные процессы поэтапного технического переоснащения видов и родов войск на современные образцы вооружения, военной и специальной техники. Успешное выполнение боевых и задач материально-технического обеспечения видов и родов войск возможно только при поддержании ВАТ в технически исправном (работоспособном) состоянии.

Вместе с тем рост сложности конструкции автомобилей, повышение их защищённости путем применения броне- и противоминной защиты, а также установки специального оборудования и вооружения закономерно требует роста энерговооруженности для сохранения приемлемого уровня подвижности военной автомобильной техники (далее – ВАТ). Все это неизбежно приводит к увеличению нагрузок, воспринимаемых ходовой частью и трансмиссией автомобиля, что предопределяет особое внимание к его техническому обслуживанию.

Специфика технического предназначения элементов (узлов и агрегатов) ВАТ, конструктивное исполнение и способы размещения на автомобильном шасси предопределили возможность применения технологий мониторинга их состояния и последующего технического обслуживания, а также и ремонта при необходимости. В связи с целесообразностью внедрения перспективного направления совершенствования технического обслуживания и ремонта ВАТ – такого как, оснащение встроенными средствами контроля и диагностирования фактического технического состояния автомобиля возникает необходимость создания технологии и способа, позволяющих дистанционно в автоматическом режиме диагностировать техническое состояние коробок переключения передач в реальном времени [5, 6]. Новая технология и способ обеспечат оперативную и постоянную оценку технического состояния ВАТ.

Кроме того, повышение эффективности оценки технического состояния ВАТ обеспечит применение электронных телематических систем. В технологии применения телематических систем удаленного контроля технического состояния и эксплуатационных показателей узлов, агрегатов и систем ВАТ, определяющих ее надежное функционирование в реальном времени, необходима реализация на автомобиле средств связи ближнего и дальнего действия, а также спутниковых навигационных систем [7].

Основными задачами таких систем в военном секторе страны должны стать контроль технического состояния ВАТ, например, с целью предупреждения аварийных ситуаций, мониторинга условий и режимов работы узлов и агрегатов для исследования, оценки, прогнозирования их остаточного ресурса с целью их своевременного технического обслуживания и ремонта [8].

I. Новое в диагностировании ВАТ: техническое интегрирование традиционных средств с телематическими системами

В настоящее время отечественные и зарубежные телематические системы нашли свое применение и обеспечивают в реальном времени эффективное решение задач контроля и диагностирования фактического технического состояния автомобилей гражданского сектора страны. Основными практическими направлениями работы телематических систем являются навигация, безопасность движения, связь и удаленная диагностика технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля.

По мнению авторов, удаленная предупредительная диагностика позволит заблаговременно определять возникающие в процессе эксплуатации неисправности ВАТ, а также минимизировать риски, связанные со здоровьем водителя и сохранностью перевозимых военных грузов.

Предложения авторов заключаются в реализации метода, технологии и способа удаленной оценки технического состояния систем ВАТ с использованием телематических систем для считывания и визуализации данных с датчиков, установленных на основных узлах и агрегатах транспортного средства.

Технологическая новизна предложений удаленной диагностики ВАТ заключается в получении с датчиков и поступательном движении данных в различные блоки в целях обработки сигналов. Обработанные сигналы впоследствии автоматически выводятся на

жидкокристаллический дисплей в кабине автомобиля и передаются на «Сервер хранения и обработки данных», а в адреса специалистов отдела технического обеспечения воинской части и завода-изготовителя направляются обработанные результаты о состоянии узлов и агрегатов ВАТ. На основе информации о состоянии конкретной единицы ВАТ принимается решение о дальнейшей ее эксплуатации [9-11].

Предлагаемая система значительно упростит и ускорит процесс диагностирования состояния образца ВАТ и позволит своевременно отправить автомобиль на проведение технического обслуживания и текущего ремонта (далее – ТО и ТР).

Суть идеи в главном состоит в интегрировании телематических систем и датчиков для считывания требуемой информации и проведения объективной оценки и удаленного диагностирования состояния агрегатов. Далее представляется реализация технологических предложений удаленной диагностики на примере коробки переключения передач (далее – КПП) ВАТ [12]. Схема системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики КПП ВАТ представлена на рисунке 1.

С учетом отечественного и зарубежного опыта реализации телематических систем авторы предлагают систему предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ. Система характеризуется:

- снятием виброакустическим датчиком значений средней величины виброускорения с корпуса коробки переключения передач; определением значений крест-фактора путём обработки полученных спектрограмм вибросигнала и вычислением средней амплитуды огибающей сигнала виброускорения; анализом результатов статистической обработки полученных данных о текущем значении крест-фактора основных передач;

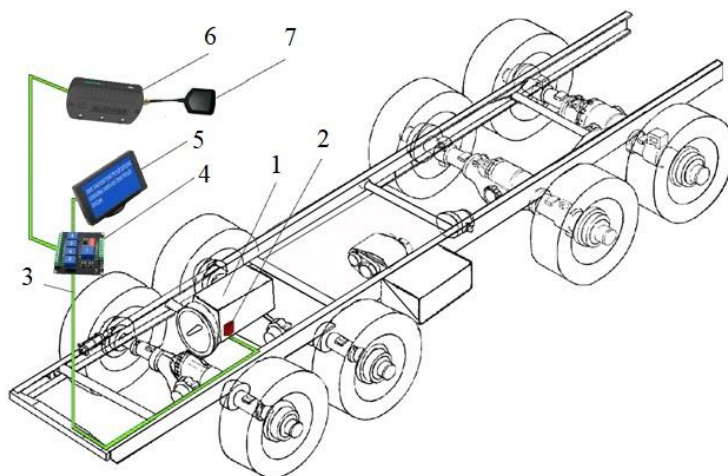


Рис. 1–Схема технического комплектования системы дистанционной автоматизированной диагностики на КПП ВАТ: коробка переключения передач – 1; виброакустический датчик – 2; соединительный кабель – 3; комбинации блоков обработки снятого сигнала – 4; жидкокристаллический дисплей оповещения о техническом состоянии коробки переключения передач – 5; GSM-модуль (ГЛОНАСС) – 6; ГЛОНАСС/GPS-антенна – 7.

- сопоставлением текущих значений крест-фактора со стандартными значениями, полученными экспериментальным путем, заложенными в базу хранения; выводом на жидкокристаллический дисплей электронного заключения о техническом состоянии коробки переключения передач и трансмиссионного масла с последующей отправкой этих данных посредством GSM-модуля на электронные серверы воинской части и завода-изготовителя для оперативного реагирования в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) коробки

переключения передач и принятия незамедлительных мер к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата.

II. Предложения по предназначению, задачам и составу комплекта системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики коробки переключения передач ВАТ

Предлагаемый комплект системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики ВАТ реализуется на базе принципов функционирования телематических систем.

2.1. Предназначение системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики ВАТ на примере коробки переключения передач.

Предлагаемая авторами система относится к телематическим системам и предназначена для оперативного контроля технического состояния ВАТ на примере одного из важнейших агрегатов трансмиссии в реальном времени.

Эффективность системы обеспечивается тем, что она оснащена:

базой хранения эталонных значений крест-фактора основных передач коробки переключения передач в зависимости от срока наработки коробки передач;

блоком принятия решения о текущем техническом состоянии коробки переключения передач, реализующим сбор и передачу количественных характеристик оцениваемых показателей на GSM-модуль для последующей отправки на серверы воинской части и завода-изготовителя для оперативного реагирования в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) коробки переключения передач и принятия незамедлительных мер к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата.

2.2. Задачи системы предупредительной дистанционной диагностики ВАТ на примере коробки переключения передач.

Дистанционное диагностирование – это способ автоматизированного сбора, обработки, передачи и представления данных о местоположении и состоянии транспортного средства. С помощью системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния ВАТ на примере коробки переключения передач могут решаться следующие задачи:

дистанционное автоматизированное диагностирование технического состояния коробки переключения передач ВАТ; дистанционный контроль и надзор осуществления перевозок опасных и ценных грузов МО РФ; контроль времени работы и отдыха водителя и пресечение нарушений правил эксплуатации ВАТ;

обеспечение транспортной безопасности ВАТ, находящейся в рейсе; управление автомобильными колоннами МО РФ, формирование рациональных маршрутов движения ВАТ, сообщивших пункты своего назначения, и прогнозирование продолжительности поездки;

информирование лиц, использующих систему дистанционной автоматизированной диагностики (водитель, специалисты воинских частей и заводов изготовителей); экстренное реагирование руководства воинской части на аварийные ситуации с участием ВАТ.

Предлагаемая система разработана авторами с целью дистанционной диагностики технического состояния ВАТ на примере коробок переключения передач и предоставления предупреждений и информации об автомобиле, в том числе о его местонахождении.

2.3. Состав установочного комплекта системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния ВАТ на примере коробки переключения передач. *Комплект состоит* (рисунок 2):

жидкокристаллический дисплей оповещения о техническом состоянии коробки переключения передач – 1; комбинации блоков обработки снятого сигнала – 2; слот для SIM-карты – 3; виброакустический датчик – 4; интерфейсный кабель с разъемом MiniUSB – 5; GSM-модуль (ГЛОНАСС) – 6; ГЛОНАСС/GPS-антенна – 7; GSM-антенна – 8 [13].



Рис. 2 – Вариант комплекта системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния ВАТ на примере коробки переключения передач.

III. Основы технологии реализации и концептуальная структура функционирования системы предупредительной автоматизированной дистанционной диагностики ВАТ на примере коробки переключения передач

Последовательность и особенности технологических операций в работе предлагаемой системы состоят в следующем (рисунок 3):

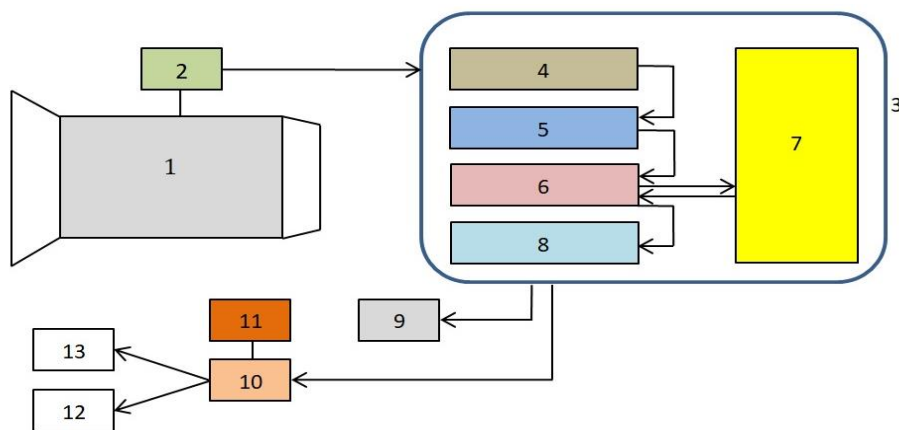


Рис. 3 – Последовательность и особенности технологических операций работы системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики ВАТ на примере коробки переключения передач.

- виброакустический датчик (2), закрепленный на корпусе коробки переключения передач (1) шпилькой в районе промежуточного вала, который снимает характеристики средней величины виброускорения и посредством электрокабеля передает полученный сигнал на комбинацию блоков обработки снятого сигнала (3);
- блок первичной обработки (4) измеряет снятые датчиком (2) виброакустические величины, значения которых передаются в блок статистической обработки (5);

- блок статистической обработки (5) просчитывает значение крест-фактора путём обработки полученных спектрограмм вибросигнала и вычисления средней амплитуды огибающей сигнала виброускорения и передает данные в блок нейросетевой обработки (6);
- блок нейросетевой обработки (6) путем сопоставления текущего значения крест-фактора со стандартными значениями, полученными экспериментальным путем и заложенными в базу хранения эталонных значений крест-фактора основных передач (7) производит анализ результатов статистической обработки полученных данных о текущем значении крест-фактора основных передач и оценка технического состояния коробки переключения передач и трансмиссионного масла. После чего осуществляется их передача в блок принятия решения (8);
- блок принятия решения (8) завершает электронную обработку данных. Итогом нейросетевой обработки является электронный вариант заключения о техническом состоянии коробки переключения передач, выданный блоком принятия решения (8), который выполняет функцию экспертной системы по оценке целесообразности дальнейшей эксплуатации коробки переключения передач;
- жидкокристаллический дисплей (9) визуализирует обработанную информацию. Результаты самодиагностики и дальнейшие рекомендации выводятся на жидкокристаллический дисплей (9), на котором отображается наглядная визуализированная информация о техническом состоянии контролируемой коробки переключения передач и практические рекомендации по результатам самодиагностики, например, «Износ зубьев шестерни третьей передачи, необходима замена шестерни третьей передачи»;
- GSM-модуль передает информацию на электронный сервер воинской части (12) и завода-изготовителя (13). Специалисты по данным информации оперативно в случае возникновения неисправности (дефекта, отказа) КПП принимают решение о незамедлительных мерах к восстановлению поврежденного (неисправного) агрегата (рисунок 4).

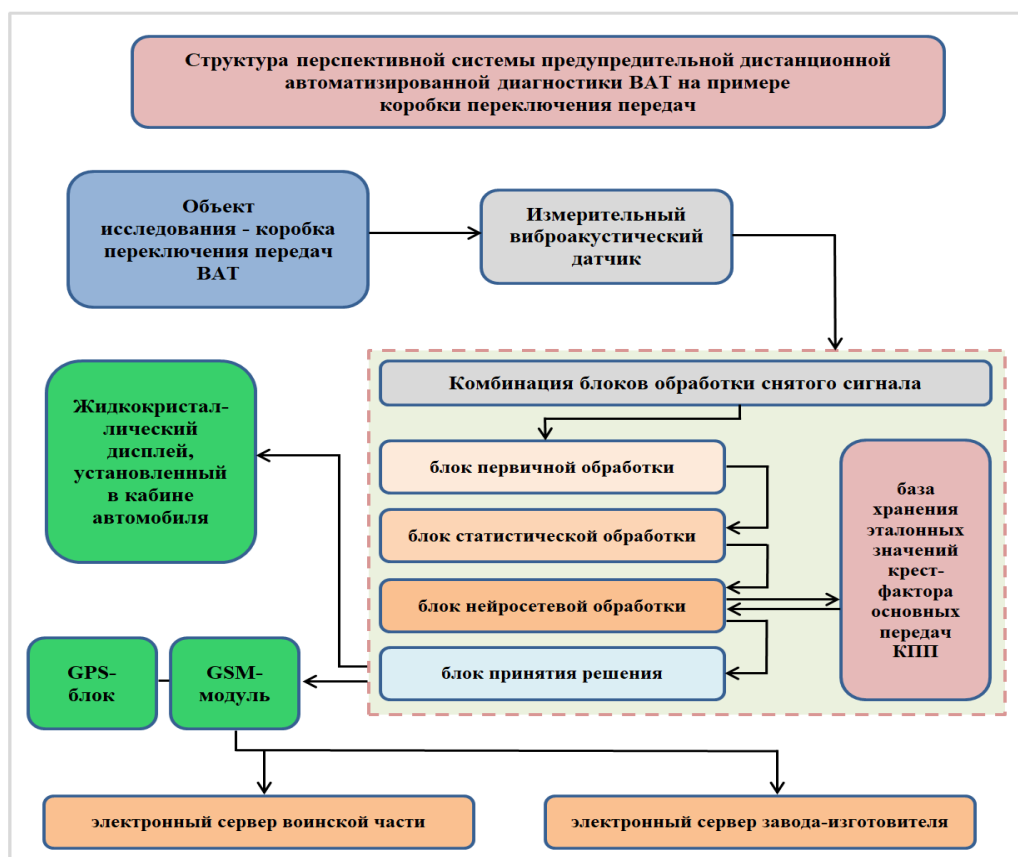


Рис. 4 – Концептуальная структура перспективной системы предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики ВАТ на примере коробки переключения передач.

Наличие GPS-блока (11) позволяет определить точное местоположение автомобиля. Голосовая связь, встроенная в GSM-модуль, позволяет специалистам связываться с водителем автомобиля посредством звонка на номер телефона (SIM-карта телефона устанавливается в слоте GSM-модуля). Звонок на телефонный номер контроллера идентичен звонку на мобильный телефон.

С инженерной точки зрения предлагаемая система предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния ВАТ на примере КПП может быть реализована в виде специализированной бортовой ЭВМ, оснащенной энергонезависимой памятью и размещаемой непосредственно на автомобиле с выводом интерфейса (9) в кабину водителя.

К тому же, предлагаемая система предупредительной диагностики, в отличие от известных, позволяет не только осуществлять мониторинг технического состояния коробки переключения передач, но и оценивать оставшийся ресурс работы трансмиссионного масла до его замены.

Новым в предложенной системе предупредительной диагностики является то, что:

- впервые осуществляется непрерывная автоматизированная диагностика технического состояния военной автомобильной техники на примере одного из важнейших агрегатов трансмиссии, влияющего на надежность ВАТ – коробки переключения передач;
- отпадает необходимость в наличии стационарного специализированного диагностического комплекса в воинской части (заводе-изготовителе) и не придется прибегать к разборке коробки переключения передач для установления характера и причины возникшей неисправности;
- появляется возможность оценить оставшийся ресурс работы основных составных частей коробки переключения передач и трансмиссионного масла до его замены.
- В таких условиях даже водительский состав с минимальным опытом работы сможет по данным предлагаемой системы диагностики установить характер и оперативно оценить сложность неисправности, возникшей в коробке переключения передач.

Заключение

Таким образом, предложенная система предупредительной дистанционной автоматизированной диагностики технического состояния ВАТ позволит в реальном времени непрерывно отслеживать динамику износа деталей и в автоматическом режиме выдавать заключение о текущем техническом состоянии КПП.

При реализации предлагаемой технологии и способа отпадает необходимость прибегать к заезду ВАТ в ремонтный орган (сервисный центр), снятию и разборке агрегатов. Предложения позволяют совершенствовать систему технического обслуживания и текущего ремонта ВАТ и эффективно использовать людские и материальные ресурсы системы.

Список литературы

1. Кузнецова, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2003. – С. 413.
2. Комаров, К.М. Анализ применения систем диагностики и саморегулирования на военной автомобильной технике / К.М. Комаров // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2021. – № 9-10 (159-160). – С. 127-131.
3. Комаров, К.М. Применение системы встроенного диагностирования механизмов трансмиссии военной автомобильной техники / К.М. Комаров, И.Р. Габдрашитов // Вопросы

оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2021. – № 3-4 (153-154). – С. 168-172.

4. Фукс, В.А. Универсальная система удаленной диагностики транспортных средств / В. А. Фукс // Молодой ученый. – 2019 – № 12 (250) – С. 40-44.

5. Скачко, С.А., Скачко К.С. Диагностика систем управления двигателем: Константа. – 2006 – С. 209.

6. Тюнин, А.А. Диагностика электронных систем управления двигателей легковых автомобилей: СОЛОН-ПРЕСС. – 2018 – С. 352 с.

7. Нерсенов, Д.В., Телематические системы в автомобильной электронике. Журнал: Электроника. 2010. – №2 –С.47-51.

8. Лянденбургский, В.В. Встроенная система диагностирования автомобилей с дизельным двигателем/В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Кривобок // Автотранспортное предприятие. – 2012, – № 11, – С. 45-48.

9. Васенин, А.С. Оценка систем организации ТО и Р автомобилей / А.С. Васенин, А.Г. Шумков. // Молодой ученый. – 2016. – № 15 (119). – С. 160-163.

10. Лянденбургский, В.В. Динамичная система технического обслуживания автомобилей / В.В. Лянденбургский, А.В. Федосков, П.А. Мнекин // Грузовик. – 2012. – № 8. – С. 16-19.

11. Иванов, А.С. Тактика технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей на основе встроенного диагностирования. А.С. Иванов. «Нива Поволжья». № 3 (32) 2014. – С. 55-61.

12. Комаров, К.М. Обзор виброакустического метода определения технического состояния зубчатых передач с применением диагностического комплекса и программного обеспечения в среде LabVIEW / К.М. Комаров // Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании: Сборник трудов III Международной Научно-практической конференции, Балаково, 23 декабря 2020 года. - Балаково: Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", 2021. – С. 87-93.

13. «Система ГЛОНАСС-мониторинга и оповещения» Руководство по эксплуатации, Москва. – 2015 г.

Т.Н. Крисковец, Е.А. Мошина, К.В. Кащеева
T.N. Kriskovets, E.A. Moshina, K.V. Kashcheeva

Использование диалоговых технологий в процессе обучения иностранному языку курсантов военных образовательных организаций высшего образования МО РФ

Use of dialogue technologies in the process of teaching foreign language to cadets of military educational organizations of the Ministry of Defense of the Russian Federation

Аннотация. Данная статья посвящена вопросу применения диалоговых технологий при обучении иностранному языку курсантов военного вуза. Основными функциями диалоговых технологий являются когнитивная, креативная и рефлексивная функции. Эффективность использования диалоговых технологий зависит от таких факторов как целенаправленность, обязательная оценка промежуточных результатов преподавателем и финальная рефлексия со стороны участников. Диалоговые технологии основаны на принципах проблемности и оптимальности, стимулируют речевую активность обучающихся, вовлекая их в обмен мнениями, изложение собственной позиции.

Abstract. This article is devoted to the issue of the use of dialogue technologies (DT) in teaching a foreign language to cadets of a military university. The main functions of DT are cognitive, creative and reflexive functions. The effectiveness of the use of DT depends on factors such as focus, mandatory evaluation of intermediate results by the teacher and final reflection by the participants. Based on the principles of problem and optimality dialogue technologies stimulate the speech activity of students, involving them in the exchange of opinions, presentation of their own positions.

Ключевые слова: диалоговая технология, когнитивная, креативная и рефлексивная функции, принцип проблемности и оптимальности.

Keywords: dialogue technology, cognitive, creative and reflexive functions, the principle of problemacy and optimality.

Коммуникативные технологии обучения обладают, по-видимому, наибольшим потенциалом среди гуманитарных технологий с точки зрения развития субъектной позиции обучающихся. Использование коммуникативных технологий в образовательном процессе способствует развитию навыков аргументации и доказательности собственной точки зрения, обучает стратегии коллективного поиска истины.

Диалоговые технологии, как одна из разновидностей коммуникативных технологий, направлены на развитие информационно-коммуникационной компетенции курсантов, определяемой как «умение применять языковой материал для общения в различных средах» (УК4). В основе диалоговых технологий лежит идея работы с информационными ресурсами согласно принципам эффективного общения. В процессе различных диалогических форм совместной деятельности – групповых дискуссий, дебатов, эвристических бесед, защиты проектов, мозговых штурмов, деловых игр – происходит взаимообогащение субъектов общения не только с точки зрения знаний, но и с точки зрения навыков конструктивного решения проблем [5].

Использование диалоговых технологий обучения способствует уходу от личностно-отчужденной модели обучения, при которой преподавателем предъявляются обезличенные требования, без учета возможностей дифференциации. Содержание обучения формируется преподавателем при активном участии обучающихся, с учетом их индивидуальных особенностей. Диалоговые технологии помогают установлению эмоциональных контактов между обучающимися, а также способствуют развитию навыков системного мышления, таких как анализ, синтез, постановка цели, выделение главного и второстепенного.

Таким образом, диалоговые технологии призваны исполнить не только когнитивную функцию как функцию познания нового, но и способствуют творческому решению той или иной проблемы (креативная функция), а также учат оценке как деятельности партнера, так и собственной деятельности (рефлексивная функция) [1].

Эффективность использования диалоговых технологий зависит от соблюдения ряда условий. Во-первых, постановка цели должна быть максимально конкретной. Необходимо придерживаться выбранного целевого направления на протяжении всего процесса взаимодействия с тем, чтобы диалог не увёл участников дискуссии в другое русло. Во-вторых, в процессе реализации диалогового взаимодействия необходима как оценка текущих результатов, так и заключительная рефлексивная оценка с тем, чтобы обучающийся могли сделать вывод о высказанных ими в ходе диалога позициях.

Диалоговые технологии основаны на принципах проблемности и оптимальности. Ситуация, не имеющая проблемного характера, не сможет мотивировать обучающегося на озвучивание собственной позиции, не будет обладать достаточным дискуссионным потенциалом. Необходимая информация обычно вводится поэтапно, что также стимулирует обучающихся к высказыванию. Кроме того, чаще всего диалоговое взаимодействие остается открытым – то есть доступным для новых идей и решения проблем [3].

Преподавателю необходимо иметь ввиду те результаты, к которым должны прийти обучающиеся в ходе диалогового взаимодействия. Поэтому преподаватель играет роль коммуникатора, то есть он задаёт направленность диалога, ставит перед обучающимся соответствующую установку. Подобная установка находит выражение в конкретизированной потенциальной цели, которая в свою очередь разбивается на определенные подцели. Это обуславливает наличие в диалоговом содержании нескольких направлений, что помогает осуществить разносторонний анализ проблемы. В итоге необходимо осуществление обратной связи, которая позволяет выяснить насколько продуцированный диалог способствовал достижению учебного результата.

Логика использования диалоговых технологий на практическом занятии позволяет нам выделить следующие этапы: репродуктивный, частично-поисковый и исследовательский [2].

На репродуктивном этапе главной задачей является активное восприятие курсантами предлагаемых им коммуникативных заданий. Основной ведущей формой диалога репродуктивного этапа становится диалог-имитация, то есть формальный диалог. Предлагаемые курсантам ситуации-адаптации способствуют формированию навыков высказывания на основе обязательных реплик. Преподавателем могут быть использованы различные приемы зеркальных и опережающих вопросов. Работа может быть проведена в виде дискуссионных групп, круговой презентации, работы в пирамидах. Система открытых и уточняющих вопросов, предлагаемая преподавателем, вводит обучающихся в ситуацию активного слушания.

Пример 1

Find phrases in the dialogue which mean the same as the phrases below.

1. How are you getting on?	
2. I am calling to ask...	
3. Can I have it one more time?	
4. Can I just say that again?	
5. You can phone me later on ...	
6. I'll call you when I have more information.	
7. We'll get in touch later.	

На частично-поисковом этапе происходит включение обучающихся в деятельность. Данный процесс выстраивается с учётом индивидуальных возможностей обучающихся на основе дифференцированного подхода. Внимание обучающихся концентрируется на содержании учебного материала

Преподаватель, используя различные формы и методы работы, стимулирует речевую активность обучающихся, вовлекая их в обмен мнениями, изложение собственной позиции. Используемые дискуссионные методы и групповые формы работы ведут к составлению диалога-обсуждения/ситуативного диалога; процесс сотрудничества способствует представлению собственной позиции, выбору аргументации в пользу доказательства точки зрения, продуцированию диалогов. В ходе реализации частично-поискового этапа у обучающегося развиваются критичность мышления и толерантность по отношению к иному мнению.

Пример 2

5. Complete the report using your notes . Present it as short monologue.

Auto Accident Report Form		Keep In Your Glove Box
When an accident occurs:		
First Steps	Do Not Say	While Still At the Scene
Keep calm	It's all my fault, (even	Get maximum information for this
Get to a secure place	supposing it is).	report.
Check for injuries	My insurance company will	Take photos.
Administer First Aid	pay for everything.	When the police arrive, cooperate
Inform police/EMT	It's OK, I have full insurance.	and give them information you
		know.
Accident Details		
Day/Date/Time AM/PM		
Weather/Road Conditions		
Location of Accident		
Accident Details		
Damage Descriptions		
Your Vehicle	Other Vehicle	

В ходе исследовательского этапа задачей преподавателя является формирование субъектной позиции обучающегося. Основная цель участников процесса заключается в реализации полученных знаний в совместной деятельности. Преподавателем предлагаются проблемные ситуации, требующие неординарного творческого подхода. В таком случае

продуцируется истинный диалог, то есть диалог-познание. В качестве технологического обеспечения преподавателем активно используются такие приемы как рефлексивные практики, коллективный анализ продуктов деятельности, перекрестные дискуссии, диспуты, дебаты, метод экспертных оценок.

Пример 3

Work with a partner to do the following role-play.

You are two managers from the marketing department. You are meeting to decide whether or not you should remove the cigarette lighter and ashtray as standard equipment. First, look at the phrases in the Language Box, then, look at your role cards. Complete the dialogue with the ideas from role cards, act out with your partner [4].

Partner A	Partner B
<i>You do not want to remove the cigarette lighter and ashtray.</i> <i>The lighter and ashtray are standard equipment for every car manufacturer.</i> <i>A many people in your country smoke - and remember the marketing slogan: 'The customer is always right.'</i> <i>It will be expensive for the supplier to produce one part with an ashtray, for example, and one part without. Therefore, costs will increase.</i>	<i>You want to remove the cigarette lighter and ashtray.</i> <i>Many customers do not smoke and do not want people to smoke in their cars.</i> <i>The resale value of a non-smoker car is higher than for a smoker.</i> <i>The space can be used for other features, for example a moneybox (instead of the ashtray) and a pen or cup/bottle holder (instead of the cigarette lighter).</i>

Диалоговые технологии могут быть реализованы в самых различных формах: анализа конкретных ситуаций, проблемно-поисковых диалогов, эвристических бесед, дискуссий.

Учебные дискуссии – это коллективное обсуждение какой-либо проблемы при сопоставлении информационных блоков или различных идей. Обычно учебные дискуссии включают такие стадии как ориентация, оценка и консолидация, то есть выработка единого взгляда на проблему. В ходе учебных дискуссий происходит активное усвоение материала, а также формирование опыта участия в разрешении каких-либо проблем.

Эвристическая беседа как формы диалоговых технологий строится на базе эвристических вопросов. Обучающиеся задают необходимые вопросы преподавателю в поисках информации, что способствует самостоятельно прийти к правильным выводам.

Проблемно-поисковые диалоги часто могут включаться в лекционные занятия. Перед курсантами ставится проблема, решения которой они ищут самостоятельно, формулируя при этом теоретические выводы. Проблемно-поисковые диалоги способствуют развитию активной мыслительной деятельности, критического анализа информации, умения синтезировать и анализировать, делать выводы, искать причины и принимать решения. При помощи проблемно-поисковых диалогов происходит самостоятельное приращение знаний курсантами. При этом поиск курсантов направляется преподавателем с помощью определённых инструкций и заданий.

Анализ конкретных ситуаций является достаточно эффективным методом. В основе анализа конкретных ситуаций лежит совместное решение какой-либо проблемы. При обучении иностранному языку достаточно успешно применяются профессионально-ориентированные ситуации, которые требуют от курсантов конкретного решения, либо определения порядка действий, которые приведут к решению проблемы. Ситуации могут быть построены на реальном

материале.

В ситуациях-иллюстрациях демонстрируется модель определённого социального либо профессионального контекста. Ситуация как бы проигрывается силами обучающихся, представляя различные модели поведения в тех или иных условиях.

Ситуация-оценка - включает оценку различных сторон предлагаемой ситуации. Для выработки решения может быть использована справочная литература или иные источники, благодаря которым может быть выработано большое количество вариантов решения [6].

В процессе реализации коммуникативного задания участники диалогового взаимодействия устанавливают межличностные согласия. Это может быть абсолютное согласие, либо согласие относительно определённых позиций, которые были совместно разработаны в обсуждении, либо согласие с тем, что данная проблема требует дополнительной доработки.

Использование профессиональных ситуаций способствует развитию креативности и критического мышления обучающихся, обеспечению субъект-субъектных отношений в процессе проведения занятия, развивает информационно-коммуникационную компетентность, ведет ко взаимообогащению субъектов общения. Более того, в ходе диалогового взаимодействия развиваются навыки самостоятельной деятельности, а также формируется готовность к работе в команде, способность аргументации.

Представленная организация образовательного процесса на основе коммуникативного подхода является важным компонентом личностно ориентированного обучения. Использование коммуникативных стратегий дает возможность сделать возможным развитие субъектных позиций обучающихся.

Литература:

1. Бурханова И.Ю. Диалоговые технологии образования в формировании метапредметной компетентности магистрантов // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 4. – С. 75-79;
2. Демидова, А. П. Диалоговая технология обучения как средство формирования новых понятий в условиях ФГОС НОО / А. П. Демидова, Е. Б. Прохорова // Вестник Белгородского института развития образования. – 2017. – № 1(3). – С. 139-146.
3. Захарова Т.В., Басалаева Н.В. Диалог как технология обучения: основные понятия и характеристики // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 2-2. – С. 245-248
4. Летина Ю.С. Методическое пособие для проведения внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Английский язык» Нытва 2015 <https://filling-form.ru/blank/80485/index.html>
5. Образовательные технологии: учебно-методическое пособие. Крисковец Т.Н., Ксенофонтова А.Н., Меркулова Л.В., Леденева А.В., Еремина А.П.. Оренбург: 2019. – 312 с.
6. Суфиянов В.В., Бакулин А.В. Диалог как педагогическая технология в смыслообразующем учебном контексте // Северо-Кавказский психологический вестник. 2009. №1.

Принципиальный подход к набору курсантов на обучение в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации**A principled approach to recruiting cadets for training in military educational institutions of higher education of the Ministry of Defense of the Russian Federation**

Аннотация. В данной статье проанализированы основные теоретические положения, определяющие порядок приёма курсантов на обучение в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации. Раскрыты некоторые проблемные вопросы, оказывающие негативное влияние на практическую реализацию существующего порядка приёма. Предложен новый принципиальный подход реализации мероприятий приёма на обучение курсантов, позволяющий значительно расширить географию набора абитуриентов, их возможности по поступлению в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации, а также сделать процесс поступления более доступным, понятным, прозрачным и при этом значительно сократить расходы МО РФ на выполнение данных мероприятий.

Abstract. This article analyzes the main theatrical provisions, determines the procedure for the admission of cadets for training in military educational institutions of higher education of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Some problematic issues that have a negative impact on the practical implementation of the existing admission procedure are disclosed. A new principled approach to the implementation of measures for the admission of cadets to training is proposed, which allows to significantly expand the geography of the recruitment of the applicants to military educational institutions of higher education of the Ministry of Defense of the Russian Federation. It makes the admission process more accessible, understandable and transparent and at the same time significantly reduce the costs of the MoD of RF for the implementation of these activities.

Ключевые слова: единый государственный экзамен, подготовка специалистов, военно-врачебная комиссия, профессионально-психологический отбор, военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации, военный комиссариат, Главное управление кадров Министерства обороны Российской Федерации, приёмная комиссия.

Keywords: training in military educational institutions, the procedure for the admission of, practical implementation of the existing admission procedure, central military authorities, customers of military logistics training, federal state educational standards, qualification requirements for military professional training of graduates, military occupational specialties, staff and position assignment of graduates.

Возможность получения высшего образования для всех слоёв населения Российской Федерации является одной из ключевых социальных гарантий и закреплена основным законом - Конституцией Российской Федерации [1]. Прозрачность и понятность процедуры оценки вступительных испытаний при поступлении в высшие учебные заведения является основным фактором открытого конкурсного отбора и всегда находится под пристальным вниманием общественности. Гарантией прозрачности, как одной из основ социальной стабильности в

обществе, служит единый для всех порядок конкурсного отбора в виде сдачи Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по необходимым профильным дисциплинам по окончании обучения в образовательных учреждениях среднего образования (школе) или в течении пяти лет после обучения в школе, в период действия результатов ЕГЭ.

Первые прообразы ЕГЭ стали появляться в России в 1997 году. В отдельных школах начали проводить эксперименты по добровольному тестированию выпускников. Сегодня Единый государственный экзамен – это сложный и важный этап в жизни каждого выпускника, именно он предполагает в какой-то мере дальнейшую судьбу будущего абитуриента. Автором идеи ЕГЭ в России стал Владимир Филиппов, возглавлявший Министерство образования с 1998 по 2004 год. Именно он начал масштабную реформу отечественного образования. Одним из необходимых условий этого процесса стало введение новых способов оценки знаний школьников. Уже тогда возникло много отрицательных мнений и суждений о данной системе оценивания образования в Российских школах [2].

До введения ЕГЭ в 2009 году как единственной формы выпускных экзаменов в школе и основной формы вступительных экзаменов в ВУЗы, система набора имела ряд недостатков, основным из которых являлась коррупционная составляющая при сдаче вступительных экзаменов. ЕГЭ полностью исключил этот недостаток, обеспечив достаточный уровень прозрачности при поступлении, тем самым позволив осуществить рейтинговый отбор абитуриентов на основе полученных баллов.

По мнению авторов, данный порядок позволил открыть двери ведущих ВУЗов для всех юношей и девушек страны, исключив необходимость очного присутствия при сдаче вступительных испытаний. При этом процесс поступления стал достаточно понятным, открытым и доступным. Данный порядок в течение прошедших 13 лет доказал свою актуальность, значимость и востребованность для современного развития системы высшего образования. При этом несколько иначе обстоят дела с поступлением в военные образовательные организации высшего образования Министерства обороны Российской Федерации (далее вузы). Помимо результатов сдачи ЕГЭ при поступлении необходимо:

- Определение годности для поступления в вуз по состоянию здоровья, путем прохождения предварительного и окончательного медицинского освидетельствования военно-врачебной комиссией (ВВК) [3];

- Категории профессиональной психологической пригодности кандидатов на основе их социально-психологического изучения и предварительного и повторного психологического обследования (ППО) [4];

- Оценка физической подготовленности, путем выполнения основных нормативов по физической подготовке на силу, быстроту и выносливость.

Все эти испытания проводятся в очном формате на фондах вузов и на наш взгляд являются дополнительным «отталкивающим» фактором при выборе военной профессии и усложняющими при поступлении.

Необходимо особо отметить, что установленная численность набора на первые курсы вузов — это государственный заказ; необходимое количество военнослужащих, которое нужно будет восполнить в войсках (силах) через 5 лет. Поэтому, одним из важных требований военного ведомства является выполнение мероприятий набора в полном объеме и с требуемым качеством. Проанализировав данные об установленной численности набора, а также сведения о конкурсе при поступлении абитуриентов в Военную академию МТО (далее академию), её институты и филиалы за последние три года (2019-2021 гг.) авторами отмечено, что данные показатели ежегодно снижаются. Результаты проведенного анализа можно рассматривать в виде кривых, представленных на рисунках 1-3.

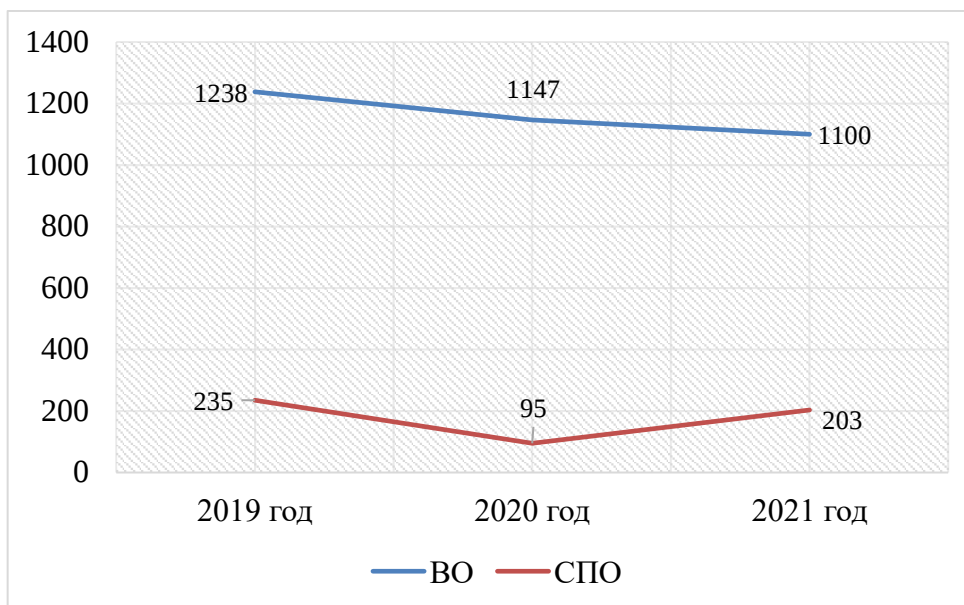


Рис. 1. Сравнительный график установленной численности набора курсантов высшего и среднего профессионального образования

Необходимо отметить, что конкурс по личным делам также снижается, но превышает 2,5 человека на место. При этом количество абитуриентов, фактически прибывших для поступления, значительно ниже и ежегодно уменьшается на 10-20% и находится в пределах 1,5 человек на одно место.

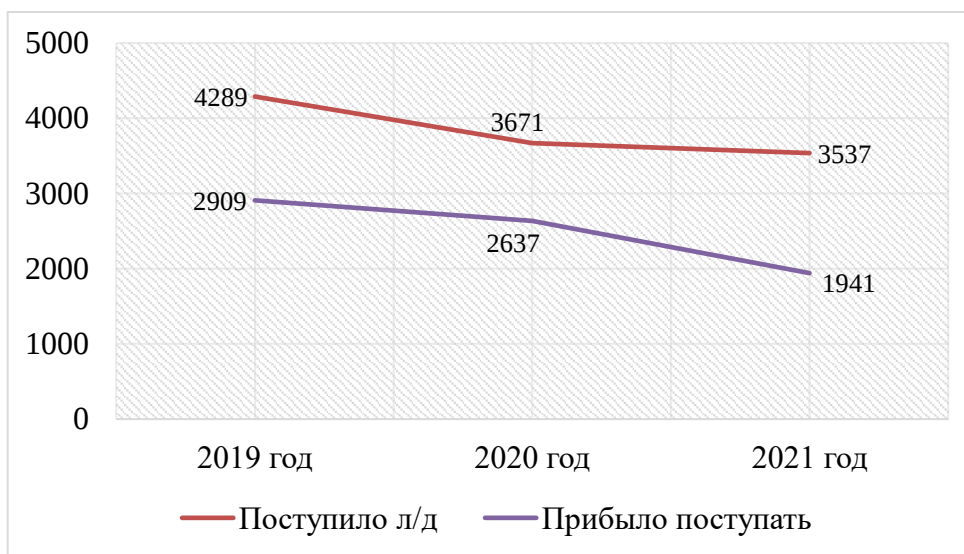


Рис. 2. Сравнительный график поступивших личных дел и прибывших для поступления

На лицо факт того, что около 20-30%, а в 2021 году – 45% абитуриентов по различным причинам передумали поступать и не прибыли к местам проведения испытаний. При этом от 20% до 40% фактически прибывших абитуриентов по различным причинам не дошли до итогового заседания приемной комиссии и по факту были исключены из конкурсного списка.

Например, в 2021 году в академию прибыли поступать 1941 человек. Из них 410 человек (21%) не были внесены в итоговый конкурсный список по следующим причинам (в % от всех прибывших):

- слабая физическая подготовленность – 169 человек (8,7%);
- не соответствует уровень ППО – 74 человека (3,8%);
- передумали поступать – 67 человек (3,4%);

- не соответствуют баллы ЕГЭ – 54 человека (2,7%);
- решили поступать в другой ВУЗ – 25 человек (1,3%);
- не соответствуют по состоянию здоровья – 13 человек (0,7%);
- не соответствуют другим требованиям (возраст, образование) – 8 человек (0,5%).

Анализ представленных сведений позволяет сделать вывод о том, что средний конкурс поступления в академию по программам высшего образования ежегодно снижается и составил: **в 2019 году 1,96 человек на место; в 2020 году 1,8 человек на место; в 2021 году 1,49 человек на место.** Явно прослеживается тенденция снижения заинтересованности у молодежи в получении военной профессии.

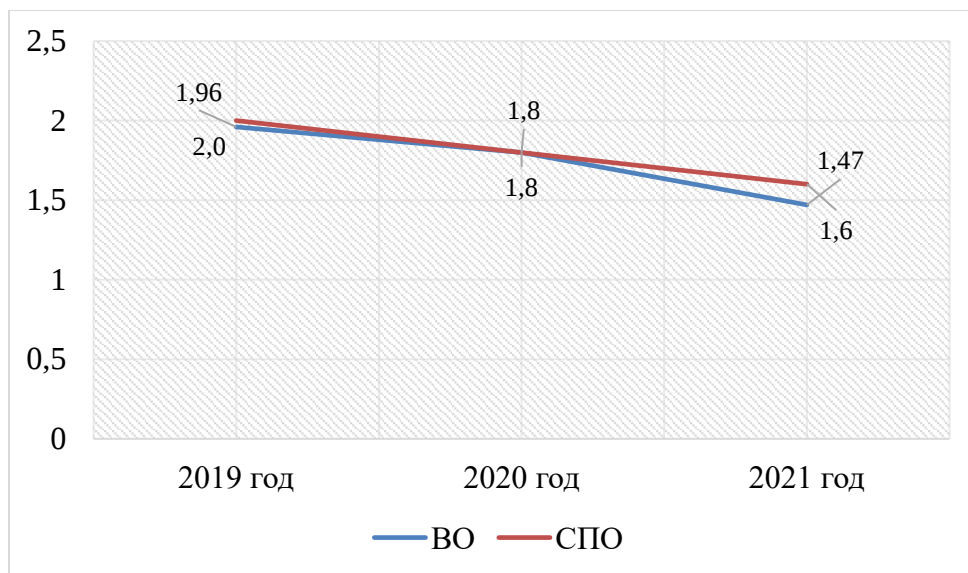


Рис. 3. Сравнительный график конкурсного набора курсантов высшего и среднего профессионального образования

Анализируя вышеуказанные данные, можно сделать вывод, что около 20% абитуриентов могли не тратить время и ресурсы на попытку поступления, а были бы отсеяны ещё на этапе предварительных мероприятий по профессиональному психологическому отбору, предварительного медицинского освидетельствования ВВК и экспертизы личного дела с материалами сдачи ЕГЭ, при сборе документов в военном комиссариате. В масштабе всех вузов количество таких «лишних» абитуриентов может достигать порядка 4000 человек.

Установленный порядок не лишен ряда, сложившихся за многие десятилетия, существенных недостатков и так называемых «пережитков прошлого», которые негативным образом влияют на конечную и очень важную цель его реализации – комплектование первых курсов в полном объеме с максимальным качеством. И в этом аспекте важно понимать, что мир не стоит на месте, а в конкурентной борьбе выигрывает тот, кто думает на два-три шага вперед.

Рассмотрим с использованием рисунка 4, на котором отражены все организационные этапы, более детально как в настоящее время выглядит порядок поступления в вузы



Рис. 4. Порядок поступления в ВУЗы

В ходе реализации **первого этапа** выбора вуза и специальности **до 1 февраля** абитуриентам необходимо собрать и изучить как можно больше информации о перспективах будущей военной профессии и порядке поступления в учебное заведение. В это время важную роль имеют агитационные мероприятия и насыщенное информационное поле в сети интернет. Мало кто из школьников четко планирует свою военную судьбу на многие годы вперед. На данном этапе военному ведомству необходимо провести широкомасштабную и глубоко ориентированную работу по разъяснению привилегий и перспектив военной службы. Когда, где и каким образом реализовать эти меры — это вопрос, который требует детальной проработки и уточнения.

На **втором этапе**, до 30 марта, подается заявление в военный комиссариат по месту жительства и кандидату назначается прохождение предварительного профессионально-психологического отбора для определения категории пригодности к обучению в вузе и в случае вынесения положительного заключения прохождение предварительного медицинского освидетельствования военно-врачебной комиссией. Необходимо отметить, что процедура медицинского освидетельствования и профессионального психологического отбора проводится повторно на пятом этапе [4].

Третий этап оформления личного дела кандидата затруднений у абитуриентов не вызывает. Карты медицинского освидетельствования и карты профессионального психологического отбора в комплекте документов личных дел военными комиссариатами направляются в ВУЗы до **20 мая**.

На **четвертом этапе до 30 июня** проводится сдача ЕГЭ в школах по тем предметам, которые необходимы для поступления в вуз.

На **пятом этапе с 1 по 30 июля** в очном формате на фондах вузов проводятся следующие мероприятия:

- прибытие абитуриентов к местам проведения вступительных испытаний и их размещение;
- регистрация абитуриентов в приемной комиссии и сдача документов: паспорта гражданина РФ; военного билета или удостоверения гражданина, подлежащего призыву на военную службу; документа об образовании; свидетельства о результатах ЕГЭ; сведений о наличии особых прав (преимуществ) и индивидуальных достижений при приеме на обучение в ВУЗы);
- определение категории профессиональной психологической пригодности к обучению по программам высшего образования и среднего профессионального образования на основе их повторного социально-психологического изучения и психологического обследования;
- определение годности кандидатов к поступлению в вуз по состоянию здоровья путем проведения окончательного медицинского освидетельствования военно-врачебной комиссией и допуск к сдаче нормативов по физической подготовке [5];

- оценка уровня общеобразовательной подготовленности кандидатов путем идентификации и внесения результатов ЕГЭ в рейтинговый список;

- оценка уровня общеобразовательной подготовленности кандидатов, поступающих на базе среднего профессионального образования и не имеющих результатов ЕГЭ, путем сдачи вступительных испытаний, проводимых вузом самостоятельно и внесения результатов сдачи в рейтинговый список;

- оценка уровня физической подготовленности, путем сдачи нормативов физической подготовки на силу, быстроту и выносливость (подтягивание на перекладине, бег на 100 метров, бег на 3 километра).

По мнению авторов, как сказано выше, данный порядок имеет ряд существенных недостатков, негативно влияющих на конечный результат. Более подробно раскроем основные из них.

Во-первых, наибольшим затруднением в реализации существующего порядка поступления в вуз для большинства кандидатов является процедура очного прибытия на фонды образовательных организаций в установленный период. Данные условия не позволяют потенциальным кандидатам из малообеспеченных семей и семей с небольшим доходом, проживающим за пределами больших городов и, особенно, в регионах Урала, Сибири и Дальнего Востока, на значительном удалении от вузов, расположенных в Западных и Центральных регионах страны, реализовать свое право на участие в конкурсном отборе из-за невозможности осуществления перелёта или проезда в связи с их высокой стоимостью (25-30 тыс. рублей) или отсутствием билетов в сезон отпусков.

Во-вторых, значительная часть кандидатов рассматривая тот или иной вуз для поступления отказываются от данной идеи из-за недоверия в объективности процедуры существующего порядка сдачи вступительных испытаний. Многие из них справедливо задают вопрос о необходимости перепроверять сделанные соответствующими комиссиями в военных комиссариатах субъектов РФ заключения медицинского освидетельствования ВВК и ППО, на местах проведения испытаний в вузах.

В-третьих, на момент прибытия на фонды вузов часть кандидатов не обладает полными сведениями о сдаче ЕГЭ и не могут знать, соответствуют ли их результаты минимально допустимым требованиям для участия в конкурсном отборе. Как было указано, по этой причине ряд кандидатов не допускаются к мероприятиям сдачи вступительных испытаний и направляются обратно по месту жительства.

В-четвертых, необходимо отметить низкую информационную осведомленность кандидатов о структуре и деятельности военного ведомства и его системы высшего военного образования. Помимо информационных стендов в военных комиссариатах субъектов РФ, необходимо предусмотреть проведение комплекса мероприятий по реализации всеобъемлющей информационной акции во всех имеющихся ресурсах. При этом главенствующее значение имеет разъяснительная работа, проводимая в очном формате в школах и военкоматах.

Не секрет, что современное поколение детей большую часть информации предпочитают получать из сети интернет. При этом массовое распространение социальных сетей помогает узнать максимально необходимую информацию и определиться при поступлении в вуз. Узнаваемость и положительный образ вуза в сети интернет является важным фактором при его выборе для обучения и получения искомой военной профессии.

Необходимо отметить, что до 2020 года для освещения деятельности академии во всемирной сети интернет функционировали: два сайта (официальная страница академии на сайте Министерства обороны Российской Федерации и индивидуальный неофициальный сайт академии со своим доменным именем); страницы во всех крупных социальных сетях (ВКонтакте,

Одноклассники, Instagram) и канал на видеохостинге YouTube, на которых освещалась деятельность академии в популярных у молодежи форматах. Были созданы фотоальбомы о ходе проведения вступительных испытаний «Дневник абитуриента» которые пользовались большой популярностью не только у потенциальных абитуриентов, но и их родителей. В доступном формате была создана видеoinструкция для поступающих с подробным рассказом о порядке подготовки к поступлению в академию и последующих шагах. За короткое время это видео стало самым просматриваемым на канале. В группах социальных сетей «online» велись консультации по вопросам поступления. Все это значительно увеличивало охват аудитории потенциальных абитуриентов без привлечения дополнительных финансовых, временных и человеческих затрат. В это же время «offline» проводились мероприятия информационно-агитационной направленности: участие во Всероссийской акции «Есть такая профессия-Родину защищать!»; проведение дней открытых дверей; проведение тематических встреч с учащимися школ и кадетских классов; агитационно-разъяснительная работа в школах по всей стране. Например, в 2019 году к участию в этих мероприятиях было привлечено около 6000 военнослужащих и более 16000 граждан. В средствах массовой информации было освещено 2062 различных мероприятия, проходивших в академии, её институтах и филиалах.

В 2020 году требования руководящих документов, касающиеся недопущения утечек информации ограниченного распространения ужесточились, был закрыт неофициальный сайт академии и страницы в социальных сетях. Начавшаяся эпидемия COVID тоже внесла свои коррективы в планы профессионально-агитационной работы в рамках отмены значительного количества очных мероприятий. За 2020 год количество мероприятий, освещаемых в СМИ, сократилось на 60%. Влияние этих факторов на интенсивность работы по военно-профессиональной ориентации отразилось на цифрах конкурса на поступление уже в 2021 году, который составил 1,47 человек на место против 1,96 человек на место в 2019 году.

По мнению авторов, в современных условиях развития системы военного образования, при ежегодном снижении показателей конкурсного отбора, настала необходимость в кардинальном изменении процедуры поступления на обучение в вузы. При этом важное значение будут иметь факторы максимальной открытости и прозрачности процесса оценки результатов вступительных испытаний, а также исключения из процесса дублирующих мероприятий, направленных на усложнение и предоставление дополнительной возможности отказа в поступлении, а также размытие ответственности между членами приемной комиссии. Таким образом представляется целесообразным рассмотреть к реализации новый принципиально новый подход и порядок приёма абитуриентов в вузы, представленный на рисунке 5 который может выглядеть следующим образом:

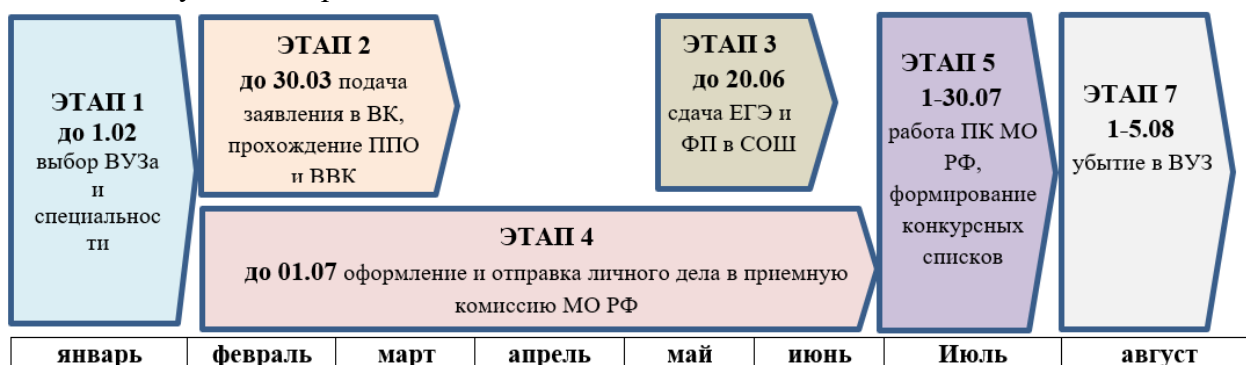


Рис. 5. Принципиально новый подход и порядок приёма абитуриентов в вузы

Первый этап выбора вуза и специальности необходимо проводить до 1 февраля года поступления на обучение, путем выбора предметов для сдачи ЕГЭ. При этом важно понимать, что продолжительность данного этапа может превышать два года и может начинаться во время подготовки к основным государственным экзаменам (ОГЭ), которые проводятся по завершении обучения в 9 классе. Таким образом можно сделать вывод, что вопрос выбора вуза и

специальности для обучения приобретает свою актуальность у будущих абитуриентов намного раньше выпускного класса обучения в школе и требует более тщательного подхода.

На втором этапе, до 30 марта, кандидату необходимо подать заявление о выборе вуза и специальности для обучения в военный комиссариат по месту жительства. Кандидату будет назначено время и место прохождения профессионально-психологического отбора для определения категории пригодности к обучению в выбранном вузе по программам высшего и среднего профессионального образования. В случае вынесения положительного заключения ППО кандидат направляется для прохождения медицинского освидетельствования военно-врачебной комиссией для определения годности по состоянию здоровья к обучению в вузе. В этих целях предлагается задействовать ВВК Министерства обороны РФ, осуществляющие деятельность на базе военных госпиталей, военных поликлиник, лечебно-диагностических центров, военных санаториев, а также другие ВВК, осуществляющие деятельность совместно с пунктами отбора на военную службу по контракту в субъектах Российской Федерации. На других этапах поступления мероприятий по профессиональному психологическому отбору и медицинскому освидетельствованию ВВК более не проводить. При этом необходимо отметить, что ответственность за достоверность результатов профессионального психологического отбора и медицинского освидетельствования будет возложена на конкретных должностных лиц и являться основанием для принятия решений об участии кандидата в конкурсе.

На третьем этапе, с 20 мая до 20 июня, на базе школ предполагается проведение ЕГЭ и экзамена по физической подготовке. Результаты сдачи будут приобщаться к личному делу кандидата для поступления в вуз. Порядок проведения экзамена по физической подготовке устанавливается Министерством просвещения РФ по рекомендациям Министерства обороны РФ и направляется в виде методических рекомендаций в школы установленным порядком.

На четвертом этапе предлагается военным комиссариатам результаты ЕГЭ, результаты сдачи экзамена по физической подготовке, карты медицинского освидетельствования и карты профессионального психологического отбора в комплекте документов личных дел **до 1 июля** направлять в специально созданную Приёмную комиссию МО РФ под руководством начальника Главного управления кадров МО РФ. Состав приёмной комиссии, порядок её размещения, функционирования предполагает временный характер и будет определяться приказом Министра обороны РФ на календарный год.

Реализация пятого этапа предполагает непосредственно обработку результатов личных дел в Приёмной комиссии МО РФ в период **с 1 по 20 июля**, ежедневно актуализируя и публикуя конкурсные списки на официальном сайте МО РФ. Активный период деятельности приёмной комиссии планируется в период с 1 по 30 июля и предполагает электронную форму документооборота с последующим сбором оригинальных личных дел. Работа приёмной комиссии должна иметь юридическую возможность принятия решений о необходимости смены будущей военной специальности в соответствии с результатами конкурсного отбора в рамках повышения качественных параметров кандидатов при их письменном согласии. Итогом работы приёмной комиссии предполагается оформление итогового протокола со списком кандидатов и их результатов, который будет являться основанием для издания приказа Министра обороны РФ о зачислении на обучение в вузы до 1 августа.

Шестой этап предусматривает, в период **с 1 по 10 августа**, на основании приказа Министра обороны РФ, оформление военными комиссариатами субъектов РФ воинских перевозочных документов (ВПД) и отправку поступивших к местам обучения [6]. Считается целесообразным предусмотреть внесения дополнений в данный приказ Министра обороны РФ и включения в него кандидатов из резервного списка, взамен не прибывших в вузы.

Необходимо отметить, что предложенный вариант может корректироваться в рамках сроков проведения его отдельных мероприятий. При этом не изменены должны быть следующие основные принципы его реализации:

- 1). Проведение мероприятий приёма в дистанционной форме в регионах проживания кандидатов на обучение;
- 2). Чёткое определение ответственности должностных лиц на всех этапах проведения мероприятий, исключив их повтор и дублирование между ними;
- 3). Определение центра принятия решения в лице приёмной комиссии под руководством начальника Главного управления кадров МО РФ;
- 4). Открытость информации о ходе работы приёмной комиссии для всех кандидатов и должностных лиц вузов на всех этапах проведения мероприятий;
- 5). Определение военных комиссариатов субъектов Российской Федерации ответственными за формирование, проверку, оцифровку и отправку личных дел в Приёмную комиссию МО РФ;
- 6). Наличие результатов ЕГЭ - единственное условие для поступления на обучение курсантов по программам высшего образования.

По мнению авторов, реализация предложенного варианта набора на обучение в вузы позволит:

во-первых, расширить географию поступающих кандидатов за счет дистанционной формы участия в конкурсном отборе не зависимо от территории проживания и его финансовых возможностей и предоставит возможность поступить в вуз школьникам из регионов, в том числе из малообеспеченных семей, желающим связать свою судьбу с военной профессией;

во-вторых, повысить конкуренцию и качественный состав поступающих за счет доступности, открытости, прозрачности и понятности оценки и учета результатов вступительных испытаний;

в-третьих, позволит исключить возможную коррупционную составляющую между субъектами данного процесса, за счет исключения прямого контакта поступающего и принимающей стороны.

Отдельно необходимо отметить военную и экономическую эффективность от реализации данного подхода. Очевидно, что непосредственная работа с людьми в течении месяца занимает значительную часть времени у созданных в каждом вузе приемных комиссий и администраций. Численность данных приемных комиссий и обеспечивающего персонала по разным оценкам может превышать 1500 человек. В это время проводятся мероприятия по развертыванию учебно-материальной базы, фондов для размещения, проживания, питания; прием абитуриентов и руководство их деятельностью; сбор, анализ и обработка информации; формирование документов и конкурсных списков; отправка к местам проживания кандидатов, не прошедших конкурсный отбор. На все эти мероприятия ежегодно затрачивается значительная часть бюджетных средств и трудовых затрат. По оперативным расчетам расходы на реализацию данных мероприятий могут превышать 500 млн. рублей в год. При этом новый подход позволит существенным образом сэкономить бюджетные средства, снизив затраты на его реализацию. Не стоит забывать о расходах, которые несут семьи кандидатов, которые вынуждены за собственные средства приобретать билеты для проезда к местам проведения испытаний, а не прошедшим конкурсный отбор ещё и обратно.

Для практической реализации предлагаемого порядка приема абитуриентов в вузы представляется целесообразным центральным органам военного управления во взаимодействии с органами государственной власти выполнить ряд мероприятий указанного ниже Перечня:

Таблица 1.

Перечень необходимых мероприятий для введения предлагаемого порядка поступления в вузы

Этап	Необходимые мероприятия
Для 1 этапа	Военно-профессиональную агитацию начинать в школах заблаговременно, за 3-4 года до её окончания, в ВК начинать с момента постановки на воинский учет.
Для 2 этапа	- Внести изменения в законодательство РФ и отменить проведение окончательного медицинского освидетельствования ВВК и ППО в ВУЗах и определить проведение ВВК и ППО в военных комиссариатах и в медицинских учреждениях Министерства обороны - Определить ответственность должностных лиц за достоверность медицинского и психологического освидетельствования
Для 3 этапа	- Предусмотреть срок обработки и предоставления результатов сдачи ЕГЭ до 25 июня - Внести сдачу физической подготовки (ФП) в перечень предметов для сдачи ЕГЭ и определить форму и порядок проведения экзамена по ФП
Для 4 этапа	Определить порядок оцифровки, шифровки и оперативной отправки личных дел военкоматами по закрытым каналам системы электронного документооборота МО РФ в Приемную комиссию МО РФ.
Для 5 этапа	- Разработать положение о Приемной комиссии МО РФ - Приказом Министра обороны РФ определить состав, порядок работы Приёмной комиссии МО РФ. - Разработать порядок учета и автоматизированного составления конкурсных списков с возможностью перераспределения кандидатов в зависимости от рейтинга и их согласия обучаться по другой специальности или в другом вузе - Определить порядок доступа кандидатов к информации ограниченного распространения (конкурсному списку по выбранной специальности)
Для 6 этапа	- Внести изменения в статью 20 Федерального закона от 27.05.1998 г. № 76-ФЗ «О статусе военнослужащих» и предоставить право военным комиссариатам, на основании приказа МО РФ о зачислении на обучение, выдавать воинские перевозочные документы поступившим в ВУЗы для убытия к местам обучения - Предусмотреть возможность резервирования билетов для проезда или первостепенной отправки поступивших абитуриентов органами ВОСО МО РФ

Подтверждением актуальности и целесообразности нового подхода являются результаты экспертного опроса школьников, проведенного авторами на этапе подготовки данной публикации в пяти школах Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Всего в анонимном письменном опросе приняло участие 152 человека. Из них только 5 человек твердо решили поступать в военные вузы. При этом еще 7 человек рассмотрели бы новый дистанционный и более доступный вариант поступления, если бы такая возможность существовала. В этой связи можно сделать вывод, что новый подход вероятно позволит привлечь к процедуре конкурсного отбора значительно большее количество потенциальных кандидатов. С увеличением количества кандидатов вероятнее всего поднимется и их обобщенная качественная характеристика.

В качестве вывода необходимо отметить, что всё новое не всегда воспринимается сразу и укладывается без раздумий и вычислений. Нужно чувствовать существующую вокруг нас реальность и при необходимости предпринимать шаги к изменению и развитию. В этой связи по мнению авторов настало то время, когда нужно сделать шаг к изменениям и выбрать новое направление для развития.

Список литературы:

1. Конституция Российской Федерации, 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года.
2. Роль единого государственного экзамена и его необходимость в российской системе образования, Богочанова Е.А., г. Омск, ЧОУ ВО «Омская юридическая академия» 2016 год.
3. Об утверждении положения о военно-врачебной экспертизе, Постановление Правительства Российской Федерации от 04 июля 2013 г № 565;
4. Об утверждении Инструкции по организации и проведению профессионального психологического отбора в ВС РФ, Приказ Министра обороны Российской Федерации от 31 октября 2019 г. № 640;
5. О мерах по реализации в Вооруженных Силах Российской Федерации правовых актов по вопросам военно-врачебной экспертизы, Приказ Министра обороны Российской Федерации от 20 октября 2014 г. № 770;
6. Федеральный закон "О статусе военнослужащих" от 27.05.1998 № 76-ФЗ.

Опыт формирования компетенций обучающихся на основе использования комплекса учебно-тренировочных средств

Experience in the formation of students' competencies based on the use of a set of educational and training tools

Аннотация. В статье предлагается вариант использования в учебном процессе информационно-коммуникационных технологий, позволяющих обеспечить разработку и применение дидактических материалов для реализации программ учебных дисциплин. Разработанные преподавателями виртуальные учебно-тренировочные средства были апробированы в ходе педагогического эксперимента. При проведении экспериментальных занятий по изучению устройства и основ эксплуатации специальных технических систем сооружений специальных объектов, обучающиеся показали более высокие результаты усвоения учебного материала при использовании виртуальных учебно-тренировочных средств по сравнению с традиционными формами проведения занятий.

По результатам сделан вывод: процесс повышения качества формирования компетенций обучающихся средствами виртуальных учебно-тренировочных средств оптимизируется при учете целевых, технологических, психолого-педагогических закономерностей, направленных на формирование у курсантов положительной мотивации к самообразованию.

Abstract: The article proposes a variant of using information and communication technologies in the educational process, allowing to ensure the development and application of didactic materials for the implementation of educational discipline programs. The virtual teaching and training tools developed by the teachers were tested in the course of the pedagogical experiment. When conducting experimental lessons on the study of the structure and foundations of the operation of special technical systems of structures of special objects, the students showed higher results of mastering the educational material when using virtual teaching aids in comparison with the traditional forms of conducting classes.

Based on the results, it was concluded that the process of improving the quality of the formation of students' competencies by means of virtual teaching and training means is optimized taking into account the target, technological, psychological and pedagogical patterns aimed at forming positive motivation in cadets for self-education.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, специальные технические системы, сооружения специальных объектов, виртуальный тренажер, обучающий комплекс, операторы специальных технических систем помещений, подготовка специалистов.

Key words: information and communication technologies, special technical systems, constructions of special facilities, virtual simulator, training complex, operators of special technical systems of premises, training of specialists.

Введение.

Информационные технологии давно и прочно вошли в современную систему обучения.

Применяемые в процессе обучения информационные технологии, позволяющие разработать и использовать дидактические материалы для освоения программ учебных дисциплин, способны оказать существенное влияние на развитие учащихся. При их

использовании возможно сочетание звука, изображений, геометрическое моделирование; выполнение работы в диалоговом режиме, проведение различных манипуляций с текстом и графическими изображениями. Использование информационно-коммуникационных технологий позволяет ускорить достижение целей системы обучения, реализуя такие дидактические принципы как наглядность, индивидуальный и дифференцированный подходы к обучению.

1. Использование виртуальных учебно-тренировочных комплексов как средство повышения качества обучения будущих военных инженеров

Порядок создания и применения виртуальных учебно-тренировочных средств достаточно подробно рассмотрен в работах В.П. Беспалько, Н.Ф. Талызиной [3, 9] и др. известных ученых. В их основе лежат такие принципы дидактики как: наглядность (компьютерная визуализация учебной информации, обеспеченная программными средствами), доступность, систематичность и последовательность (заложены в алгоритме подготовки электронных материалов).

Для повышения качества формирования компетенций курсантов факультета инженерного и электромеханического обеспечения было принято решение направить усилия преподавателей на разработку и внедрение в учебный процесс интерактивных виртуальных лабораторных работ, в полной мере обеспечивающих:

- непосредственное взаимодействие между компьютерной программой и обучающимися в режиме реального времени;
- практическую реализацию научно-теоретических положений профессиональных дисциплин;
- исследование курсантами алгоритма экспериментальных исследований и анализа полученного результата;
- получение навыков работы с контрольно-измерительными приборами, лабораторным оборудованием, вычислительной техникой.

Кроме того, было учтено, что виртуальные учебно-тренировочные средства позволяют:

- дифференцировать и индивидуализировать процесс усвоения полученной информации;
- обеспечить ее наглядность;
- повысить интерес к обучению за счет выразительных средств программы;
- осуществлять контроль за своей деятельностью по усвоению учебного материала по трем уровням усвоения;
- осуществлять самоконтроль с диагностикой ошибок;
- избавить от выполнения трудоемких однообразных вычислений.

2. Анализ применяемых учебно-тренировочных средств

Образовательные стандарты нового поколения предъявляют к процессу обучения в военном ВУЗе жесткие требования, как к качеству преподаваемых знаний, так и к объему знаний выпускников.

Указанные требования обоснованы возрастанием сложности технологий и наукоемкости специальных технических систем сооружений наземной космической инфраструктуры.

На факультете инженерного и электромеханического обеспечения в течение 2-х лет, с 2018 по 2020 г.г., проводился педагогический эксперимент, направленный на исследование возможности повышения качества формирования компетенций обучающихся на основе использования комплекса виртуальных учебно-тренировочных средств (ВУТС).

Замысел педагогического эксперимента состоял в исследовании особенностей применения виртуальных средств обучения в образовательном процессе 4 факультета посредством проведения экспериментальных занятий, текущего контроля степени усвоения

учебного материала, привлечением обучаемых в разработку новых электронных учебно-методических комплексов.

Для достижения цели эксперимента необходимо было оценить качество приобретаемых компетенций при использовании традиционных методик обучения курсантов; выполнить анализ существующей базы виртуальных учебных средств и определить перечень требуемых; разработать (откорректировать) методики проведения занятий с использованием виртуальных учебных средств;

Гипотезой эксперимента явилось предположение о возможности повышения качества формирования компетенций при проведении занятий с использованием ВУТС, что обусловлено, во-первых, возможностью проведения занятий на установках, отражающих основные характеристики реальной техники; во-вторых, индивидуальной ответственностью каждого обучающегося за ход и результаты выполнения задания; в-третьих, повышенным интересом к проводимому занятию со стороны курсантов.

Разработка учебно-методического комплекса для изучения профессиональных дисциплин с использованием виртуальных учебно-тренировочных средств позволяет перейти от случайного, единичного в процессе формирования профессиональной компетентности к постоянному при различных формах занятий, включая самоподготовку.

Это становится возможным благодаря методической и компьютерной подготовке преподавателей.

На факультете инженерного и электромеханического обеспечения в рамках дисциплин «Механическое оборудование специальных технических систем», «Энергетические машины и установки», «Эксплуатация специальных технических систем», «Системы холодоснабжения специальных технических систем» коллективом преподавателей и курсантами факультета разработан комплекс виртуальных учебно-тренировочных средств (виртуальных лабораторных работ) по исследованию рабочих характеристик насосов, вентиляторов, циклов работы холодильных машин.

Программы для ЭВМ предназначены для проведения лабораторных работ и практических занятий по указанным дисциплинам для курсантов, обучающихся по специальности «Специальные системы жизнеобеспечения» (специализация № 2 – «Специальные технические системы сооружений космических комплексов»), в соответствии с утверждённой учебной программой по указанной дисциплине.

Графические изображения, сформированные на экране, представляют работу реального оборудования систем жизнеобеспечения с комплектом контрольно-измерительных приборов и запорно-регулирующих устройств, функционирующих в режиме реального времени.

На рисунке 1 представлены скриншоты визуальных изображений, выполненных разработанными программами.

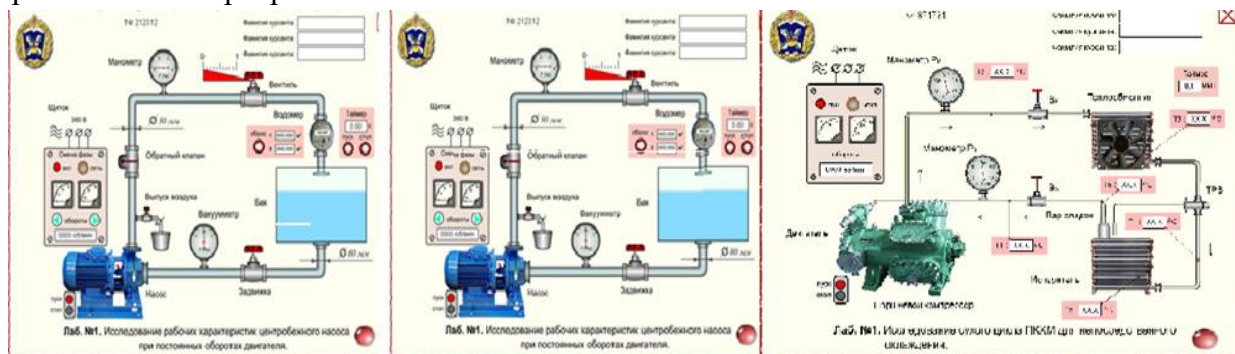


Рис. 1. Программные комплексы по исследованию рабочих характеристик насосов, циклов работы холодильных машин, основ эксплуатации оборудования систем холодоснабжения

Занятия, проводимые с помощью разработанных компьютерных программ, позволяют организовать первоначальное изучение технологии управления энергетическими машинами и установками в составе специальных технических систем сооружений космических комплексов, отработку практических навыков по управлению агрегатами систем и осуществлять контроль усвоения программы подготовки с выставлением балльных оценок обучающимся.

Одним из основных преимуществ применения в учебном процессе виртуальных лабораторных работ и тренажеров является возможность неоднократной отработки учебных задач с различными вариантами оперативной ротации исследуемого оборудования. При этом исключается возможность неполадок оборудования, его повреждения, а также неконтролируемого возникновения нештатных ситуаций, свойственных реальным системам специальных объектов наземной инфраструктуры. Действия курсантов при возникновении аварийных ситуаций также могут отрабатываться в специальном режиме, что позволяет оценивать действия обучающихся при решении ситуационных задач различной сложности.

Использование данных программных комплексов возможно как в компьютерном классе или на персональном компьютере, так и для организации дистанционного обучения через Интернет. Виртуальные лабораторные работы выполняются на виртуальной лабораторной установке, созданной на языке программирования ActionScript 2.0 в среде Adobe Flash CS3. Программы могут работать с пользователем в режиме “On Line”.

Выполнение виртуальной лабораторной работы курсантами в компьютерном классе представлено на рисунке 2. Защита отчета по виртуальной лабораторной работе представлена на рисунке 3.

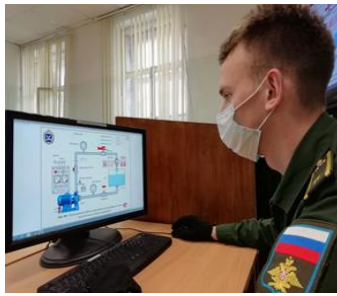
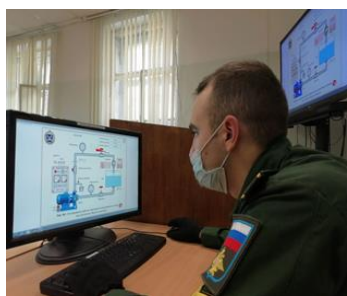


Рис. 2 – Выполнение виртуальной лабораторной работы курсантами в компьютерном классе 43 кафедры



Рис. 3 – Защита отчета по виртуальной лабораторной работе

На рассмотренные программные продукты в период 2016...2020 г.г. разработчиками были свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ (фотография 4).



Фотография 4 - Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

По результатам проведения экспериментальных занятий, текущего контроля степени усвоения учебного материала обучающимися, был сделан вывод о преимуществе использования комплекса виртуальных учебно-методических средств технологического процесса для повышения качества формирования профессиональных компетенций курсантов.

Заключение.

Процесс повышение качества формирования компетенций обучающихся средствами виртуальных учебно-тренировочных средств оптимизируется при учете условий, направленных на формирование у курсантов положительной мотивации к самообразованию.

В результате педагогического эксперимента было выявлено повышение познавательного интереса курсантов к изучению технических систем.

Результаты эксперимента по исследованию уровня профессиональной компетентности наглядно продемонстрировали педагогическую целесообразность поиска путей и условий повышения эффективности формирования профессиональной компетентности курсантов средствами дисциплин профессионального цикла.

Список литературы:

1. Архангельский, С.И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе. / С.И. Архангельский - М.: ВШ, -1976. -200с.
2. Беспалько, В.П. Опыт разработки и использования критерия качества усвоения занятий. / В.П. Беспалько //Сов. педагогика- 1968, №4. – 52.с
3. Беспалько В.П. Программированное обучение. Дидактические основы. / В.П. Беспалько. - М., 1971. - С. 34.
4. ГОСТ Р57721-2017 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Эксперимент виртуальный. Общие положения».
5. Лернер, И.Я. Дидактические основы методов обучения. /И.Я.Лернер –М.: Педагогика, 1981. – 185 с.
6. Приказ Министра обороны РФ от 15 сентября 2014 г. N 670 "О мерах по реализации отдельных положений статьи 81 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями).
7. Роберт, И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования: монография. / И.В.Роберт -М.:Школа-Пресс, 1994.-205 с.
8. Талызина, Н.Ф. Теоретические основы контроля в учебном процессе. /Н.Ф.Талызина - М.: Знание, 1983 - 96с.
9. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020).

Проявления толерантности и лояльности у иностранных обучающихся в результате побуждения их к вакцинации против COVID-19

Manifestations of tolerance and loyalty among foreign students as a result of encourage them to vaccinate against COVID-19

Аннотация. Особенности психологического воздействия информации о планируемых организационных мерах исследованы на основе выявления у респондентов отношения к императивному характеру вакцинации в условиях неопределённой вероятности приведения в действие организационных мер.

Цель исследования заключается в выявлении психологических особенностей проявления феноменов «толерантность» и «лояльность» у иностранных обучающихся в российских ведомственных образовательных организациях в результате побуждения их к вакцинации от COVID-19. Исследование строилось на предположении о том, что наличие (отсутствие) у респондента антител будут выступать в качестве предиктора различий по отношению к императивному характеру вакцинации. Сбор эмпирических данных осуществлялся анонимно в дистанционном формате посредством сети Internet в период нахождения иностранных обучающихся за пределами России. Анализ проявления толерантности и лояльности осуществлялся в двух аспектах: в первом – отношение респондентов к императивному характеру вакцинации (лояльность-толерантность к принимающей решение администрации о не допуске к очным занятиям тех, кто не прошёл вакцинацию); во втором – различия во мнениях к императивному характеру вакцинации имеющих и не имеющих антитела к COVID-19 респондентов (толерантность имеющих антитела к COVID-19 по отношению к не имеющим их).

В результате исследования выявлены значимые различия в отношении респондентов к императивному характеру вакцинации. Охарактеризованы управленческие методы, применённые с целью программирования психологического результата. Исследование показало, что если бы с января 2021 года с обучающимися велась информационно-разъяснительная работа о необходимости обеспечения безопасного образования на основе вакцинации, то антипрививочные стереотипы были бы опровергнуты и процесс иммунизации проходил бы более эффективно.

Abstract. The peculiarities of the psychological impact of information about planned organizational measures were investigated on the basis of identifying respondents' attitude to the imperative nature of vaccination in conditions of an uncertain probability of bringing organizational measures into effect.

The purpose of the study is to identify the psychological features of the manifestation of the phenomena of "tolerance" and "loyalty" in foreign students in Russian departmental educational organizations as a result of encouraging them to vaccinate against COVID-19.

The study was based on the assumption that the presence (absence) the respondent's antibodies will act as a predictor of differences in relation to the imperative nature of vaccination. Empirical data was collected anonymously in a remote format via the Internet during the stay of foreign students outside of Russia. The analysis of the manifestation of tolerance and loyalty was carried out in two aspects: in

the first – the attitude of respondents to the imperative nature of vaccination (loyalty-tolerance to the decision-making administration not to admit to face-to-face classes those who have not been vaccinated); in the second - differences of opinion to the imperative nature of vaccination of those who have and do not have antibodies to COVID-19 respondents (tolerance of those who have antibodies to COVID-19 in relation to those who do not).

The study revealed significant differences in the respondents' attitude to the imperative nature of vaccination. The assessment of the applied management methods for the purpose of programming the psychological result is given.

The study showed that if information and explanatory work had been carried out with students since January 2021 about the need to ensure safe education based on vaccination, then anti-vaccination stereotypes would have been refuted and the immunization process would have been more effective.

Ключевые слова: экстремальная ситуация, психологическое воздействие, толерантность, лояльность, обучающиеся, иностранные обучающиеся

Keywords: extreme situation, psychological impact, tolerance, loyalty, students, foreign students

Изучение различных аспектов человеческого взаимодействия показывает, что содержание каждого из них включает в себя определённые факторы психологического влияния индивидуумов друг на друга. При этом под психологическим влиянием мы понимаем процесс и результат изменения поведения человека, его установок, намерений, представлений, оценок и т.д. в ходе взаимодействия с другим человеком [1].

Вместе с тем в случае использования толковых словарей и попытки выяснения основания воздействия, в том числе и психологического, мы обнаружим, что это означает «действие, направленное на кого-либо, что-либо, с целью достижения чего-либо» [2].

Следует отметить и то, что в своих трудах Г.А. Ковалёв понимает под воздействием «процесс... который реализуется при взаимодействии двух или более равноупорядоченных систем и результатом которого является изменение структуры (пространственно-временных характеристик), состояния хотя бы одной из этих систем» [3].

Поэтому для нашего исследования вызывает интерес определение, данное М.Я. Кондратьевым и В.А. Ильиным: «воздействие – это сознательный и целенаправленный процесс, суть которого заключается в воздействии одного из участников совместной деятельности и общения на другого» [4].

При этом все авторы словарей, давая определение психологического воздействия, различают направленное и ненаправленное воздействие. В первом случае субъект достаточно ясно осознаёт цель своего воздействия на личность другого человека, выступающего в качестве объекта влияния. В случае ненаправленного влияния его субъект не только не ставит перед собой цели каким-либо образом изменить поведение, установки и ценности объекта, но он может даже не подозревать, что оказывает какое-либо влияние на другого.

Вследствие сопоставления приведённого выше определения воздействия и идеи направленного влияния обнаруживается их смысловое совпадение. Следовательно, психологическое воздействие следует рассматривать как направленное (целенаправленное) влияние. Воздействие как разновидность влияния [4], выделяемая по признаку наличия целеполагания субъекта влияния. Понятия «психологическое влияние» и «психологическое воздействие» рассматриваются как общее и частное, а именно: второе является разновидностью первого.

При этом авторы в ряде работ, посвящённых психологическому влиянию или воздействию, используют эти термины как синонимы [5]. Следует отметить, что синонимия слов «влияние» и «воздействие» заложена и в словаре С.И. Ожегова [6]. В приведённой интерпретации значения слова «влиять» присутствует «воздействовать». При этом «влиять» здесь означает «путём воздействия добиваться нужного результата». Тем не менее, следует подчеркнуть, что такая взаимозаменяемость терминов возможна только с учётом контекста и выявленной связи. То есть, когда влияние рассматривается как технология, инструмент деятельности, целенаправленное действие, вполне корректно использовать термин «воздействие» [6].

Воздействие считается психологическим, когда оно имеет внешнее происхождение по отношению к адресату (получателю) и, будучи отражённым им, приводит к изменению психологических регуляторов конкретной деятельности человека [7].

Наряду с этим следует подчеркнуть, что человеческое взаимодействие предполагает общение, которое не существует вне деятельности. Причём процесс деятельности организуется в группах. Следовательно, общая групповая деятельность детерминирует взаимовлияния людей, определяющаяся в содержательном плане её характеристиками.

При этом цель психологического воздействия изменение поведения и деятельности участников общей групповой деятельности, и направление требуемого изменения определяется целями совместной деятельности [1].

Среди методов психологического воздействия выделяют убеждение, прямое и косвенное внушение, просьба, принуждение, побуждение к чему-либо, давление, манипуляция и другие.

Побуждение как метод психологического воздействия может достаточно широко использоваться в среде образовательной организации. Психологическое воздействие, необходимое для успешного волевого усилия состояния личности при принятии решения, в виде побуждения позволяет усилить уже сложившееся у неё (личности) волевое (но недостаточное) усилие.

Следует отметить, что результат психологического воздействия в виде побуждения зависит от степени осознания необходимости требуемого поведения.

В некоторых случаях психологическое воздействие может интерпретироваться и как манипуляция с человеческим подсознанием вопреки здравому разуму. Вместе с тем подобное влияние на чувства и эмоции человека позволяет управлять его поведением [8].

При этом эффективность психологического воздействия может быть снижена в зависимости от многих факторов. Поэтому для достижения требуемого психологического результата психологическое воздействие зачастую комбинируют с другими средствами воздействия.

Следует отметить, что для нашего исследования важно и то, что при использовании непсихологических средств взаимодействия нельзя утверждать о результатах психологического воздействия. Так, сообщения о возможных социальных санкциях или применении физических средств воздействия (в виде угрозы) следует относить к средствам психологического воздействия [9]. Однако само приведение этих угроз в действие, хоть и имеет психологический результат, психологическими средствами не являются. Кроме того, в ряде случаев сложно предвидеть вероятность приведения в действие угрозы.

Поэтому наше исследование было направлено на выявление отношения человека на психологическое воздействие в условиях неопределённости приведения в действие угрозы [10, 11]. Именно такой мы определяем ситуацию, сложившуюся в июле 2021 года под воздействием информации о планируемых с 1 сентября административных мерах.

Так, сложившаяся ситуация в начале летнего периода 2021 года характеризовалось осознанием населения того, что полтора года административных антиковидных мер (локдаун,

масочно-перчаточный режим, удалённый режим, сокращение мобильности и мн.др.) позволили удержать эпидемиологическую ситуацию под контролем. Поэтому у населения не сложилось представление о том, что принятые меры оказались недостаточными для профилактики COVID-19. Более того, психологическая усталость от темы COVID-19 способствовала мнению в том, что проблема COVID-19 осталась позади. В результате, смягчение ограничений в период массового отдыха в определённой степени ослабил озадаченность населения в принятии решения о вакцинации против COVID-19.

Наряду с этим отмечается, что до июня 2021 года, то есть до резкого увеличения числа инфицированных (третья волна), вопрос о вакцинации против COVID-19 характеризовался высоким либерализмом. Следуя мнению Президента России о добровольном характере вакцинации, чиновники и частные организации не торопились с мерами, которые способствовали бы пройти процедуру вакцинации большинства сотрудников в относительно благополучный эпидемиологический период, который наблюдался с декабря 2020 по май 2021 года.

Однако с середины июня ситуация резко изменилась: массовая вакцинация стала преподноситься в качестве единственного действенного метода борьбы против COVID-19. Поэтому наряду с активной пропагандой антиковидных мер тенденция к применению средств психологического воздействия на людей с целью их добровольной вакцинации приобрела развитие в применении новых методов. В их числе последних – угроза отстранения от работы или от очного образования тех, кто не пройдёт вакцинацию против COVID-19.

Поэтому для нашего исследования сложившаяся ситуация была важна характеристикой в том, что реализация данной угрозы (не психологическое воздействие) была отложена на 1 сентября, а в июле-августе на обучающихся в образовательных организациях высшего образования оказывалось именно психологическое воздействие.

Подтверждением значимости и необходимости такого исследования и научного обоснования применения подобных методов с целью программирования психологического результата могут являться изменения общественного мнения в период введения и отмены QR-кодов в Москве летом 2021 года.

Так, президент Союза профсоюзов России Д. Галочкин считает, что в действиях властей нужна последовательность, потому что «непредсказуемые действия со стороны власти порождают недоверие со стороны людей ... есть недоверие к органам власти сначала в связи с введением QR-кодов, потом – их отменой. Многие в этой сфере считают себя обманутыми, потому что одни поддались призыву и пошли прививаться, другие этого не сделали, и через какое-то время QR-коды отменили». При этом эксперт отметил и то, что многие из тех, кого введение QR-кодов стимулировало сделать прививку, не пойдут прививаться вторым компонентом вакцины [12].

Поэтому директор Общественного института демографической безопасности И. Медведева и член правления Российского детского Фонда Т. Шишова в своих публикациях отмечают, что «все мы не раз уже сталкивались с неким странным, на первый взгляд, феноменом, когда для решения заявленной проблемы принимаются меры, приводящие к нулевому, а то и отрицательному результату». В то же время авторы подчёркивают начало информационно-психологической подготовки к четвёртой волне COVID-19 и приводят мнение директора НИЦ по профилактике и лечению вирусных инфекций Г. Викулова о том, что «если к середине июля в России ситуация с коронавирусом не стабилизируется, то власти введут локдаун» [13].

Среди других существует ещё и мнение в том, что причиной значительного антипрививочного движения в России является недоверие к власти. По мнению представителей данного движения, в условиях распространения COVID-19 власти принимают несоответствующие ситуации решения с «генетическим» желанием противостоять системе. Так,

вирусолог, академик РАЕН И. Гундаров считает, что «принуждение к вакцинации вызывает протест. Это общее раздражение неадекватностью действия властей». По его мнению, необходимо прислушиваться к специалистам и вести последовательную, сбалансированную политику в вопросе вакцинации. Причём только так можно преодолеть недоверие населения к прививкам [14].

Поэтому следует отметить, что психологическим аспектом управленческих решений является неизбежность возникновения у объекта управления сопротивления, на преодоление которого затрачиваются время и ресурсы [8, 15]. Исследователями отмечается, что, хотя ослабление сопротивления изменениям лежит не на пути авторитарного введения новшеств, в массовой практике руководители отдают предпочтение методам прямого давления [8, 16].

Более того, психологической науке известно, что основным недостатком негативного стимулирования является ограниченность их влияния во времени: мотивация сохраняется только в период действия угрозы. Характерной особенностью негативного стимулирования является то, что его влияние на людей будет эффективно при росте их уверенности в неизбежности [16].

Однако данный период характеризовался активизацией деятельности антипрививочников во всём мире, связанной с тем, что с 1 июля на территории государств Европейского союза начал действовать «ковидный паспорт» – возможность перемещения европейцев по Шенгенской зоне без ограничений. 13 июля власти Франции ввели новые антиковидные ограничения, среди которых – обязательная вакцинация или ПЦР-тестирование для посещения кафе, ресторанов и других заведений общепита. Данная норма получила название «санитарный пропуск». По данным РИА «Катюша» только в столице Франции против произвола властей вышли более 100 тыс. парижан. Организаторы заверяли, что участников акции было около 150 тысяч. Агентство приводит слова Ф. Филиппо «да, мы в диктатуре, мы в тирании», который назвал решение властей «апартеидом между вакцинированными и невакцинированными» [13].

Глобальная компания по анализу данных Morning Consult опубликовало результаты исследования о доверии людей к вакцинам против COVID-19, среди которых вывод в том, что самое многочисленное антипрививочное движение в России, а более всего лояльны к вакцинам в Китае. Респондентам 15 стран задавали вопрос, сделали ли они вакцинацию против COVID-19 и планируют ли делать в будущем [14].

Результаты опроса показали, что самый высокий скепсис в отношении вакцин демонстрируют россияне. По данным агентства в России провакцинированы 18 % взрослого населения. Еще 29 % планируются привиться в ближайшее время. В сомнениях находятся 18 % россиян. При этом больше трети опрошенных являются антипрививочниками (35 %). Как видно из приведённого рисунка, на втором месте по негативному отношению к вакцинации США – 19 % настроены резко против. Вместе с тем в данной стране уже привито 60 % населения [14].

The U.S. Has a Higher Rate of Vaccine Opposition Than Any Country Tracked Besides Russia

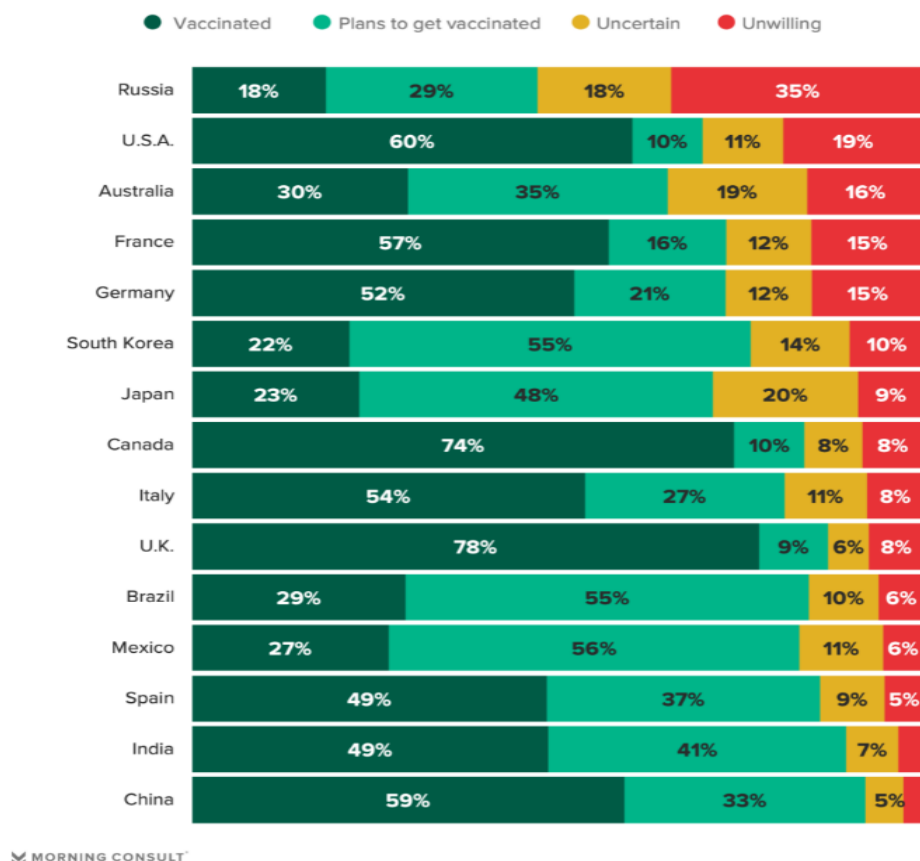


Рис. 1. Опросы, проведённые в 15 странах в период с 15 по 21 июня 2021 года

Новизной и оригинальностью нашего исследования являлось то, что в выборку респондентов мы определили такую категорию обучающихся в образовательных организациях высшего образования как иностранные военнослужащие (ИВС). В констатирующем эксперименте приняли участие 192 ИВС из 11 стран (табл. 1, рис. 2). При этом в наших предыдущих исследованиях для анализа уровня толерантности иностранных обучающихся мы использовали тест-опросник В.В. Бойко, экспресс-опросник «Индекс толерантности» (Г.У. Солдатов, О.А. Кравцова, О.Е. Хухлаев, Л.А. Шайгерова) и методику «диагностика уровня сформированности толерантности» студентов П.В. Степанова [17].

Таблица 1

Сводные данные о гражданстве респондентов

Гражданство	Прохождение процедуры вакцинации (кол. чел.)		
	да	нет	всего
Алжир	12	1	13
Афганистан	23	6	29
Бурунди	15	-	15
Гвинея	16	3	19
Казахстан	20	1	21
Камбоджа	15	5	20
Лаос	18		18
Мали	11	5	16
Руанда	18		18
Сирия	12	2	14
Уганда	9		9
Всего	169	23	192

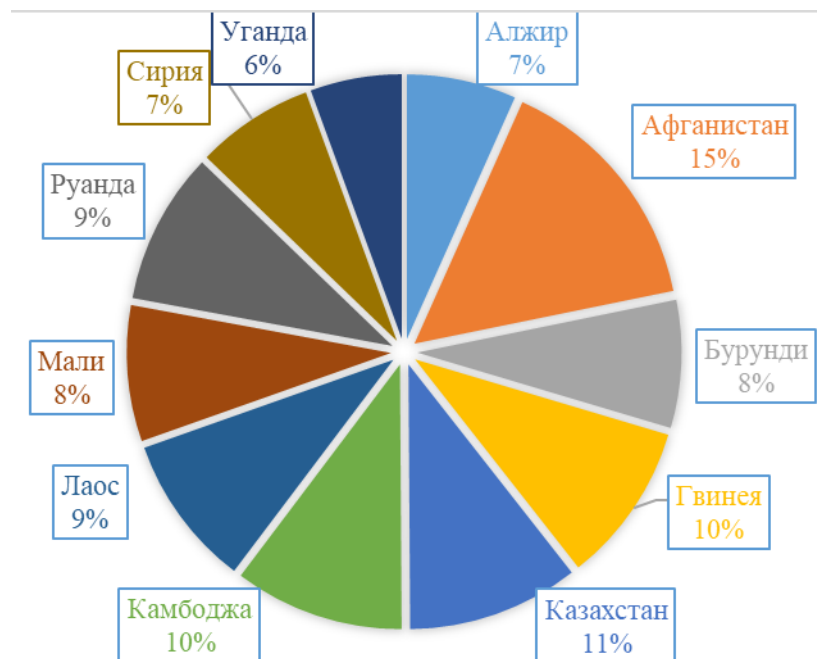


Рис. 2. Сводные данные о гражданстве респондентов

Определение границ выборки было обусловлено тем, что исследуемый период психологического воздействия (июль-август) характеризовался тем, что в это время ИВС находились в отпуске в своих странах и обладали инвариантностью в выборе решения о возвращении в РФ по его окончании для продолжения обучения.

В указанный период были опубликованы рекомендации подведомственным организациям, утвержденные заместителем министра науки и высшего образования России Д. Афанасьевым, о целесообразности перевода не прошедших процедуру вакцинации от COVID-19 на удалённое обучение. Кроме того, рекомендации содержали требование справок о вакцинации при заселении в общежитие. В этот же период Президент РФ распорядился организовать в стране вакцинацию иностранцев, а также пригласил на вакцинацию в Россию глав мировых информагентств.

Поэтому в рамках нашего исследования изучались результаты психологического воздействия на ИВС в виде их побуждения к вакцинации до 1 сентября 2021. При этом нас интересовало проявление феномена «толерантность» и феномена «лояльность» в результате психологического воздействия на них информации об ограничениях с 1 сентября спланированных к не прошедшим вакцинацию.

При этом толерантность и лояльность мы рассматриваем как важнейшие факторы безопасности и благополучия в любом сообществе, как основа конструктивного взаимодействия между членами этого сообщества. Вместе с тем важны различия между этими терминами. В социологии лояльность понимается как особая форма доверия в организованном социуме, которая достигается принятой в организации системой отношений, в том числе и в образовательной организации высшего образования.

По мнению И.Л. Аверченкова лояльностью персонала компании можно считать сознательную, искреннюю верность сотрудников её интересам, их готовность эффективно работать для достижения официально заявленных целей конкретной организации [18]. В своих рассуждениях автор разделяет рассматриваемые понятия: для развития компании положительное значение имеет, конечно, лояльность персонала её целям и задачам, а не толерантность к действиям руководства и к сформированным им нормам и правилам поведения. Кроме того, он

отмечает, что диагностика лояльности в организациях часто превращается в замаскированную диагностику толерантности, хотя важно именно достоверно выявить уровень лояльности в сравнении с уровнем толерантности, так как эти два параметра тесно взаимосвязаны и часто пересекаются [18].

Следует отметить и то, что толерантность к существующей системе управленческих отношений близка внешним и формальным проявлениям лояльности к своему руководителю. Однако лояльность как верность идеям, принципам и целям организации предопределяет то, что человек разделяет их и принимает их как собственные, а не терпимо к ним относится.

В современных социальных отношениях толерантность (от лат. *tolerantia* – терпение) понимается как норма поведения, позволяющая быть снисходительным, терпимым к иному мировоззрению, позиции и поведению [8, 11, 17, 19, 20]. В медицине же изначально толерантность рассматривается как снижение реакции на повторное введение вещества, привыкание к нему. Поэтому в социальной сфере данное понятие преобразовалось через опыт в том, что можно раздражаться, сталкиваясь с каким-то не приемлемым мнением, однако, чем чаще это происходит, тем быстрее формируется стереотип толерантного поведения. Поэтому толерантностью принято считать согласительную позицию человека в организации по отношению к управленческим решениям, которые им не разделяются и с которыми он не согласен, но терпимо принимаются им как имеющим право на реализацию [16].

Следовательно, чем чаще по отношению к неразделяемым управленческим решениям человек относится с терпимостью, тем выше уровень его толерантности. При этом главным оружием развития толерантности многие исследователи называют просвещение, как потребность разъяснения сути управленческих решений.

При этом толерантность может выражаться и в позитивных поведенческих формах делового взаимодействия. Например, если человек испытывает какие-либо неудобства в работе, но продолжает надлежащим образом выполнять свои обязанности, то он и лоялен, и толерантен. Такую ситуацию можно охарактеризовать как терпимость к трудностям, а не как приспособляемость к недостаткам. Позитивная толерантность отличается от показной лояльности как верности декларированным формальным целям организации способностью сотрудника сознательно преодолевать проблемы, непосредственно касающиеся его личности [1].

По мнению Л.Г. Александрова, в вертикальном «срезе» общества лояльность «среднего класса» может быть определена как «толерантность к власти», подверженность манипуляциям со стороны: авторитетов и «лидеров мнения» [19, 20]. В контексте «горизонтальных» отношений в обществе и у лояльной, и у толерантной личности обнаруживается и ещё одна важная общая доминанта. Данные типы мышления функционально направлены на преодоление антагонизма и установление компромисса – только лояльность обеспечивает такие связи и отношения внутри социальной группы (любого характера и масштаба), а толерантность – за её условными пределами [19, 20].

Следует отметить и то, в таких социальных институтах, как военные образовательные организации высшего образования, регуляция поведения индивидуумов осуществляется с помощью специфических механизмов общения, характеризующихся как императивные. Поэтому для нас вызывает интерес мнение Ю.В. Крымовой, которая считает, что базовым в процессе профессионализации является отношение лояльности-толерантности [21]. Соответственно, отмечается взаимовлияние уровня отношения лояльности-толерантности иностранного обучающегося (будущего профессионала) и его личностного развития.

В нашем исследовании мы изучали вышеотмеченные феномены в двух аспектах. В первом мы исследовали отношение ИВС к императивному характеру вакцинации (лояльность-толерантность к принимающей решение администрации о не допуске к очным занятиям тех, кто

не прошёл процедуру вакцинации). Во втором мы анализировали различия во мнениях к императивному характеру вакцинации имеющих и не имеющих антитела к COVID-19 ИВС (толерантность имеющих антитела к COVID-19 по отношению к не имеющим их).

Наше исследование строилось на предположении о том, что отношение иностранных обучающихся к императивному характеру вакцинации будет различаться. Поэтому гипотеза исследования состояла в том, что наличие (отсутствие) у респондента антител будут выступать в качестве предиктора различий по отношению к императивному характеру вакцинации.

Нами был проведён констатирующий эксперимент, проведённый методом анкетирования со 192 ИВС (табл. 2) в конце июля – начале августа 2021 года (т.е. в момент получения информации о необходимости вакцинации к началу учебного года для посещения очных учебных занятий). Анкетирование осуществлялось анонимно в дистанционном формате посредством сети Internet. Содержание и структура констатирующего эксперимента включили следующие взаимосвязанные этапы: разработку анкеты, её согласование посредством экспертного опроса с учётом общепринятых проектных (с воспроизведением конкретной будущей ситуации) методов анализа отношений участников общей групповой деятельности, внедрение анкет в сеть Internet благодаря современным программам, дистанционную электронную реализацию анкет, анкетирование, сбор информации.

Анкеты с вопросами разрабатывались по двум взаимосвязанным аспектам по отношению к обязательной вакцинации:

лояльность ИВС к императивному характеру вакцинации;

толерантность ИВС к императивному характеру вакцинации;

отношение ИВС, имеющих антитела, к совместным занятиям с теми, кто не проходил вакцинацию.

Таблица 2

Соотношение перенёсших болезнь и прошедших процедуру вакцинации респондентов

Болели ли Вы COVID-19?	Проходили ли Вы вакцинацию от COVID-19?				
	«ДА»	%	«НЕТ»	%	ВСЕГО болел (не болел):
«ДА»	46	23,9	20	10,4	66
«НЕТ»	103	53,6	23	12,1	124
Итого	149		43		192

Необходимо отметить, что данные, приведённые в таблице 1, показывают, что в исследовании приняли участие 192 обучающихся ИВС. Опрошенные разделились на две группы: 169 человек (88 %) имеют антитела, а 12 % респондентов (23 человек) не имеют антител в крови (не болели COVID-19, а также не проходили процедуру вакцинации). Необходимо отметить, что 46 ИВС, а это 23,9 % из 86,9 % имеющих антитела переболели COVID-19, а 103 (53,6 %) ИВС не сталкивались с заболеванием, но прошли обязательную вакцинацию на момент анкетирования.

В таблице 3 приведены результаты анализа ответов респондентов на вопрос об их отношении к необходимости вакцинации в высшем образовании.

Таблица 3.

Отношение респондентов к необходимости вакцинации в высшем образовании

Гражданство	Разделяют (кол. чел.)	Не разделяют (кол. чел.)	Высказали нейтральную позицию (кол. чел.)
Алжир	10	1	2
Афганистан	17	5	7
Бурунди	5	10	0
Гвинея	8	5	6
Казахстан	15	6	0
Камбоджа	7	3	10
Лаос	10	5	3
Мали	6	7	3
Руанда	8	10	0
Сирия	7	3	4
Уганда	9	0	0
Всего (192 чел.)	102	55	35

Следует отметить, что 28,6 % из общего числа респондентов выразили отрицательное отношение к обязательности вакцинации обучающихся в системе высшего образования. При этом наибольшая доля респондентов, которые против данной процедуры, являются гражданами Бурунди и Руанды. 18,2 % иностранных обучающихся позиционировали своё безразличное отношение, а 53,2 % выступили в поддержку обязательности процедуры вакцинации от COVID-19.

В таблице 4 приведены данные об отношении респондентов к полученной в июле 2021 года информации о допуске к очным занятиям только тех, кто прошёл процедуру вакцинации или имеет антитела и о возможных административных мерах с 1 сентября 2021 года к ИВС, не прошедших данную процедуру.

Таблица 4.

Лояльное отношение респондентов к информации о применении административных мер с 1 сентября 2021 года

Гражданство респондентов	Отношение к информации о возможных административных мерах		
	Мысли о запоздалости данной меры, (кол. чел.)	Поддержка и согласие, (кол. чел.)	Протест и сопротивление, (кол. чел.)
Алжир	1	9	3
Афганистан	5	17	7
Бурунди	3	12	0
Гвинея	5	8	6
Казахстан	1	19	1
Камбоджа	4	11	5
Лаос	0	15	3
Мали	2	9	5
Руанда	3	11	4
Сирия	5	9	0
Уганда	1	6	2
Всего 192	30	126	36

Приведённые в таблице данные свидетельствуют, что 65,6 % опрошенных высказали поддержку и согласие по отношению к принятию административных мер. Причём ещё 15,7 % анкетированных считают, что обязательность вакцинации является запоздалым решением. При этом ими было отмечена важность ведения информационно-разъяснительной работы и усиления

информирования о необходимости вакцинации.

В ходе интерпретации полученных данных нами была предпринята попытка выявить уровень толерантного отношения вакцинировавшихся к тем, кто не имеет антител. В таблице 5 приведены сводные данные об отношении вакцинировавшихся к обучению с 1 сентября 2021 года в одних учебных аудиториях совместно с теми, кто не прошёл процедуру вакцинации. Кроме того, также мы предприняли попытку оценить уровень толерантного отношения респондентов с антителами к тем участникам обучения, кто не проходил вакцинацию и не болел COVID-19.

Таблица 5.

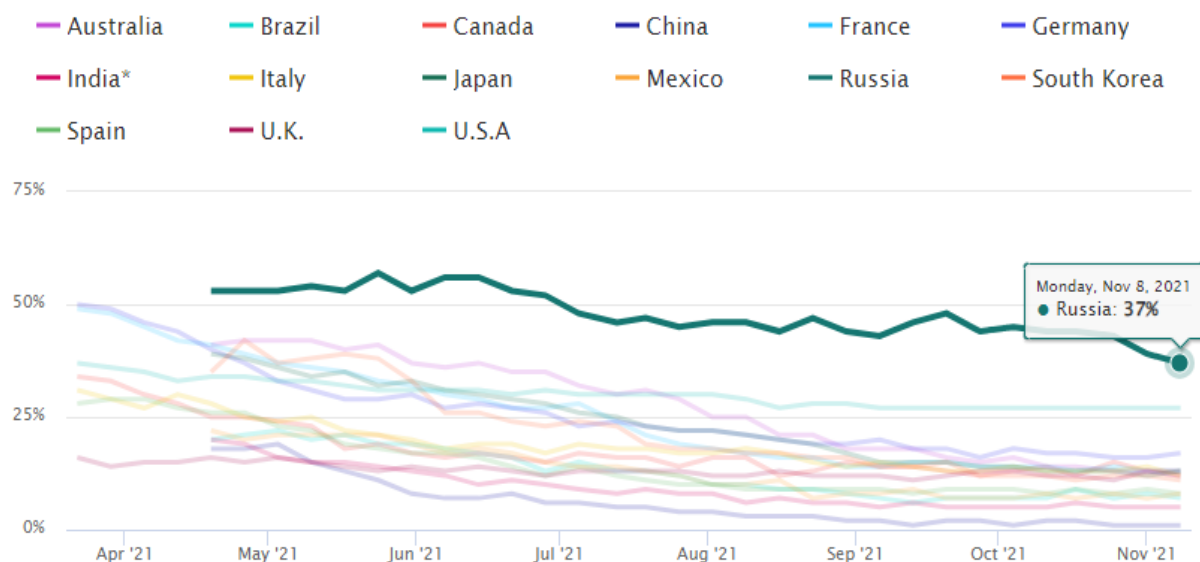
Толерантное отношение респондентов с антителами к тем, кто не проходил вакцинацию

Гражданство респондентов, имеющих антитела	Сторонник того, что с 1 сентября вакцинировавшиеся обучающиеся должны быть изолированы от невакцинировавшихся?	
	ДА	НЕТ
Алжир	6	7
Афганистан	17	3
Бурунди	15	0
Гвинея	13	6
Казахстан	18	3
Камбоджа	5	12
Лаос	2	16
Мали	13	3
Руанда	7	11
Сирия	0	8
Уганда	4	0
Всего (169 чел.)	100	69

Из таблицы 5 можно сделать вывод, что доля респондентов, поддерживающих требование обязательной вакцинации для всех участников обучения составила почти 60 % от общего числа вакцинировавшихся, что свидетельствует о достаточно благополучном положении исследуемой ситуации и о необходимости своевременного принятия административных меры по охране здоровья участников образовательного процесса.

Интерпретация результатов исследования и внесение изменений на данной основе в характер применяемых административных мер доказала, что в результате ведения разъяснительной работы о плюсах и минусах «Спутника V» и необходимости обеспечения безопасного образования основной на вакцинации от COVID-19 скептицизм к вакцинам у обучающихся стал снижаться. Ослабление сопротивления вакцинации стало следствием разъяснения сути организационных мер.

Данные выводы коррелируют с показателями общероссийской статистики в том, что за октябрь-ноябрь 2021 года динамика уровня скептицизма к вакцинам в России снизился в среднем более чем на 10 процентных пунктов (рис. 3).



Среднее глобальное значение представляет 14 стран за пределами США, где Morning Consult отслеживает настроения в отношении вакцин.

Рис. 3. Динамика уровня скептицизма к вакцинам в России за период май-ноябрь 2021 года

Таким образом, исследование особенностей проявления феноменов «толерантность» и «лояльность» у обучающихся ИВС в результате психологического воздействия на них с целью побуждения их к вакцинации от COVID-19 в период июля-августа 2021 года показало, что:

психологическое воздействие на обучающихся в период июля-августа 2021 года с целью выполнения рекомендаций руководства по обеспечению требуемой доли вакцинировавшихся к 1 сентября 2021 года осуществлялось в условиях неопределённой вероятности приведения в действие административных мер;

исследуемая выборка 192 ИВС из 11 стран характеризовалась тем, что в период психологического воздействия (июль-август) ИВС находились в отпуске в своих странах и обладали инвариантностью в выборе решения о возвращении в РФ по его окончании для продолжения обучения;

проявления феномена «толерантность» и феномена «лояльность» в результате психологического воздействия на ИВС информации о введении с 1 сентября ограничений к не прошедшим вакцинацию выражались в двух аспектах: в первом – отношение ИВС к императивному характеру вакцинации (лояльность-толерантность к принимающей решение администрации о не допуске к очным занятиям тех, кто не прошёл вакцинацию); во втором – различия во мнениях к императивному характеру вакцинации имеющих и не имеющих антитела к COVID-19 ИВС (толерантность имеющих антитела к COVID-19 по отношению к не имеющим их);

в результате констатирующего эксперимента было выявлено, что: толерантно к обязательной вакцинации в высшем образовании относятся 100 респондентов из 192 (53,1 % от числа всех респондентов); лояльно к административным мерам относятся 156 респондентов (79,2 % от общего числа респондентов); толерантно к допуску на очные занятия не прошедших процедуру вакцинации от COVID-19 относятся лишь 40 % вакцинировавшихся.

В целом результаты нашего исследования показали, что в случае планомерного ведения информационно-разъяснительной работы о плюсах и минусах «Спутника V» и необходимости обеспечения безопасного образования на основе вакцинации от COVID-19 с января 2021 года укоренившиеся в сознании обучающихся антипрививочные стереотипы были бы опровергнуты и процедура вакцинации проходила бы более эффективно.

Список литературы:

1. Коваленко А.Б., Корнев Н.Н. Психологическое влияние: факторы и механизмы: Социальная психология. К.: Геопринт. 2006. 400 с.
2. Вербицкий А. А. (2013). Воздействие. Энциклопедический словарь по психологии и педагогике. URL: https://psychology_pedagogy.academic.ru/3849/
3. Ковалев Г.А. О системе психологического воздействия (к определению понятия) // Психология воздействия (проблемы теории и практики) : сб. науч. тр. М., 1989. С. 5-14.
4. Кондратьев М.Я., Ильин В.А. Воздействие и влияние как социально-психологические координаты межличностного взаимодействия: понятийно-терминологический аспект // Социальная психология и общество. 2013. № 4. С. 46-57.
5. Макаренков А.А. Обзор современных психологических подходов к пониманию информационно-психологического воздействия // Вестник адъюнкта. 2018. № 2(2). С. 15.
6. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. М.: ИТИ Технологии; Издание 4-е, доп. 2006. 944 с.
7. Кабаченко Т.С. Активизация человеческого фактора : методы психологического воздействия // Психологический журнал. 1986. № 4. С. 11-22.
8. Грановская Р.М., Рыбников В.Ю., Змановская Е.В. [и др.] Взаимосвязь темперамента, психологических защит и совладания со стрессом // Вестник психотерапии. 2018. № 68(73). С. 83-99.
9. Столяренко А.М., Сердюк Н.В., Вахнина В.В., Боева О.М., Грищенко Л.Л. Психологические аспекты деструктивного информационно-психологического воздействия [Электронный ресурс] // Психология и право. 2019. Том 9. № 4. С. 75–89. doi:10.17759/psylaw.2019090406
10. Вашурина Е.Д., Базаров Т.Ю. Особенности принятия решений и лидерства в условиях неопределённости [Электронный ресурс] // Организационная психология, 2020. Т. 10. № 3. С. 185-206. URL: <http://orgpsyjournal.hse.ru> (дата обращения: 01.08.2021).
11. Луковицкая Е.Г. Социально-психологическое значение толерантности к неопределенности: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб. 1998. 18 с.
12. Ключевская Н. Обязательная вакцинация, отстранение от работы непривитых сотрудников: экспертная оценка современных методов борьбы с COVID-19. ГАРАНТ.РУ: URL: <http://www.garant.ru/news/1475118/#ixzz7708wXsc8>
14. Ланская И. Россияне первые: Почему в нашей стране самое мощное движение против вакцинации от COVID-19. Общественная служба новостей (ОСН). URL: <https://www.osnmedia.ru/obshhestvo/rossiyane-pervye-pochemu-v-nashej-strane-samoe-moshhnoe-dvizhenie-protiv-vaktsinatsii-ot-covid-19/> (дата обращения: 08.08.2021).
15. Bulat R., Baichorova H. Psycho-Pedagogical Resources and the Quality of Professional Training of Students // Wisdom. 2020. Vol. 14. No 1. P. 78-87. DOI 10.24234/wisdom.v14i1.293.
16. Булат Р.Е., Мосин М.А. Теория и практика формирования готовности работников строительных организаций к профессиональной деятельности : поиск, привлечение, оценка, подбор, наем, адаптация, обучение, аттестация, увольнение персонала, документирование кадровой работы. СПб.: Стройиздат, 2008. 232 с. ISBN 5-87897-068-7.
17. Булат Р.Е., Байчорова Х.С., Соболева О.Р. Развитие толерантности как фактор формирования межкультурной коммуникации иностранных военнослужащих в образовательных организациях силовых структур России // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2020. № 3(48). С. 27-35.

18. Аверченков И.Л. Выбор толерантности или снова о лояльности персонала // Деловой мир. URL: <https://delovoymir.biz/vybor-tolerantnosti-ili-snova-o-loyalnosti-personala.html> (дата обращения: 08.08.2021).
19. Александров Л.Г. Структура "толерантной личности" в контексте глобальных тенденций современности // Социум и власть. 2012. № 6(38). С. 18-23.
19. Медведева И., Шишова Т. Вакцинация – локдаун – вакцинация... Дурная бесконечность или спецоперация? РИА Катюша. URL: <http://katyusha.org/view?id=17072>.
20. Александров Л.Г. О принципах лояльности в контексте идеологии "глобальной толерантности" // Современное общество и власть. 2016. № 3(9). С. 484-492.
21. Крымова Ю.В., Сочивко Д.В. Психодинамика лояльности-толерантности курсантов ведомственных вузов в первичной профессионализации: монография. Рязань: Академия ФСИН России, 2015. 159 с. ISBN 978-5-7743-0709-8

Коммуникативно незначимые ошибки в сложносочиненном предложении в письменной речи иностранных обучающихся**Communicatively insignificant errors in a compound sentence in the written speech of foreign students**

Аннотация. В статье представлены синтаксические ошибки в письменной речи иностранных обучающихся, которые допускаются в сложносочиненном предложении: ранжированы основные речевые нарушения, характерные курсантам первого уровня владения русским языком. В ходе исследования установлено, что нарушения в сложносочиненном предложении, которые встречаются в письменных текстах (упражнениях и заданиях) иностранцев, не препятствуют пониманию смысла высказывания, поэтому их правильно будет квалифицировать как коммуникативно незначимые ошибки, не затрудняющие акт коммуникации. Проведенный анализ позволит детализировать классификацию синтаксических ошибок, будет способствовать разработке методики устранения типичных речевых ошибок.

Abstract. The article presents syntactic errors in the written speech of foreign students, which are allowed in a compound sentence: the main speech disorders characteristic of cadets of the first level of Russian language proficiency are ranked. The study found that violations in a compound sentence that occur in written texts (exercises and tasks) of foreigners do not hinder the understanding of the meaning of the utterance, so it would be correct to qualify them as communicatively insignificant errors that do not complicate the act of communication. The analysis will allow us to detail the classification of syntactic errors, will contribute to the development of a methodology for eliminating typical speech errors.

Ключевые слова: союз, сложносочиненное предложение, русский язык как иностранный, обучение, синтаксические ошибки, методика устранения ошибок.

Keywords: union, compound sentence, Russian as a foreign language, training, syntactic errors, error correction methods.

Изучение синтаксических ошибок в письменных текстах иностранцев признается современной лингвометодикой перспективным направлением для построения эффективной методической системы обучения синтаксическим единицам изучаемого языка. Проанализировав вопросы лингводидактической теории синтаксических ошибок в отечественной лингвистической науке, мы попытаемся рассмотреть синтаксические ошибки в письменной речи иностранных курсантов, допускаемые на уровне сложного предложения. Предметом представленного в статье анализа стали синтаксические ошибки иностранных курсантов в письменной речи, которые часто проявляются в упражнениях, заданиях, текстах по языку специальности, а также в конспектах, рефератах, докладах, курсовых работах по дисциплинам естественно-научного цикла.

Речевые ошибки (синтаксические) стали рассматриваться в трудах психологов и лингвистов относительно недавно – в конце XIX века. Проблемой речевых ошибок занимались как отечественные, так и зарубежные исследователи, указывавшие на важность анализа рассматриваемых ошибок (И.А. Бодуэн де Куртенэ, Л.В. Щерба, А.Н. Гвоздев, К.И. Чуковский,

В. Вундт и др.). Большое значение борьбе со смысловыми ошибками придавал В.И. Ленин, отмечавший в письме к Г.В. Плеханову важность исправления только тех ошибок, которые искажают смысл высказывания [7, с. 235].

Под синтаксическими нормами следует понимать общепринятое и обязательное употребление форм слов и синтаксических конструкций, под речевыми недочетами – лексические, морфологические и синтаксические ошибки – «слово или предложение, нарушающее стилевое единство и выразительность текста» [4, с.12].

В своей статье мы представим результаты анализа ошибок, связанных с употреблением иностранцами в речи сложносочиненных предложений (далее – ССП).

Цель данного исследования – проанализировать ошибки, которые допускают иностранцы при употреблении ССП. Проведенный анализ позволит детализировать классификацию синтаксических ошибок, будет способствовать разработке методики устранения типичных речевых ошибок.

Материалом исследования в статье явились синтаксические ошибки иностранных курсантов в письменной речи, которые часто проявляются в упражнениях, заданиях, текстах по языку специальности, а также в конспектах, рефератах, докладах, курсовых работах по дисциплинам естественно-научного и инженерно-технического профилей.

В методике преподавания русского языка как иностранного (далее – РКИ), как уже отмечалось, проблема синтаксических ошибок не имеет общепризнанной и научно-обоснованной классификации. Однако, как показывает практика, с целью предупреждения и преодоления синтаксических ошибок в письменной научной речи иностранных курсантов следует вести учет этих ошибок, а именно необходимо составить перечень «отрицательного грамматического материала». Опираясь на данные накопленного «отрицательного материала», мы сможем детализировать классификацию синтаксических ошибок, что позволит нам разработать методику устранения типичных речевых ошибок, допускаемых в письменной научной речи на уровне сложного предложения, которая будет способствовать формированию русскоязычной профессиональной коммуникативной компетенции будущих специалистов технического профиля.

Типичными ошибками в методике РКИ следует назвать речевые недочеты, которые являются наиболее частотными в речевой практике иностранца и относятся к наиболее сложному разделу изучаемого языка, в нашем случае – к синтаксису русского языка. Не стоит игнорировать тот факт, что типичные ошибки появляются в результате влияния родного языка на иностранный, то есть носят интерференционный характер, что вызвано взаимодействием двух или более языков, которыми владеют иностранные обучающиеся. В методике преподавания РКИ принято говорить о двух видах интерференции [2]:

1. Внутриязыковая (интралингвальная), которая представляет собой ошибочные ассоциативные связи в пределах изучаемого языка и проявляется в зависимости от действия различных психологических механизмов, то есть при внутриязыковой интерференции полученные ранее знания отрицательно влияют на усвоение новой информации – происходит смешение явлений изучаемого языка. В связи с этим выделяются следующие типы внутриязыковой интерференции: а) парафазия (ошибочное употребление одного слова вместо другого по принципу их схожести); б) образование по ложной аналогии – уподобление последующих форм слова первой главенствующей форме; в) контаминация – происходит смешение семантически близких слов, и получается одно смешанное слово.

2. Межъязыковая, представляющая собой ошибки, которые возникают между языками (на базе изучаемого языка) – под влиянием родного или уже изученного языка, то есть не зависят от конкретного языка. Еще одной причиной синтаксических ошибок можно назвать отсутствие

понимания семантики многих слов и синтаксических конструкций, в связи с чем иностранцы при изучении русского языка сталкиваются с трудностями не только при восприятии, но и при воспроизведении письменной научной речи.

Синтаксические ошибки, допускаемые в письменной речи иностранцев, имеют свою специфику, поскольку проявляются не только в структуре сложного предложения, но и на уровне слов и словосочетаний внутри сложного предложения. Синтаксические ошибки на уровне словосочетания – это нарушения в видах подчинительной связи (управлении, согласовании, примыкании). Синтаксические ошибки на уровне сложного предложения – это незнание грамматической природы сложного предложения, и как следствие – однообразие синтаксических конструкций, использование союзов без учета их значения и выражаемых ими смысловых отношений между предикативными частями сложного предложения, нарушение связи между главным и придаточным частями сложного предложения, нарушение видо-временной соотнесенности глаголов в сложном предложении.

Обратимся к описанию требований к элементарному, базовому, первому уровням владения РКИ, чтобы понять, какие грамматические средства характерны для данного этапа владения языком [5]. В описании требований к элементарному уровню владения русским языком как иностранным (общее владение) сложносочиненные предложения представлены союзами *и, а, но, или*. В описании требований к базовому уровню владения русским языком как иностранным (общее владение) сложносочиненные предложения представлены союзами *и, а, но, или, не только..., но и* (как правило, наблюдаются в основном на уровне простого предложения). В описании требований к первому уровню владения русским языком как иностранным (общее владение) сложносочиненное предложение представлено теми же союзами (*и, а, но, или*).

Предметом анализа в статье стали ошибки в сложносочиненных предложениях, которые свойственны иностранцам и не приводят к нарушению коммуникации, непониманию или неверному пониманию при общении, искажению отдельной фразы [1], то есть не являются отклонениями, ведущими «к сбою коммуникативного акта, к коммуникативной неудаче» [6, с. 2].

Синтаксические ошибки иностранцев, рассматриваемые в данной статье, в рамках сложного предложения, следует назвать коммуникативно незначимыми, поскольку они представляют собой нарушения тех норм изучаемого языка, которые не оказывают значительного влияния на понимание смысла высказывания, акта коммуникации. Однако встречаются также ошибки, которые затрудняют понимание смысла высказывания и могут считаться коммуникативно значимыми. Подобные ошибки малочисленны в речи иностранных курсантов инженерно-технического профиля.

Итак, рассмотрим синтаксические ошибки в ССП, допускаемые иностранцами в письменной речи. Условно их можно разделить на две большие группы – собственно синтаксические ошибки, касающиеся неправильного оформления самой структуры сложного предложения, и ошибки, встречающиеся в словах, словосочетаниях (управлении и согласовании) в предикативных частях ССП. Пунктуационные и орфографические ошибки в примерах не учитывались, поскольку анализируемые этапы обучения РКИ не предполагают формирования пунктуационных и орфографических навыков, поэтому написание слов и постановка знаков препинания соответствуют правилам русского языка. Исходя из анализа ошибок иностранцев, допускаемых в письменной речи на уровне ССП, мы можем выделить следующие нарушения речи:

1. Нарушение логико-грамматической связи между частями ССП – неудачное соединение разнородных простых предложений в одно сложносочиненное: *Военная энергетика имеет собственные задачи, но она появилась давно; Курсант ждет преподавателя, и выходит начальник факультета; Петербург – красивый город, но в нем много музеев.*

2. Использование местоимения во второй части ССП, которое приводит к двусмысленности в построении предложения и «нарушает требование точности» [3]: *Планы устройства портовых городов за полярным кругом появились давно, и они (города) стали развиваться.*

3. Собственно-синтаксические ошибки, связанные с неправильным выбором сочинительных союзов:

а) использование соединительного союза *и* для соединения предикативных частей ССП при отсутствии между ними соединительных отношений: *При прохождении тока по проводникам в них выделяется тепло, и различают виды короткого замыкания;*

б) использование соединительного союза *и* вместо противительных союзов *а, но*: *Один спит, и другой работает; Он получил хорошую прибыль, и я получил плохую прибыль;*

в) употребление противительных союзов *а, но* вместо соединительного союза *и* – используется противительный союз при отсутствии противительных отношений: *Наступила ночь, но мы стали спать; Энергетика – сложная дисциплина, а мы ее не понимаем;*

г) использование одного противительного союза вместо другого (несинонимичного по контексту) – *а* вместо *но* и наоборот: *Я изучаю энергетику, но он изучает маркетинг; У меня нет проблемы, но у него есть много проблем;*

д) неуместное употребление союза *и* при однородных предложениях с общим придаточным предложением, которое по смыслу не относится ко второй части главного предложения: *Когда мы приехали в Россию, мы учили русский язык и он хороший язык;*

е) неверное употребление двойных и повторяющихся союзов: *При налаженной системе электроснабжения корабли снабжаются электроэнергией с берега, но и весь комплекс береговых сооружений обеспечивается работой* (вместо *При налаженной системе электроснабжения не только корабли снабжаются электроэнергией с берега, но и весь комплекс береговых сооружений обеспечивается работой*);

ё) тавтологическое употребление одного сочинительного союза или комбинация одноименных структур закрытого типа с употреблением одного союза: *Он сделал задачу, и он пошел в увольнение, и он купил фрукты; Наступили каникулы, но мы в казарме, но еще нас не отпускают домой.*

4. Синтаксические ошибки, проявленные в структуре словосочетания в предикативных частях ССП (в основном при глагольном управлении):

а) неверный выбор падежных форм местоимений: *Я хочу получить образование, и поэтому меня нужен русский язык; Он обещал помочь, и мы рассчитываем на он; Студенты участвовали в олимпиаде, и факультет надеялся на они.* Часто наблюдается ошибка в употреблении падежной формы местоимений *он, она* – к форме дательного падежа неоправданно прибавляется буква *Н* (без предлога *к*), или же вместо формы дательного падежа (*ему, ей*) используется форма творительного падежа (*с ним, с ней*): *Я купил моей сестре подарок, но ней это не понравилось; Я купил одежду нему, и я дал ее с ним;*

б) ошибки в глагольном управлении: *Мой папа всегда был предприниматель (ем), но в последнее время возникли проблемы;*

в) неправильный выбор предлога в предложном падеже – *об* что вместо *о* чем: *Он рассказал о теории, но я вообще не понимал об что эта тема.* Как правило, предлоги *о, об, обо* используются с формами предложного падежа, «однозначность употребления обычно снижает частотность ошибок в данных сочетаниях» [6, с. 3];

г) ошибки, связанные с отсутствием представления о системе субъектно-объектных отношений в предложении, то есть неумение определять грамматическую основу предложения –

использование предложного падежа вместо именительного: *В ресторан был ограблен, но страховка заплатила за ущерб.*

5. Лексико-синтаксические ошибки, проявленные в предикативных частях сложного предложения и представляющие собой следующие структурные комбинации:

а) ошибочное употребление одного слова вместо другого ввиду бедности словарного запаса – проявление внутриязыковой интерференции: *Она была (испытывала) страх перед экзаменом, но экзамен был легкий;*

б) неуместное употребление инфинитива глагола вместо временных форм или же вместо отглагольных существительных, что ведет к сбою конструкции: *Я в России учиться, и я использовать русский язык; Я не сдал экзамен, но мой преподаватель дал мне шанс для пересдавать;*

в) неверное употребление морфологической категории числа – вместо единственного числа используется множественное: *Собственники энергетических предприятий равны перед законом, и они пользуются одинаковыми защитами законов;*

г) смешение формы возвратности/невозвратности глаголов в частях ССП: *Министерство энергетики и промышленности являет органом управления, и поэтому оно отвечает за реализацию государственной политик в энергетике; Государственные предприятия в энергетике осуществляют свою деятельность самостоятельно на коммерческой основе, но есть обязательное условие - заключение соглашения с Министерством энергетики.*

6. Нарушение порядка слов в предикативных частях сложного предложения: *Одна из компаний предложила нам сделку на выгодных условиях, и мы это с коллегой обсудить решили.*

7. Нарушение видо-временной соотнесенности глаголов внутри предикативных частей сложного предложения: *Он даст мне деньги, но я узнаю, что деньги это плохо; Внедрение подобных агрегатов позволило увеличить номинальную мощность без изменения габаритов, и оно дает значительную экономию цветного металла.*

Описанные нарушения в ССП, которые встречаются в письменных текстах (упражнениях и заданиях) иностранцев, не препятствуют пониманию смысла высказывания, поэтому их правильно будет квалифицировать как коммуникативно незначимые ошибки, не затрудняющие акт коммуникации.

Итак, с целью предупреждения и преодоления синтаксических ошибок в письменной научной речи иностранных курсантов следует вести учет этих ошибок, а именно необходимо составить перечень «отрицательного грамматического материала». Опираясь на данные накопленного «отрицательного материала», мы сможем детализировать классификацию синтаксических ошибок, что позволит нам разработать методику устранения типичных речевых ошибок, допускаемых в письменной научной речи на уровне сложного предложения, которая будет способствовать формированию русскоязычной профессиональной коммуникативной компетенции будущих специалистов инженерно-технического профиля.

Список литературы:

1. Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). – М., 2009. – С. 101.
2. Балыхина Т. М., Игнатьева О. П. Лингводидактическая теория ошибки и пути преодоления ошибок в речи иностранных учащихся: учебное пособие / Т. М. Балыхина, О. П. Игнатьева. - Москва: Изд-во Российского ун-та дружбы народов, 2006. - 195 с.
3. Добромыслов В.А. Речевые недочеты в письменных работах учащихся средней школы // Русский язык в школе. – 1941. - № 1. – С.37-38.

4. Сергеев Ф.П. Речевые ошибки и их предупреждение. Волгоград: Учитель, 2010. 87 с.
5. Требования по русскому языку как иностранному. Первый уровень. Общее владение. Второй вариант / Н.П. Андрюшина и др.— 2 е изд. — М. — СПб.: Златоуст, 2009. — 32 с.
6. Фомина Н.С. Коммуникативно значимые и незначимые ошибки в письменной речи тестируемых по русскому языку как иностранному // Концепт. – 2015. - № 12. С. 1-7.
7. Цховребов А.С. Синтаксическая ошибка в практике преподавания русского языка как иностранного // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Педагогика и психология. 2020. № 1 (50). С. 235-244.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Байчорова Хафиза Срафильевна , Старший преподаватель, Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail: baj-hafizka@mail.ru	Baychorova Khafiza S. , Senior Lecturer, MTI of Military academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, lecturer of the Department of Foreign and Russian languages, e-mail: baj-hafizka@mail.ru
Баранов Андрей Павлович , курсант. e-mail: andrey99p@icloud.com	Andrey Pavlovich Baranov , cadet. e-mail: andrey99p@icloud.com
Буллат Роман Евгеньевич , доктор педагогических наук доцент, Заведующий кафедрой педагогики и психологии экстремальных ситуаций, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России» e-mail: bulatrem@mail.ru	Bulat Roman E. , doctor of pedagogical Sciences, associate Professor, Head of the Department of pedagogy and psychology of extreme situations, St. Petersburg University Of the state fire service of EMERCOM of Russia e-mail: bulatrem@mail.ru
Воробьев Альберт Анатольевич , доктор технических наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований материально-технического обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации) Военной академии материально-технического обеспечения e-mail: maestro265@yandex.ru	Vorobyov Albert Anatolyevich , Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher at the Research Institute (Military System Research of Logistics of the Armed Forces of the Russian Federation) Military Academy of Logistics e-mail: maestro265@yandex.ru
Горьков Павел Александрович , кандидат военных наук, доцент, докторант, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, e-mail: gorkov1978@mail.ru	Gorkov Pavel Aleksandrovich , candidate of Military Sciences, docent, doctoral student, Military Academy of logistics named after army General A. V. Khrulev, e-mail: gorkov1978@mail.ru
Кашеева Кристина Викторовна , кандидат педагогических наук, доцент, преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского	Kashcheeva Kristina Viktorovna , Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, teacher, Military Space Academy named after A.F. Mozhaitsky
Кириленко Виктор Иванович , преподаватель 6 кафедры ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: komrad.kirilenko2010@yandex.ru	Kirilenko Viktor Ivanovich , teacher of the 6th Department of MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: komrad.kirilenko2010@yandex.ru
Кокарев Алексей Сергеевич , кандидат технических наук; доцент 103 кафедры Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского; e-mail: vka@mil.ru	Kokarev Alexey Sergeevich , Candidate of Technical Sciences; Associate Professor of the 103 Department of the Military Space Academy named after A.F.Mozhaitsky; e-mail: vka@mil.ru
Кондратьев Сергей Александрович , начальник кафедры, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: 71ks@bk.ru	Kondrat'ev Sergey Aleksandrovich , head of the department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: 71ks@bk.ru
Коновалов Владимир Борисович , доктор экономических наук, профессор, заместитель начальника Военной академии материально-технического обеспечения e-mail: vlad.conovalov@yandex.ru	Konovalov Vladimir Borisovich , doctor of economics, professor, Deputy Head of The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: vlad.conovalov@yandex.ru
Комаров Константин Михайлович , Начальник отдела, Филиал Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулёва» (г.Вольск) e-mail: komarov.k89@bk.ru	Komarov Konstantin Mikhailovich , Head of Department, Branch of the Federal State State Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev" (Volsk) e-mail: komarov.k89@bk.ru
Костырев Алексей Александрович , младший научный сотрудник, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, e-mail: alkostyrev@yandex.ru	Kostyrev Alexey Alexandrovich , junior researcher Military Academy of logistics named after army General A. V. Khrulev, e-mail: alkostyrev@yandex.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
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
Кулагин Андрей Владимирович , научный сотрудник, Научно-исследовательский институт (военно-системных исследований МТО ВС РФ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: Ku199121@mail.ru	Kulagin Andrey Vladimirovich , researcher, Research Institute (Military System Research of the logistics of the Armed Forces of the Russian Federation) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev e-mail: Ku199121@mail.ru
Левчук Анатолий Александрович , кандидат технических наук, доцент 103 кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского e-mail: vka@mil.ru	Levchuk Anatoly Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the 103 Department of the Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: vka@mil.ru
Литвинова Наталья Борисовна , доктор педагогических наук, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: skarlet27@list.ru	Litvinova Natalia B. , doctor of pedagogical sciences, assistant professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: skarlet27@list.ru
Мачнев Сергей Александрович , кандидат технических наук, доцент, доцент, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: machnevs@rambler.ru	Machnev Sergey Alexandrovich , Candidate of technical sciences, assistant professor, associate professor of the Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «A.F. Mozhaisky Military Space Academy» of the Russian Federation Defense Ministry e-mail: machnevs@rambler.ru
Миргородский Александр Николаевич , кандидат технических наук; старший преподаватель 43-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского; e-mail: mirgorodsky@km.ru	Mirgorodsky Alexander Nikolaevich , Candidate of Technical Sciences; Senior Lecturer of the 43rd Department of the Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky; e-mail: mirgorodsky@km.ru
Моторин Виктор Михайлович , кандидат технических наук, доцент, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: stmvm@yandex.ru	Motorin Victor Mikhailovich , candidate of technical sciences, associate professor, assistant professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: stmvm@yandex.ru
Мошина Елена Анатольевна , кандидат филологических наук, доцент кафедры, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: moshina@inbox.ru	Moshina Elena Anatolyevna , Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: moshina@inbox.ru
Несвит Павел Владимирович , младший научный сотрудник, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, e-mail: neswitpw@mail.ru	Nesvit Pavel Vladimirovich , junior researcher Military Academy of logistics named after army General A.V. Khrulev, e-mail: neswitpw@mail.ru
Петрушин Игорь Евгеньевич , кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: igor_petrostroy7@mail.ru	Igor E. Petrushin , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education "Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky" of the Ministry of Defense of the Russian Federation e-mail: igor_petrostroy7@mail.ru
Полыгалов Егор Олегович , курсант. e-mail: PolygaLOVE55@yandex.ru	Polygalov Egor Olegovich , cadet. e-mail: PolygaLOVE55@yandex.ru
Попов Максим Александрович , доктор педагогических наук, доцент, Генеральный директор ООО «Строительная компания Энерго» e-mail: delmich@yandex.ru	Popov Maxim Alexandrovich , Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, General Director of LLC "Construction Company Energo" e-mail: delmich@yandex.ru
Путилин Павел Александрович , кандидат технических наук, старший преподаватель, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: putpasha@mail.ru	Putilin Pavel Aleksandrovich , Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics email: putpasha@mail.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Руденко Александр Алексеевич , доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Технологии, организации и экономики строительства» ВИ (ИТ) ВА МТО e-mail: rudenkoa.a@mail.ru	Rudenko Alexandr Alekseevich , Dr. Economic Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of "Technology, Organization and Economics of Construction" MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: rudenkoa.a@mail.ru
Рузманов Максим Дмитриевич , адъюнкт, ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулёва» e-mail: rumd91@bk.ru	Ruzmanov Maksim Dmitrievich , post graduate student, The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: rumd91@bk.ru
Сергеева Наталья Геннадьевна , научный сотрудник, НИИ (ВСИ МТО ВС РФ) e-mail: pnagese@mail.ru	Sergeeva Natalia Gennadiyevna , Researcher, Research Institute (VSI MTO of the Armed Forces of the Russian Federation) e-mail: pnagese@mail.ru
Сорокин Никита Васильевич , курсант, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: Sorokin1999nikita@gmail.com	Sorokin Nikita V. , cadet, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: Sorokin1999nikita@gmail.com
Степенко Андрей Николаевич , кандидат технических наук, заместитель начальника Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского по тылу-начальник отдела e-mail: vka@mil.ru	Stepenko Andrey N. , candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky for the rear Head of the Department e-mail: vka@mil.ru
Таранцев Александр Алексеевич , доктор технических наук, профессор, Заведующий лабораторией, Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН. e-mail: t_54@mail.ru	Tarantsev Alexander Alexeevich , Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of Laboratory, Solomenko Institute Transport Problems RAS e-mail: t_54@mail.ru
Терехин Андрей Николаевич , кандидат технических наук, доцент, доцент 4 кафедры Военный институт (инженерно-технический) Военной Академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: a.n.terehin@yandex.ru	Terekhin Andrey Nikolaevich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the 4th Department Military Institute (Engineering and Technical) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev e-mail: a.n.terehin@yandex.ru
Тупицин Юрий Евгеньевич , кандидат технических наук, доцент, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: nordman14056@yandex.ru	Tupitsin Yuri E. , candidate of technical sciences, assistant professor, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: nordman14056@yandex.ru
Тучков Владимир Кириллович , кандидат технических наук, доцент кафедры, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ekotehtek-spb@mail.ru	Tuchkov Vladimir Kirillovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department, Military Institute (Engineering) Military Academy of Logistics named after General of the Army A.V. Khrulev e-mail: ekotehtek-spb@mail.ru
Усин Валерий Викторович , доктор технических наук, профессор, Главный научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук e-mail: usin.v.v@mail.ru	Valery Viktorovich Usin , Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal State Budgetary Institution of Science of the N.N. Semenov Federal Research Center for Chemical Physics of the Russian Academy of Sciences e-mail: usin.v.v@mail.ru
Ушакова Екатерина Андреевна , старший преподаватель, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет» e-mail: e.ushakova2@tltsu.ru	Ushakova Ekaterina Andreevna , Senior lecturer, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Togliatti State University" e-mail: e.ushakova2@tltsu.ru
Федоренко Андрей Владимирович , кандидат военных наук, заместитель начальника кафедры, Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского e-mail: favspb@mail.ru	Fedorenko Andrey Vladimirovich , candidate of military sciences, deputy head of the department, Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky e-mail: favspb@mail.ru
Хальметов Рамиль Ряшидович , адъюнкт 43 кафедры Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. e-mail: vka@mil.ru	Halmetov Ramil R. , post graduate student of the 43rd Department of the Military Space Academy named after A. F. Mozhaisky, e-mail: vka@mil.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Химчук Дмитрий Викторович , курсант. e- mail: grandfidlers@gmail.com	Khimchuk Dmitry Viktorovich , cadet e- mail: grandfidlers@gmail.com
Цховребов Алан Солтанович , кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры русского языка как иностранного и методики его преподавания, Санкт-Петербургский государственный университет. e-mail: alanec1985@mail.ru	Tskhovrebov Alan Soltanovich , candidate of pedagogical sciences, Senior Lecturer of the Department of Russian as a Foreign Language and Methods of its Teaching, St. Petersburg State University. e-mail: alanec1985@mail.ru
Шевчук Андрей Михайлович , Кандидат технических наук, доцент, доцент, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф.Можайского» Министерства обороны Российской Федерации e-mail: Andy_sheff@mail.ru	Shevchuk Andrey Michailovich , Candidate of technical sciences, Associate professor, Senior Researcher, Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «A.F. Mozhaisky Military Space Academy» of the Russian Federation Defense Ministry e-mail: Andy_sheff@mail.ru
Шинкевич Виктор Александрович , кандидат технических наук, старший научный сотрудник, старший преподаватель, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e- mail: Shinkevich61@mail.ru	Shinkevich Viktor Aleksandrovich , candidate of technical sciences, senior researcher, senior lecturer, Military Institute (Engineering) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev e- mail: Shinkevich61@mail.ru
Щербakov Андрей Викторович , начальник курса факультета энергетики, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: sherbakov.1985vs@mail.ru	Shcherbakov Andrey Viktorovich , Head of the course of the Faculty of Energy, Military Institute (Engineering) Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev e-mail: sherbakov.1985vs@mail.ru