

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №3(25)	Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №3(25)
Содержание	1 Contents
Редакционная коллегия	2 Editorial Board
Значимые даты и события	4 Significant dates and events
Лапшин Г.И. Выдающийся фортификатор России XX века	4 Kirilenko V. I.
Проектирование, строительство и реконструкция объектов военного назначения	6 Design, construction and reconstruction of military facilities
Короленок Л. М., Фаттахов Р.Ф., Снегирев А.Е., Сорокин Н.В. Методика оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах с учетом фактического состояния несущих конструкций Короленок Л. М., Снегирев А.Е., Сорокин Н.В. Математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва Шевцов С.А., Фетисов Е.В., Чернобровкин К.Ю. Теплонасосная технология сопряжения процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения помещений технико- эксплуатационной части	13 Korolenok L. M., Fattahov R.F., Snegirev A.E., Sorokin N.V. Methodology for assessing the degree of protection of reconstructed excavation special fortifications in non-rock soils, taking into account the actual state of load-bearing structures 23 Korolenok L. M., Snegirev A.E., Sorokin N.V. Mathematical model of calculation of reconstructed excavated special fortifications in non-rock soils on the impact of seismic and explosive waves of a nuclear explosion 31 Shevtsov S.A., Fetisov E.V., Chernobrovkin K.Yu. Heat pump technology of interfacing of processes of storage of aviation fuel and heat supply of technical and operational part premises
Воденисов А.В., Фатыхов Н.А. Исследование технических средств продовольственной службы для жизнеобеспечения малочисленных команд военнослужащих	38 Vodenisov A.V., Fatykhov N.A. Development of promising technical means for cooking and baking bread to small units
Усин В.В., Комаров К.М. Методика исследования зависимости значений «крест-фактора» основных передач коробки переключения передач ЯМЗ-239 от срока наработки с разработкой математических моделей	45 Usin V.V., Komarov K.M. Methodology for studying the dependence of the values of the "cross factor" of the main transmissions of the YAMZ-239 gearbox on the operating time with the development of mathematical models
Ермошин Н.А., Ковтун И.В. Моделирование поведения участников торгов при выборе подрядных организаций для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог Министерства обороны России	55 Ermoshin N.A., Kovtun I.V. Modeling the behavior of bidders when choosing contractors for the construction, maintenance and repair of highways of the Ministry of Defense of Russia

Содержание журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №3(25)		Contents of the journal "MILITARY ENGINEER" №3(25)	
Федоренко А.В., Ладышкин Г.С., Лебедь Б.П., Путилин П.А. Обоснование системы фортификационной защиты мобильных объектов при воздействии обычных средств поражения	59	Fedorenko A.V., Ladyshkin G.S., Lebed B.P., Putilin P.A. Justification of the system of fortification protection of mobile objects under the influence of conventional means of destruction	
Теория воинского обучения и воспитания Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Саркисова Е.А. Исследование лидерства в управленческой деятельности	66	Theory of military training and education Pashkin S.B., Sarkisov S.V., Sarkisova E.A. Research of leadership in management activities	
Лучшева Л.М., Алонцева А.И., Морозова О.А., Андреев С.М. Исследование интеллектуальных качеств личности и профессиональной надежности обучающихся	76	Luchsheva L.M., Alontseva A.I., Morozova O.A., Andreev S.M. Research of intellectual qualities of personality and professional reliability of students	
Алешичев С.Е. Формирование компетенций обучающихся при использовании виртуальных технических средств обучения	83	Aleshichev S.E. Formation of competencies in students when using virtual technical teaching aids	
Третьяков Ю.А., Авдеенко И.А. Опыт инженерного обеспечения сил Черноморского флота накануне войны и его значение в современных условиях	88	Tretyakov Yu.A., Avdeenko I.A. The experience of engineering support of the Black Sea Fleet forces on the eve of the war and its significance in modern conditions	
Сведения об авторах	94	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 05.08.2022	Бумага типографская
Редактор текстов на английском языке: Путилин П.А.	Подписано в печать 05.08.2022	Печать цифровая
Экспертиза текстов статей на объём заимствований: Зотов А.С.	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ № 3381
Дизайн обложки: Путилин П.А.		Тираж 300 экз.
Вёрстка: Путилин П.А.		Цена договорная

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, №2 (№24)

Николай Иванович Унгерман - выдающийся фортификатор России XX века.

К 140-летию со дня рождения.



140 лет тому назад, 17 сентября 1882 года в г. Гатчине Санкт-Петербургской губернии родился будущий начальник кафедры береговой фортификации Высшего военного инженерно-технического училища ВМФ (ВВИТУ ВМФ), генерал-лейтенант инженерных войск Николай Иванович Унгерман. Фортификатор, более пятидесяти лет своей жизни посвятивший научной и педагогической деятельности в области берегового оборонительного строительства, доктор технических наук, профессор, Н.И. Унгерман был человеком, достойно развивавшим передовые идеи русской и советской фортификационной школы.

Закончив Николаевское инженерное училище (1902 г.), Николаевскую Инженерную академию (1910 г.) служит в сапёрном батальоне, участвует в Русско-японской войне. В 1913-1917 годах Н.И. Унгерман принимает участие в строительстве Морской крепости Петра Великого.

За заслуги перед отечеством пожалован орденами Святого Станислава III степени,

Святой Анны II степени и Святого Владимира IV степени.

В Инженерной академии и на практике Николай Иванович воспитывался на передовых идеях своих замечательных учителей-фортификаторов, в основу взглядов которых было положено творческое использование форм инженерного искусства.

С первых дней Великой Октябрьской Социалистической революции Н.И. Унгерман, в чине полковника, безоговорочно перешел на её сторону и без колебаний отдал себя, свои знания и большой боевой и производственный опыт молодой Советской республике. В период с февраля 1918 г. по 1922 г. он работал в Главном морском Техническом управлении, принимает участие в оборонительных работах как внутри страны, так и на фронте в районе г. Петрозаводска и Онежского озера.

Свою педагогическую деятельность Н.И. Унгерман начал в 1922 году, в Военно-Технической академии (которая впоследствии была реорганизована в Военно-Инженерную и Артиллерийскую академии) и в 1923 году успешно защищает диссертацию на тему: «Основы устройства и типы береговых фортификационных укрытий». Он не прерывает связи с флотом и принимает непосредственное участие в проектировании и строительстве первых крупнокалиберных береговых батарей СССР. Им было разработано большое количество работ в направлении создания фортификационной защиты морских границ СССР.

В августе 1940 года Н.И. Унгерман назначается начальником кафедры береговой фортификации в ВВИТУ ВМФ.

Кафедрой под руководством Н.И. Унгермана, на основании его работ, создаются «Наставление по строительству временных береговых батарей», «Полевая фортификация» и другие фундаментальные труды. В 1945 Николаю Ивановичу присваивается ученая степень доктора технических наук.

Книги, написанные Николаем Ивановичем, долгое время являлись учебными пособиями при изучении курса полевой фортификации не только курсантами ВВИТУ ВМФ, но и слушателями и курсантами других военно-инженерных заведений.

Советское правительство высоко оценило заслуги Н.И. Унгермана перед Родиной, наградив его орденом Ленина, двумя орденами Красного Знамени, орденом Трудового Красного Знамени и рядом других наград.

Умер Николай Иванович 26 декабря 1958 года и похоронен на Большеохтинском кладбище в Санкт-Петербурге.

*В.С. Игнатчик, V.S. Ignatchik
С.Ю.Игнатчик, S.U. Ignatchik
Н.В. Кузнецова, N.V. Kuznetsova
М.А. Сеньюкович, M.A. Senyukovich*

**Двухпараметрический метод формирования профилей расчетных дождей
Two-parameter method for the formation of calculated rainfall profiles**

Аннотация. В настоящее время в связи с изменением климата фактическое среднее количество сверхрасчетных дождей превышает расчетное примерно в 15 раз. При обосновании мероприятий по адаптации эксплуатируемых систем водоотведения поверхностного стока важным инструментом являются гидравлические модели. Для них в качестве исходных данных являются расчетные дожди, представленные в виде графиков изменения во времени их интенсивностей (профиль дождей). В статье приводится разработанный двухпараметрический метод формирования профилей расчетных дождей.

Ключевые слова. Поверхностный сток, профиль дождя, гидравлическая модель, системы водоотведения поверхностного стока.

Annotation. Currently, due to climate change, the actual average amount of extra-calculated rainfall is about 15 times higher than estimated. Hydraulic models are an important tool in substantiating measures to adapt the operated systems of surface runoff water disposal. For them, the initial data are calculated rains, presented in the form of graphs of changes in time of their intensities (rain profile). The article presents the developed two-parameter method for the formation of calculated rain profiles.

Keywords. Surface runoff, rain profile, hydraulic model, surface runoff drainage systems.

За последние десятилетия в Российской Федерации и на объектах Минобороны России увеличилось количество подтоплений [1-3] в результате выпадения интенсивных дождей. На этот процесс влияет много факторов [4]. Одним из них является увеличение интенсивностей ливневых дождей [5, 6]. Кроме того, обзор литературных источников показывает, что в ближайшем будущем тенденция к увеличению интенсивности осадков продолжится [7–9].

По этим причинам системы водоотведения поверхностного стока урбанизированных территорий необходимо адаптировать к условиям изменившегося климата с учетом местных условий и особенностей схемных решений. При обосновании мероприятий по адаптации эксплуатируемых систем водоотведения поверхностного стока важным инструментом являются гидравлические модели. Для них в качестве исходных данных являются расчетные дожди, представленные в виде графиков изменения во времени их интенсивностей (далее – профили дождей). В отличие от стадии проектирования, когда расчетные дожди представлены в виде фиксированной детерминистической интенсивности для каждого участка сети, при моделировании требуется знание, как изменяется эта интенсивность во времени. Кроме того, для крупных городов с большими площадями водосборов не менее важной является информация о том, как изменяется интенсивность дождя не только во времени, но и пространстве [10].

В Российской Федерации профили дождей в практике гидравлических расчетов не применяются, хотя исследования по этим вопросам проводились [11-12]. В связи с этим такие модели необходимо создавать.

Большинство расчетных ходов дождей, доступных в литературе, появилось между 1970-ми и 1980-ми годами прошлого века с целью уменьшения неопределенности при проектировании путем формирования синтетических дождевых осадков в качестве входных данных для гидравлического моделирования. Проектные профили дождей можно разделить на две категории [13].

С одной стороны, есть профили, полученные прямо из кривых редукции [11]. Эти методы основывают свое построение либо на точке на кривой редукции, с которой они связывают различные геометрические фигуры, либо на всей кривой. К первой группе можно отнести прямоугольные [14], треугольные [15], Сифальда [16], двойные треугольники [17] или линейные/экспоненциальные [18] расчетные дожди. Чикагский расчетный дождь [19] или метод чередующихся блоков являются примерами, основанными на построении всей кривой редукции.

С другой стороны, известны дожди с синтетическими профилями, полученные на основе наблюдаемых закономерностей выпадения осадков, как это имеет место в случае профиля дождя, обоснованного Службой охраны водных ресурсов штата Иллинойс (ISWS) [16], дождя Национальной службы охраны ресурсов (NRCS) [17], дождей, полученных методом средней изменчивости (AVM) [18]. Принято считать, что наиболее современным является метод двухпараметрических функций [20], в котором связаны временное распределение, основанное на наблюдаемых реальных данных об осадках, с объемом осадков, полученным из кривой редукции, что обеспечивает более реалистичное временное распределение.

Изменение интенсивности дождя во времени, представляющее профиль расчетного дождя, может быть выражено в виде непрерывной аналитической функции следующего вида:

$$i(t) = i_0 * f(t), \quad (1)$$

где $t \geq 0$ (мин) - продолжительность дождя (в начале дождя $t=0$), $i(t)$ (мм/ч) - интенсивность дождя в момент времени t , i_0 (мм/ч) - мгновенная максимальная интенсивность дождя, а $f(t)$ – искомая безразмерная, непрерывная и дифференцируемая аналитическая функция. Функция $f(t)$ должна описывать жизненный цикл активности конвективного дождя, т. е. начальный рост до достижения значения i_0 с последующей стадией спада во времени, для которой характерно постепенное затухание осадков.

Таким требованиям соответствует безразмерная функции гамма-типа с одним параметром, который описывает быструю начальную стадию роста интенсивности до достижения максимального значения, за которым следует более медленная стадия убывания, асимптотическая во времени и стремящаяся к нулевому значению, когда время растет к бесконечности.

$$f(t) = \varphi * t * e^{1-\varphi*t}, \quad (2)$$

где φ - параметр (мин⁻¹).

Функция $f(t)$ имеет следующие свойства:

$$f(0) = 0, \quad (3)$$

$$f(t \rightarrow \infty) = 0, \quad (4)$$

$$f(t) = \varphi * (1 - \varphi * t) * e^{1-\varphi*t}, \quad (5)$$

Поэтому, функция $f(t)$ имеет относительный максимум в точке $t = t_0 = \varphi^{-1}$, т.е.

$$f'(t_0) = 1. \quad (6)$$

Поскольку продолжительность t_c дождя конечна, то для аргумента этой функции необходимо установить граничное значение. Для минимизации отклонений теоретического и

практического профилей дождей его целесообразно определить, как долю η_1 от максимума так, чтобы:

$$f(t_c) = \eta_1, \quad (7)$$

где t_c (мин) представляет собой общую продолжительность дождя, где $t_c > t_0$ и $0 < \eta_1 < 1$. Наиболее приемлемые значения η_1 показаны в таблице 1. Вводя условия, указанные в уравнении (7) в уравнение (2), получаем следующее:

$$f(t_c) = \varphi * t_c * e^{1-\varphi*t_c} = \eta_1. \quad (8)$$

Для уравнения (8) возможно следующее решение:

$$t_c = \frac{\eta_2}{\varphi}, \quad (9)$$

поскольку выполняется условие:

$$\varphi * t_c * e^{1-\varphi*t_c} = \varphi * \frac{\eta_2}{\varphi} * e^{1-\varphi*\frac{\eta_2}{\varphi}} = \eta_2 * e^{1-\eta_2} = \eta_1. \quad (10)$$

Таким образом, при условии определения граничного значения, например 5 %, продолжительность дождя определяется как функция параметра φ через уравнение (9) с $\eta_2 = 5,7439$.

Для оценки относительной погрешности введенного ограничения проинтегрируем предложенную аналитическую функцию:

$$F_{[t_1;t_2]} = \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt = \int_{t_1}^{t_2} \varphi * t * e^{1-\varphi*t} dt = (t_1 + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_1} - (t_2 + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_2}, \quad (11)$$

где $0 < t_1 < t_2 < t_c$ Одновременно применяя уравнения (9) и (11) получаем следующее:

$$F_{[0;t_c]} = \frac{e}{\varphi} - (t_c + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_c} = \frac{e}{\varphi} * [1 - (t_c + \eta_2) * e^{-\eta_2}], \quad (12)$$

$$F_{[0;\infty]} = \frac{e}{\varphi}, \quad (13)$$

$$\frac{F_{[0;t_c]}}{F_{[0;\infty]}} = 1 - (t_c + \eta_2) * e^{-\eta_2}. \quad (14)$$

Таким образом, в соответствии с уравнением (14) результат не зависит от параметра φ . Например, если граничное условие принимается на уровне 5% ($\eta_1=0,05$), то оно автоматически приводит к $\eta_2 = 5,7439$ (см. таблицу 1), и, следовательно,

$$\frac{F_{[0;t_c]}}{F_{[0;\infty]}} = 0,98. \quad (15)$$

Таким образом, граничное условие в 5% для $f(t)$ эквивалентен установлению общей продолжительности дождя, когда уже выпало 98 % суммарных осадков по отношению к фактическому 100 % дождю.

Таблица 1. Параметры η_1 и η_2 для разных критериев граничных условий.

Критерий усечения в процентах от пикового значения интенсивности	η_1	η_2
1%	0,01	7,6386
5%	0,05	5,7439
10%	0,10	4,8897

Из уравнений (1) и (11), общее количество осадков (мм) может быть получено для заданного интервала времени $[t_1; t_2]$, следующим образом:

$$P_{[t_1; t_2]} = \int_{t_1}^{t_2} i(t) dt = \frac{i_0}{60} * \int_{t_1}^{t_2} f(t) dt = \frac{i_0}{60} * \left[\left(t_1 + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\varphi * t_1} - \left(t_2 + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\varphi * t_2} \right], \quad (16)$$

Средняя интенсивность осадков (мм/ч) в течение такого заданного интервала времени может быть рассчитана следующим образом:

$$i_{[t_1; t_2]} = \frac{i_0}{60 * (t_2 - t_1)} * \left[\left(t_1 + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\varphi * t_1} - \left(t_2 + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\varphi * t_2} \right], \quad (17)$$

Таким же образом общее суммарное количество осадков за интервал времени $[0, t]$ дает следующее:

$$P_{[0; t]} = \frac{i_0}{60} * \left[\left(\frac{1}{\varphi} \right) - \left(t + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\varphi * t} \right], \quad (18)$$

Заменяв $t = t_c$ в уравнении (18) и подставив уравнение (9) получаем общее количество осадков для теоретического дождя, определяемое следующим выражением:

$$P_{[0; t_c]} = \frac{i_0}{60} * \left[\left(\frac{1}{\varphi} \right) - \left(\frac{\eta_2}{\varphi} + \frac{1}{\varphi} \right) * e^{1-\eta_2} \right]. \quad (19)$$

В случае принятия граничных условий на уровне 5% ($\eta_1 = 0,05$) получаем упрощённое выражение для общего суммарного количества осадков, связанное с аналитическим дождем:

$$P_{[0; t_c]} = 0,0443 * \frac{i_0}{\varphi}. \quad (20)$$

С целью окончательного формирования профиля расчетного дождя принимая dt (в минутах) определяем интервал наиболее интенсивных осадков по оси времени так, чтобы

$$I_{\Delta t} = \frac{i_0}{60} * \max \{ F_{[t; t+dt]} \}, \quad (21)$$

где $t < t_0 < t + dt$ и $I_{\Delta t}$ — максимальная интенсивность дождя (мм ч⁻¹) для наиболее интенсивного интервала ливня, как показано на рис. 1.

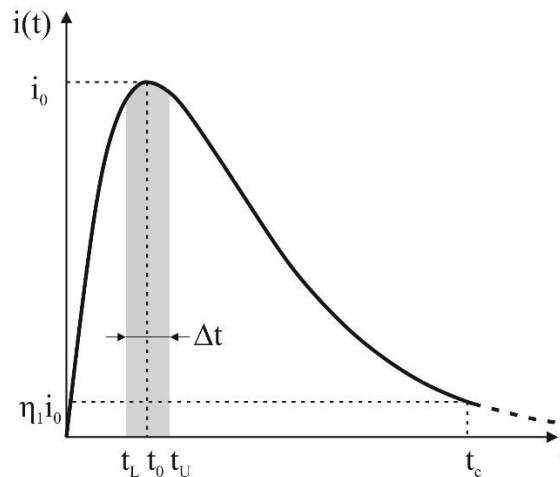


Рис. 1. Наиболее интенсивный интервал ливня, определяемый $[t_L; t_U]$ для временного интервала агрегации dt .

Предположим, что указанный выше центральный интервал

$$[t_L; t_U] = \left[\frac{1}{\varphi} - x * dt; \frac{1}{\varphi} + (1-x) * dt \right]. \quad (22)$$

Как показано на рис. 1, максимум функции

$$\begin{aligned}
F_{[t_L; t_U]} &= (t_L + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_L} - (t_U + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_U} = (\frac{1}{\varphi} - x * dt + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*(\frac{1}{\varphi} * x * dt)} - \\
&\quad - (\frac{1}{\varphi} + (1-x) * dt + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*(\frac{1}{\varphi} + (1-x) * dt)} = \\
&= (\frac{1}{\varphi} - [\frac{1}{\varphi * dt} - \frac{e^{1-\varphi*dt}}{1-e^{1-\varphi*dt}}] * dt + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*(\frac{1}{\varphi} - [\frac{1}{\varphi * dt} - \frac{e^{1-\varphi*dt}}{1-e^{1-\varphi*dt}}] * dt)} - \\
&\quad - (\frac{1}{\varphi} + (1 - [\frac{1}{\varphi * dt} - \frac{e^{1-\varphi*dt}}{1-e^{1-\varphi*dt}}]) * dt + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*(\frac{1}{\varphi} + (1 - [\frac{1}{\varphi * dt} - \frac{e^{1-\varphi*dt}}{1-e^{1-\varphi*dt}}]) * dt)}, \tag{22a}
\end{aligned}$$

имеет решение относительно вспомогательной переменной x , равной $0 < x < 1$. Оно может быть представлено следующей зависимостью:

$$x = \frac{1}{\varphi * dt} - \frac{e^{1-\varphi*dt}}{1-e^{1-\varphi*dt}}. \tag{23}$$

Следовательно, согласно уравнению (17) максимальная интенсивность дождя может быть рассчитана следующим образом:

$$I_{dt} = \frac{i_0}{dt} * \left[(t_L + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_L} - (t_U + \frac{1}{\varphi}) * e^{1-\varphi*t_U} \right]. \tag{24}$$

Таким образом, основными производными свойствами выбранной аналитической формы шторма являются общая продолжительность дождя с учетом граничного условия (уравнение 9), общее количество осадков (уравнение 20) и максимальная интенсивность для заданного временного уровня агрегации dt (уравнение 24). Все эти соотношения однозначно выражаются как функции двух параметров дождя i_0 и φ .

Практическую применимость разработанного двухпараметрического метода формирования профилей расчетных дождей иллюстрируем на примере Санкт-Петербурга при следующих исходных данных, характерных для неактуализированных климатических параметров: $I_{10} = 35,33$ (мм/ч), $I_{60} = 9,90$ (мм/ч) для принятого периода повторяемости = 1 год. Тогда, $I_{10}/I_{60} = 3,56$, а $n = 0,71$ $\varphi = 0,1837$ мин⁻¹ и $i_0 = 40,21924$ мм/ч. При таких параметрах профиль Санкт-Петербургского дождя имеет вид, представленный на рис. 2.

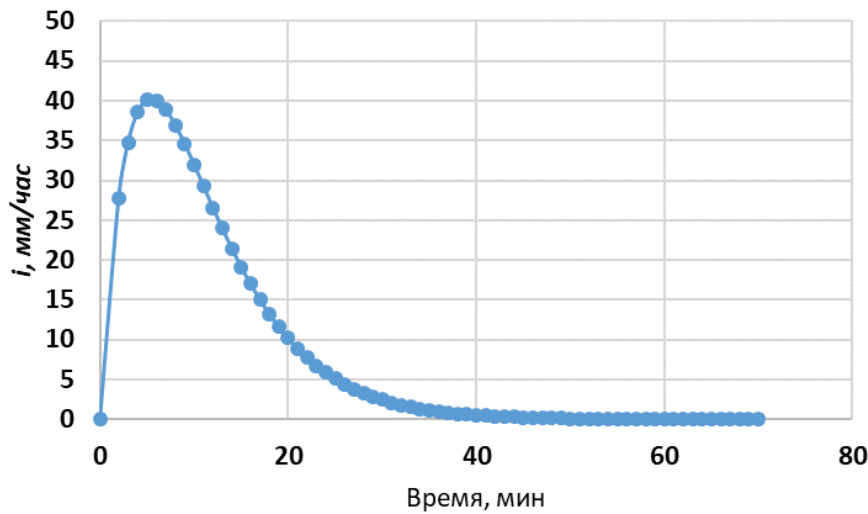


Рис. 2. Профиль Санкт-Петербургского расчетного дождя при $p=1$.

Литература

1. Pulhin, J.M.; Inoue, M.; Shaw, R.; Pangilinan, M.J.Q.; Catudio, M.L.R.O. Climate Change and Disaster Risks in an Unsecured World. In *Climate Change, Disaster Risks, and Human Security*; Pulhin, J.M., Inoue, M., Shaw, R., Eds.; Springer: Singapore, 2021; pp. 1–19.
2. Серебрицкий И. А. Опыт Санкт-Петербурга в вопросах управления адаптацией к изменениям климата и смягчения антропогенного воздействия на климатическую систему [электронный ресурс]. [http:// www.infoeco.ru/index.php?id=8780](http://www.infoeco.ru/index.php?id=8780) (дата обращения 29.06.2020).
3. Павловский А. А. О ливневых затоплениях некоторых территорий Санкт-Петербурга при современных изменениях климата // *Общество. Среда. Развитие*. 2013. Вып. 2. С. 251–256.
4. Волков С.Н., Лукьянчук М. Ю., Житенев А.И., Рублевская О.Н., Ерофеев В.В., Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н.В. Системы отведения поверхностного стока: проблемы и решения. /*Водоснабжение и санитарная техника* / 2022. № 7. С. 53–60.
5. Игнатчик В. С., Игнатчик С. Ю., Кузнецова Н. В., Феськова А. Я. Влияние изменений климата на гидравлические режимы систем отведения поверхностного стока / *Вода и экология: проблемы и решения*. 2020. № 4 (84). С 50 – 57.
6. Волков С. Н., Житенев А. И., Рублевская О.Н., Костенко И. Г., Игнатчик В. С., Игнатчик С. Ю., Кузнецова Н. В., Сеньюкович М. А. Особенности оценки расчетных интенсивностей дождей с учетом экстремальных ливней. 2021. № 7. С. 50–55.
7. Seneviratne, S.I.; Nicholls, N.; Easterling, D.; Goodess, C.M.; Kanae, S.; Kossin, J.; Luo, Y.; Marengo, J.; McInnes, K.; Rahimi, M. Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*; Field, C.B., Barros, V., Stocker, T.F., Qin, D., Dokken, D.J., Ebi, K.L., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G.-K., Allen, S.K., et al., Eds.; A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA, 2012; pp. 109–230.
8. Westra, S.; Fowler, H.J.; Evans, J.P.; Alexander, L.V.; Berg, P.; Johnson, F.; Kendon, E.J.; Lenderink, G.; Roberts, N.M. Future Changes to the Intensity and Frequency of Short-Duration Extreme Rainfall. *Rev. Geophys.* 2014, 52, 522–555.
9. Лебедев С.А. Климатические изменения температуры поверхности и уровня Балтийского моря по данным дистанционного зондирования. *Янтарочный мост. Журнал региональных исследований. Фонд «Янтарный мост»*. № 1(1), апрель — июнь 2014. С. 78 – 95.
10. Кармазинов Ф. В., Житенев А. И., Шунто И. П., Кузьмин В. А., Игнатчик В. С., Игнатчик С. Ю., Кузнецова Н. В. и др. Применение вероятностно-статистических методов при определении требуемой производительности узлов регулирования общесплавных систем водоотведения. /*Водоснабжение и санитарная техника*. 2018. № 11. С. 4–10.
11. Курганов А. М. Закономерности формирования и движения дождевых стоков в безнапорных трубопроводах: диссертация ... доктора технических наук: 05.23.04. - Ленинград, 1980. - 433 с.
12. Алексеев М.И., Курганов А.М. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий / М.И. Алексеев, А.М. Курганов: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. – 2000.
13. Rosario Balbastre-Soldevila, Rafael García-Bartual and Ignacio Andrés-Doménech. Estimation of the G2P Design Storm from a Rainfall Convectivity Index. *Water* 2021, 13, 1943. <https://doi.org/10.3390/w13141943>;
14. Kuichling, E. The Relation between the Rainfall and the Discharge of Sewers in Populous Districts. *Trans. Am. Soc. Civ. Eng.* 1889, 20, 1–56.

15. Yen, B.C.; Chow, V.T. Closure to “Design Hyetographs for Small Drainage Structures”. J. Hydraul. Div. 1981, 107, 945–946.
16. Sifalda, V. Entwicklung eines Berechnungsregens für die Bemessung von Kanalnetzen. Gwf-Wasser/Abwasser 1973, 114, 435–440.
17. Desbordes, M. Urban Runoff and Design Storm Modelling. In Proceedings of the International Conference on Urban Storm Drainage, Southampton, UK, 11–14 April 1978; Pentech Press: London, UK, 1978; pp. 353–361.
18. Watt, W.E.; Chow, K.C.A.; Hogg, W.D.; Lathem, K.W. A 1-h urban design storm for Canada. Can. J. Civ. Eng. 1986, 13, 293–300.
19. Keifer, C.J.; Chu, H.H. Synthetic Storm Pattern for Drainage Design. J. Hydraul. Div. 1957, 83, 1332.
20. Алексеев М.И., Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю. и др. Разработка методов адаптации систем водоотведения поверхностного стока к условиям изменяющегося климата. Часть 2. Развитие метода предельных интенсивностей для гидравлического расчета сетей водоотведения поверхностного стока с учетом неравномерности распределения интенсивности дождей / Отчет по НИР, № государственной регистрации -122060200041-4. ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России. 2022 г. – 69 стр.

Методика оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в не скальных грунтах с учетом фактического состояния несущих конструкций

Methodology for assessing the degree of protection of reconstructed excavation special fortifications in non-rock soils, taking into account the actual state of load-bearing structures

Аннотация:

Статья посвящена вопросу оценки степени защиты существующих котлованных специальных фортификационных сооружений, а именно необходимости производить прямой динамический расчет в пространственной постановке согласно методикам, учитывающих повреждения и дефекты несущих конструкций, полученные в процессе эксплуатации и выявленные в процессе комплексного обследования в процессе оценивания. В данной статье авторами предложена методика оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в не скальных грунтах с учетом фактического состояния несущих конструкций, отвечающая вышеупомянутым требованиям.

Abstract:

The article is devoted to the issue of assessing the degree of protection of existing excavated special fortifications, namely, the need to make a direct dynamic calculation in spatial formulation according to methods that take into account the damage and defects of load-bearing structures obtained during operation and identified during a comprehensive survey in the evaluation process. In this article, the authors have proposed a methodology for assessing the degree of protection of reconstructed excavation special fortifications in non-rock soils, taking into account the actual condition of the load-bearing structures, meeting the above requirements.

Ключевые слова: *котлованные специальные фортификационные сооружения (КСФС), реконструкция, сейсмозрывные волны ядерного взрыва, методика расчета.*

Keywords: *excavation of special fortifications (ESF), reconstruction, seismic waves of a nuclear explosion, calculation method.*

Введение. Главной задачей укрепления национальной обороны в среднесрочной перспективе, определенной в стратегии национальной безопасности Российской Федерации, является переход на более качественный новый облик Вооруженных Сил Российской Федерации. Одним из аспектов ее решения является повышение боевого потенциала войск (сил) за счет строительства, реконструкции и обеспечения надлежащего технического состояния эксплуатируемых объектов военной инфраструктуры, в том числе специальных котлованных фортификационных сооружений.

Для поддержания и восстановления существующих котлованных фортификационных специальных сооружений в соответствующем боевым задачам состоянии необходимо своевременное проведение работ по реконструкции и капитальному ремонту. Для выбора оптимального варианта восстановления (реконструкция или капитальный ремонт) необходимо выполнить комплексное обследование технического состояния строительных конструкций котлованного специального фортификационного сооружения.

Ключевыми задачами комплексного обследования являются определение фактического состояния основных конструктивных элементов (физико-механических свойств конструкционных материалов), проведение поверочных расчетов строительных конструкций, проверка соответствия СФС требуемому классу защиты.

Для оценки степени защиты существующих котлованных специальных фортификационных сооружений необходимо производить прямой динамический расчет в пространственной постановке учетом повреждений и дефектов несущих конструкций, полученных в при эксплуатации и выявленных в процессе комплексного обследования.

Существующие методики [2, 8, 9 и др.] не позволяют учитывать влияние накопленных в процессе эксплуатации повреждений и дефектов несущих конструкций при оценке их степени защиты.

Отсутствие современных, отвечающих сложившимся в строительстве условиям методики, позволяющей научно обоснованно, оперативно и с достаточной степенью точности оценить степень защиты существующих и реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений с учетом эксплуатационных повреждений и дефектов несущих конструкций, обуславливает актуальность разработанной авторами и изложенной в данной статье методики.

Описание методики.

Сущность методики оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах с учетом фактического состояния несущих конструкций состоит в том, что оценивание выполняется путем сбора информации автоматизированной системой и расчетом на сейсмовзрывное воздействие. Описание структуры и основных характеристик данной системы приведены в патенте на изобретение [10].

Автоматизированная система включает в себя аппаратно-программные технические устройства, собирающие исходные данные для последующего расчета. Структурная схема предлагаемой системы оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений (КСФС) приведена на рисунке (Рис. 1).

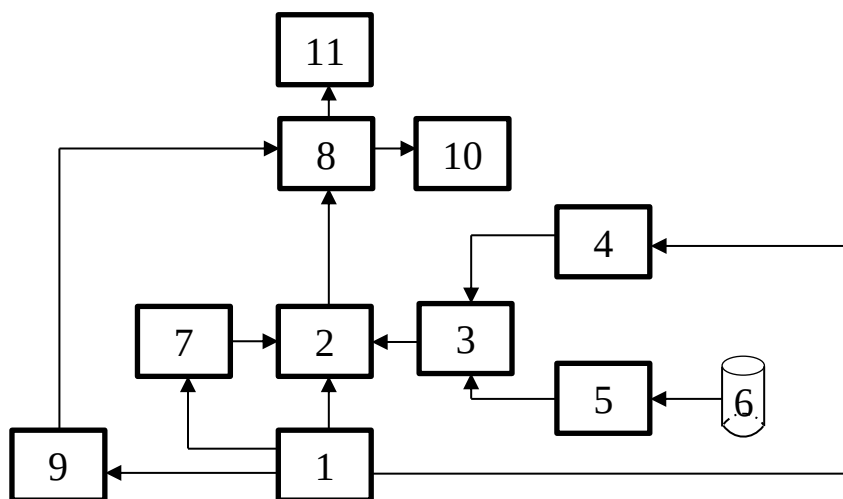


Рисунок 1. Схема системы оценки степени защиты реконструируемых КСФС.

1 – Блок ввода параметров, 2 – Блок формирования дискретной модели расчетной области, 3 – Блок синтеза акселерограммы, 4 – Блок расчета амплитудных параметров, 5 – Блок расчета сейсмических воздействий, 6 – База данных землетрясений, 7 – Блок моделирования сейсмического воздействия, 8 – Блок определения напряженно-деформированного состояния

конструкций, 9 – Автономный блок хранения данных по обследованию сооружений, 10 – Блок памяти, 11 – Блок отображения информации.

Функциональное назначение структурных элементов автоматизированной системы оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений представляется следующим описанием.

Описание структурных элементов автоматизированной системы.

Блок ввода параметров предназначен для получения исходных данных от оператора системы для последующего выполнения расчетных операций по оценке степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений.

Вводимыми параметрами для последующего моделирования расчетной области из грунтового массива фортификационного сооружения котлованного типа являются: скорость распространения фронта воздушной ударной волны, напряжение в волне сжатия, высота области, ширина области, длина области, высота сооружения, ширина сооружения, глубина сооружения, физико-механические характеристики грунтового массива (модуль деформации, объемный вес, коэффициент Пуассона, удельное сцепление, угол внутреннего трения), физико-механические характеристики материалов конструкции (объемный вес, коэффициент Пуассона, модуль упругости), исходные данные для моделирования сейсмовзрывного воздействия на сооружение), результаты обследования технического состояния специальных фортификационных сооружений и соответствующие заключения о возможности дальнейшей эксплуатации объектов после воздействия воздушной ударной волны заданной мощности (максимальное допустимое значение мощности воздушной ударной волны для сооружения с учетом его технического состояния), сведения о прошлых землетрясениях (магнитуда и эпицентральное расстояние района исследования) [1, 2, 3].

Блок формирования дискретной модели расчетной области предназначен для моделирования расчетной области местонахождения фортификационного сооружения на основе полученных данных от блока ввода параметров.

Функциональное назначение блока формирования дискретной модели расчетной области заключается в разбиении грунтового массива на гексаэдральные конечные элементы и разбиении конструкции фортификационного сооружения котлованного типа на оболочечные конечные элементы. Конечные элементы, составляющие грунтовой массив, характеризуются векторными параметрами, которые задаются блоком формирования дискретной модели расчетной области – перемещениями, деформациями и напряжениями. Конечные элементы, составляющие фортификационное сооружение, характеризуются векторными параметрами, которые также задаются блоком формирования дискретной модели расчетной области – усилиями и узловыми перемещениями [4,5]. Кроме этого, блок формирования дискретной модели расчетной области предназначен для синтеза матричных уравнений, описывающих динамическое поведение оболочечных конечных элементов. Блок синтеза акселерограммы предназначен для формирования акселерограммы колебательного процесса, определяющего природное сейсмическое воздействие на котлованное специальное фортификационное сооружение. Получение акселерограммы блоком осуществляется на основе полученных данных от блока расчета амплитудных параметров и блока расчета сейсмических воздействий.

Блок расчета амплитудных параметров предназначен для определения параметров акселерограммы по закону синуса на основе данных о гармониках колебаний, полученных от блока ввода параметров [6].

Блок расчета сейсмических воздействий предназначен для определения спектральных скоростей сейсмических колебаний коренных пород и определения магнитуды и

местоположения эпицентра моделируемого землетрясения на основе параметров прошлых землетрясений, полученных от базы данных землетрясений. Спектральные характеристики сейсмических параметров передаются блоком расчета сейсмических воздействий в блок синтеза акселерограммы для формирования акселерограммы колебательного процесса [7].

База данных землетрясений предназначена для хранения информации о параметрах прошлых землетрясений – магнитуде и эпицентрального расстояния района исследования. На основе указанной информации определяется спектральная скорость сейсмических колебаний коренных пород.

Блок моделирования сейсмовзрывного воздействия предназначен для моделирования динамической нагрузки, оказывающей воздействие на котлованное специальное фортификационное сооружение. Блок моделирования сейсмовзрывного воздействия выполняет определение максимального напряжения в направлении распространения волны сжатия, приложенной к деформированной расчетной схеме сооружения, полученной после моделирования расчетной области в блоке формирования дискретной модели расчетной области и моделирования природного сейсмического воздействия на сооружение блоком синтеза акселерограммы [8].

Блок определения напряженно-деформированного состояния конструкций предназначен для формирования уравнений состояния, отражающих основные физические закономерности деформирования грунтовой среды и конструкции обделки специального фортификационного сооружения котлованного типа. Кроме этого, из автономного блока хранения данных по обследованию сооружений в блок определения напряженно-деформированного состояния конструкций поступает информация о степени защиты сооружения, определенной по результатам обследования технического состояния объекта (способность выдержать заданное расчётное значение избыточного давления на фронте воздушной ударной волны, проходящей над сооружением). Полученная информация от автономного блока хранения данных по обследованию сооружений и блока формирования дискретной модели расчетной области позволяет блоку определения напряженно-деформированного состояния конструкций выполнять оценку степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений на основе сравнения значений избыточного давления во фронте воздушной ударной волны, полученных при обследовании объекта и при моделировании сейсмических, а также сейсмовзрывных воздействий.

Автономный блок хранения данных по обследованию сооружений предназначен для хранения информации, загружаемой оператором системы, о результатах обследования технического состояния специальных фортификационных сооружений и соответствующих заключений о возможности дальнейшей эксплуатации объектов после воздействия воздушной ударной волны заданной мощности.

Блок памяти предназначен для хранения информации, формирования статистических данных по результатам моделирования сейсмического и сейсмовзрывного воздействий, по результатам оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений.

Блок отображения информации предназначен для вывода информации и представления в наглядном графическом виде оператору системы сведений о результатах оценки степени защиты специальных фортификационных сооружений котлованного типа на основе введенных исходных параметров и информации, полученной путем обработки и расчета.

Функционирование автоматизированной системы.

Автоматизированная система оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений функционирует следующим образом.

Оператором системы через дополнительные устройства ввода-вывода осуществляется ввод исходных параметров в блок ввода параметров. Характеристиками, значения которых вводятся в блок ввода параметров, являются: скорость распространения фронта воздушной ударной волны, напряжение в волне сжатия, высота расчетной области, ширина расчетной области, длина расчетной области, высота сооружения, ширина сооружения, глубина сооружения, физико-механические характеристики грунтового массива (модуль деформации, объемный вес, коэффициент Пуассона, удельное сцепление, угол внутреннего трения), физико-механические характеристики материалов конструкции (объемный вес, коэффициент Пуассона, модуль упругости), исходные данные природного сейсмического воздействия на сооружение (число гармоник, максимальная амплитуда ускорений для каждой гармоники, время воздействия), исходные данные для моделирования сейсмовзрывного воздействия на сооружение (время прохождения волны сжатия на глубину z , эффективное время, время нарастания напряжения до максимальной величины, скорости распространения упругих и упругопластических деформаций), сведения о результатах обследования технического состояния специальных фортификационных сооружений и соответствующих заключений о возможности дальнейшей эксплуатации объектов после воздействия воздушной ударной волны заданной мощности (в том числе, максимальное допустимое значение мощности воздушной ударной волны для сооружения с учетом его технического состояния), сведения о прошлых землетрясениях (магнитуда и эпицентральное расстояние района исследования). Данные значения параметров в зависимости от их назначения передаются блоком ввода параметров в блоки формирования дискретной модели расчетной области, расчета амплитудных параметров, моделирования сейсмовзрывного воздействия, автономный блок хранения данных по обследованию сооружений для решения конкретных задач, базу данных землетрясений.

Так, для формирования дискретной модели расчетной области блок ввода параметров передает в блок формирования дискретной модели расчетной области сведения о скорости распространения фронта воздушной ударной волны, напряжении в волне сжатия, высоте расчетной области, ширине расчетной области, длине расчетной области, высоте сооружения, ширине сооружения, глубине сооружения, физико-механических характеристиках грунтового массива (модуль деформации, объемный вес, коэффициент Пуассона, удельное сцепление, угол внутреннего трения), физико-механических характеристиках материалов конструкции (объемный вес, коэффициент Пуассона, модуль упругости).

Для расчета амплитудных параметров акселерограммы блок ввода параметров передает в блок расчета амплитудных параметров исходные данные о природном сейсмическом воздействии на сооружение – число гармоник, максимальную амплитуду ускорений для каждой гармоники, время воздействия.

Для моделирования сейсмовзрывного воздействия на котлованное специальное фортификационное сооружение блок ввода параметров передает в блок моделирования сейсмовзрывного воздействия исходные данные для моделирования сейсмовзрывного воздействия на сооружение – время прохождения волны сжатия на глубину z , эффективное время, время нарастания напряжения до максимальной величины, скорости распространения упругих и упругопластических деформаций.

Для оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений путем сравнения значений избыточного давления во фронте воздушной ударной волны, полученных при обследовании объекта и при моделировании сейсмических, а также сейсмовзрывных воздействий, блок ввода параметров передает в автономный блок хранения данных по обследованию сооружений сведения о результатах обследования технического состояния специальных фортификационных сооружений и соответствующих заключений о

возможности дальнейшей эксплуатации объектов после воздействия воздушной ударной волны заданной мощности, в том числе – максимальное допустимое значение мощности воздушной ударной волны для сооружения с учетом его технического состояния.

Для хранения информации о параметрах прошлых землетрясений и использования ее для определения спектральных скоростей сейсмических колебаний коренных пород блок ввода параметров передает в базу данных землетрясений сведения о прошлых землетрясениях (магнитуда и эпицентральное расстояние района исследования).

На основе полученных данных от блока ввода параметров блок формирования дискретной модели расчетной области выполняет моделирование расчетной области местонахождения фортификационного сооружения путем разбития грунтового массива на гексаэдральные конечные элементы и разбития конструкции фортификационного сооружения котлованного типа на оболочечные конечные элементы.

Для всех конечных элементов, составляющих грунтовый массив, назначаются векторные параметры блоком формирования дискретной модели расчетной области – перемещения, деформации и напряжения. Для всех конечных элементов, составляющих фортификационное сооружение, назначаются векторные параметры блоком формирования дискретной модели расчетной области – усилия, узловые перемещения. Затем блоком формирования дискретной модели расчетной области выполняется синтез матричных уравнений, описывающих динамическое поведение оболочечных конечных элементов.

На основе полученных данных от блока ввода параметров о гармониках колебаний блок расчета амплитудных параметров формирует амплитудные параметры акселерограммы по закону синуса в следующей зависимости [6,7]:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^N a_i \sin\left(\frac{\pi t}{\tau}\right); \quad t \in [0, \tau], \quad (1)$$

где N – число гармоник; a_i – максимальная амплитуда ускорений, задаваемая для каждой из гармоник; t – текущее время; τ – время воздействия.

Затем блок расчета амплитудных параметров полученные амплитудные параметры передает в блок синтеза акселерограммы.

Одновременно с этим процессом блоком расчета сейсмических воздействий на основе сведений о параметрах прошлых землетрясений (магнитуде и эпицентральном расстоянии района исследования), полученных от базы данных землетрясений выполняется определение спектральных скоростей сейсмических колебаний коренных пород грунтового массива и определение магнитуды и местоположения эпицентра моделируемого землетрясения. При этом спектральная скорость сейсмических колебаний коренных пород определяется по зависимости:

$$V_{\Delta} = 10^{0,61M-1,73 \log \Delta-0,67}, \quad (2)$$

где M – магнитуда расчетного землетрясения; Δ – эпицентральное расстояние района исследования.

Затем блок расчета сейсмических воздействий передает полученную информацию (спектральные скорости сейсмических колебаний коренных пород грунтового массива, магнитуду и местоположение эпицентра моделируемого землетрясения) в блок синтеза акселерограммы.

На основе полученных данных от блока расчета амплитудных параметров, блока расчета сейсмических воздействий блок синтеза акселерограммы выполняет формирование акселерограммы колебательного процесса, определяющего природное сейсмическое воздействие на котлованное специальное фортификационное сооружение. Сведения о полученной акселерограмме колебательного процесса блок синтеза акселерограммы передает в блок формирования дискретной модели расчетной области для получения деформированной модели

расчетной области после моделирования сейсмического воздействия на специальное фортификационное сооружение.

После получения исходных данных (время прохождения волны сжатия на глубину z , эффективное время, время нарастания напряжения до максимальной величины, скорость распространения упругих и упругопластических деформаций) от блока ввода параметров блок моделирования сейсмозрывного воздействия для моделирования динамической нагрузки, оказывающей воздействие на котлованное специальное фортификационное сооружение, выполняет определение максимального напряжения в направлении распространения волны сжатия по зависимостям [8,9]:

$$\sigma_{\text{в}} = \Delta P_{\text{ф}} \left[1 - \frac{0,5z}{a_1 \tau_{\text{эф}}} \left(1 - \frac{a_1^2}{a_0^2} \right) \right], \quad (3)$$

$$\sigma_{\text{вmax}} = \Delta P_{\text{пов max}} \left(1 - \frac{t}{2\tau_{\text{эф}}} \right), \quad (4)$$

где $\Delta P_{\text{пов max}}$ – максимальное значение избыточного давления во фронте воздушной ударной волны на поверхности земли; $\sigma_{\text{в}}$ – максимальное напряжение в направлении распространения волны сжатия; t – время прохождения волны сжатия на глубину z ; $\tau_{\text{эф}}$ – время эффективное; $t_{\text{нар в}}$ – время нарастания напряжения до максимальной величины определяется из условия, которое определяется из условий:

$$t_{\text{нар в}} = \frac{z}{a_0} (\gamma_a - 1), \quad (5)$$

$$\gamma_a = \frac{a_0}{a_1}, \quad (6)$$

где a_0 – скорость распространения упругих деформаций, a_1 – скорость распространения упругопластической деформации.

Значение максимального напряжения в направлении распространения волны сжатия блок моделирования сейсмозрывного воздействия передает в блок формирования дискретной модели расчетной области.

Блок формирования дискретной модели расчетной области на основе полученных данных от блока синтеза акселерограммы и блока моделирования сейсмозрывного воздействия формирует и интегрирует методом Ньюмарка – системы уравнений, описывающих динамическое поведение области решения.

При решении системы уравнений блок формирования дискретной модели расчетной области определяет значения полей узловых перемещений, скоростей и ускорений, передает указанные значения в блок определения напряженно-деформированного состояния конструкций.

Полученные значения полей узловых перемещений, скоростей и ускорений блоком определения напряженно-деформированного состояния конструкций от блока формирования дискретной модели расчетной области и максимальное допустимое значение мощности воздушной ударной волны для сооружения с учетом его технического состояния от автономного блока хранения данных по обследованию сооружений позволяют блоку определения напряженно-деформированного состояния конструкций определить усилия и деформации в конечных элементах, моделирующих конструкцию фортификационного сооружения котлованного типа, а также выполнять оценку степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений на основе сравнения значений избыточного давления во фронте воздушной ударной волны, полученных при обследовании объекта и при моделировании сейсмических, а также сейсмозрывных воздействий.

Блок определения напряженно-деформированного состояния конструкций передает результаты оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений блоку памяти и блоку отображения информации.

Блок памяти получает результаты оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений и обеспечивает хранение информации, формирование статистических данных по результатам моделирования сейсмического и сейсмовзрывного воздействий, по результатам оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений. Также блок памяти для проведения сверки достоверности расчетов передает сведения о результатах выполненных расчетов в блок определения напряженно-деформированного состояния конструкций, для предоставления статистических данных о расчетах в наглядном виде передает сведения о результатах расчета в блок отображения информации.

Блок отображения информации получает результаты оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений от блока определения напряженно-деформированного состояния конструкций и получает статистические данные о результатах ранее выполненных расчетов от блока памяти, а также обеспечивает вывод и представление в наглядном графическом виде информации для оператора системы о результатах оценки степени защиты специальных фортификационных сооружений котлованного типа на основе введенных исходных параметров и информации, полученной путем обработки и расчета предложенной системой.

Теоретическая значимость заключается в том, что разработанный научно-методический аппарат оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва, является дальнейшим развитием теоретических основ сейсмостойкого реконструкции КСФС.

Обобщенная схема работы автоматизированной системы оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений представлена рисунком (Рис.2).

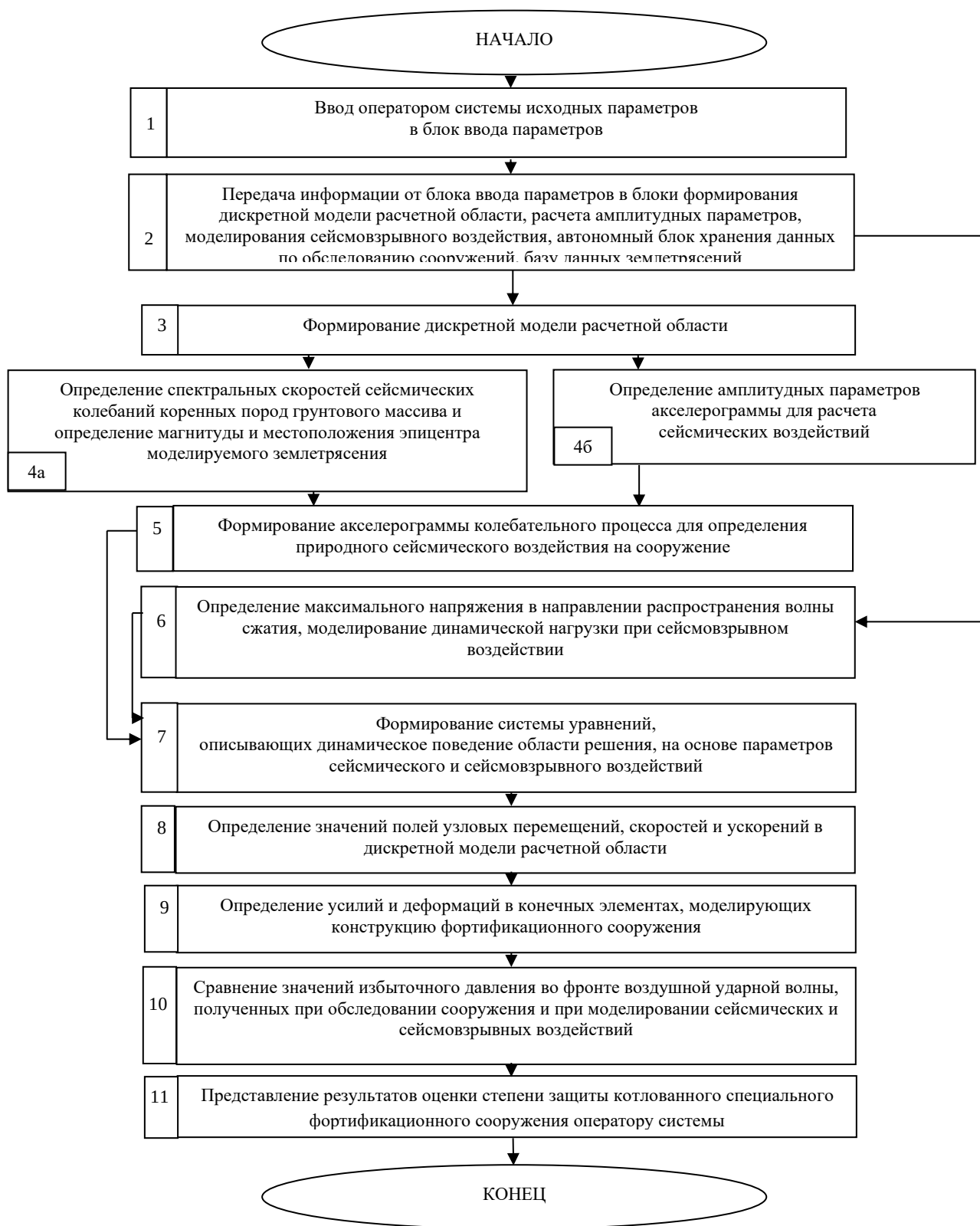


Рисунок 2. Схема системы оценки степени защиты реконструируемых КСФС.

Выводы.

1. По результатам выполненных исследований авторами разработана методика оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах, новизна которой подтверждена патентом на изобретение [10]. В отличие от существующих, данная методика учитывает фактическое состояние несущих конструкций, что позволяет определить фактическую степень защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений.

2. По результатам расчетов по данной методике выявлено, что в местах расположения эксплуатационных дефектов и повреждений при заданном воздействии прогнозируется разрушение несущих конструкций КСФС. Таким образом, можно утверждать о снижении степени защиты КСФС в случае учета фактического состояния несущих конструкций.

Литература.

1. Строкова Л.А. Пособие «Динамика грунтов». Издательство Томского политехнического университета, 2018. С.234
2. Попов Н.Н., Расторгуев Б.С. Расчет конструкций специальных сооружений: Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1990. – 208 с.:ил.
3. Бедов А.И., Сапрыкин В.Ф. Обследование и реконструкция железобетонных и каменных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений: Учебное пособие /. - М.: Изд-во АСВ. 1995. – 192 с.
4. Бате К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. Пер. с англ. – М.:Стройиздат, 1982. – 447 с.
5. Игнатъев В.А., Игнатъев А.В., Жиделев А.В. Смешанная форма метода конечных элементов в задачах строительной механики. Волгоград : Изд-во ВолГАСУ 2006. 172 с.
6. Егунов В.К. и др. Практические методы расчета зданий на сейсмостойкость. Киев: Будівельник, 1982.- 144с.
7. Елисеев О.Н., Уздин А.М. Сейсмостойкое строительство. Учебник. В 2-х кн. – СПб.: Изд. ПВВИСУ, 1997. – 321 с., с илл.
8. Бабичев А.И. Методика расчета котлованных фортификационных сооружений прямоугольного профиля при сверх расчетных воздействиях динамических нагрузок от ядерного взрыва. – Ленинград. Инв. № 29740. 1990. – 336 с.
9. Ольшанко А.В. Расчет конструкций специальных фортификационных сооружений прямоугольной формы на взрывное воздействие во внутреннем объеме. – СПб. Инв. № 31521. 2003. – 165 с.
1. Галушко Михаил Михайлович, Короленок Леонид Михайлович, Снегирев Алексей Евгеньевич, Кулешов Денис Евгеньевич, Добрышкин Евгений Олегович, Лебедин Анатолий Петрович, Припольцев Роман Викторович. Автоматизированная система оценки степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений. Свидетельство No RU 2 774 097 С 1 (СПК G06F 17/40 (2022.02, СПК E04H 9/12 (2022. 02).

Математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в не скальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва

Mathematical model of calculation of reconstructed excavated special fortifications in non-rock soils on the impact of seismic and explosive waves of a nuclear explosion

Аннотация:

Статья посвящена вопросу разработки научно-методического аппарата, позволяющего при реконструкции произвести поверочные расчеты котлованного специального фортификационного сооружения в не скальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва с учетом фактического состояния несущих конструкций, характеризуемого наличием повреждений и дефектов, полученных в процессе эксплуатации. В частности, в данной статье авторами предложена и освящена Математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в не скальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва.

Abstract:

The article is devoted to the development of a scientific and methodological apparatus that allows during reconstruction to make verification calculations of a special excavation fortification in non-rock soils on the impact of seismic waves of a nuclear explosion, taking into account the actual state of the load-bearing structures. In particular, in this article, the authors proposed and consecrated a mathematical model for the calculation of reconstructed excavation special fortifications in non-rocky soils on the impact of seismic waves of a nuclear explosion.

Ключевые слова: *котлованные специальные фортификационные сооружения (КСФС), реконструкция, сейсмовзрывные волны ядерного взрыва, модель расчета.*

Keywords: *excavation of special fortifications (ESF), reconstruction, seismic waves of a nuclear explosion, calculation model.*

Введение.

Подавляющее большинство специальных фортификационных сооружений котлованного типа, возведенных в порядке заблаговременной военно-инженерной подготовки территории страны к военным действиям, было построено в советское время в период с 1950 по 1970 годы. Внедрение активной системы защиты (ПРО) позволило сделать котлованные специальные фортификационные сооружения (КСФС) основной сдерживающей силой при первых наступательных действиях противника.

В условиях ограниченного финансирования строительства в Министерстве обороны Российской Федерации и для ускорения сроков постановки на боевое дежурство котлованных специальных фортификационных сооружений необходимо пойти по пути реконструкции или капитального ремонта существующих КСФС.

Однако, в современных условиях оценка степени защиты котлованных специальных фортификационных сооружений при реконструкции в Министерстве обороны Российской Федерации характеризуется наличием ряда противоречий.

Во-первых, практика эксплуатации котлованных фортификационных сооружений в сейсмически активных районах показала, что КСФС получают повреждения, снижающие их защитные свойства, однако в нормах проектирования природная сейсмика отсутствует, как расчетное воздействие;

Во-вторых, дефекты и повреждения, получаемые КСФС в процессе эксплуатации, снижают защитные свойства данных сооружений, при этом отсутствуют методики по оценке степени защиты КСФС с учетом фактического состояния несущих конструкций при реконструкции.

Вышеперечисленные противоречия могут быть решены разработкой научно-методического аппарата, позволяющего при реконструкции произвести поверочные расчеты котлованного специального фортификационного сооружения в нескальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва с учетом фактического состояния несущих конструкций на основе теорий механики континуума, упругости и пластичности и методов конечных элементов и начальных напряжений.

Основой такого научно-методического аппарата может стать предлагаемая авторами математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва, ключевые аспекты которой изложены в данной статье.

Основные положения математической модели.

Сущность математической модели заключается в том, что движение твердого тела в пространстве и во времени изучается не на физической модели, а на математическом описании его некоторой идеальной физической модели. В основе математической модели лежат методы механики сплошных сред, в частности теории упругости и пластичности. В качестве способа решения системы уравнений используется численный метод, ориентированный на конкретное численное решение задачи с помощью ЭВМ.

При создании модели рассматривалась динамическая постановка пространственной задачи. Уравнения с частными производными, решаемые в анализе динамики, выражают сохранение массы, импульса и энергии. Они вместе с физической моделью и набором начальных и граничных условий определяют полное решение задачи.

Уравнения в частных производных, выражающее сохранение импульса, связывают ускорение с тензором напряжений:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= \rho \frac{\partial^2 U_x}{\partial t^2} \\ \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} &= \rho \frac{\partial^2 U_y}{\partial t^2}, \\ \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} &= \rho \frac{\partial^2 U_z}{\partial t^2}.\end{aligned}\tag{1}$$

Закон сохранения энергии выражается через [110]:

$$\dot{E} = \frac{1}{\rho} (\sigma_{xx} \dot{\epsilon}_{xx} + \sigma_{yy} \dot{\epsilon}_{yy} + \sigma_{zz} \dot{\epsilon}_{zz} + 2\sigma_{xy} \dot{\epsilon}_{xy} + 2\sigma_{yz} \dot{\epsilon}_{yz} + 2\sigma_{zx} \dot{\epsilon}_{zx}).\tag{2}$$

уравнения неразрывности [1]:

$$\frac{\dot{V}}{V} = \frac{\partial \dot{U}_x}{\partial x} + \frac{\partial \dot{U}_y}{\partial y} + \frac{\partial \dot{U}_z}{\partial z} = \frac{\partial \dot{x}}{\partial x} + \frac{\partial \dot{y}}{\partial y} + \frac{\partial \dot{z}}{\partial z},\tag{3}$$

где $\dot{U}_x, \dot{U}_y, \dot{U}_z$ - составляющие массовой скорости частиц грунта по x, y, z ; $\sigma_{yy}, \sigma_{xx}, \sigma_{zz}, \tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{xy}$ - компоненты тензора напряжений; t - время; $\dot{x}, \dot{y}, \dot{z}$ - скорости в направлении x, y и z соответственно; x, y, z - декартовы координаты элемента, узла, в недеформированном состоянии; ρ - плотность элемента; $\frac{\dot{V}}{V}$ - скорость объемного расширения (сжатия).

Предполагается, что величины деформации грунта малы и геометрическая нелинейность не учитывается. Это обстоятельство позволяет связать скорости деформаций с массовыми скоростями с помощью соотношения Коши:

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x}, \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y}, \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \varepsilon_z &= \frac{\partial w}{\partial z}, \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\end{aligned}\quad (4)$$

Эти уравнения решаются для каждого элемента модели на основе входных значений в конце предыдущего временного шага. Уравнения (1 - 4) дополняются уравнениями состояния, отражающими основные физические закономерности деформирования грунтовой среды и конструкции обделки.

Для оценки напряженно-деформированного состояния нескального грунта необходимо использовать модель, позволяющую математически прогнозировать поведение грунтового массива при нагружениях различного вида и при этом отражать его упругое и пластическое поведение, т.е. основываться на положениях теорий упругости и пластичности.

Так как при интенсивном сейсмозрывном воздействии работа грунта имеет выраженный нелинейный характер, то при расчете должны использоваться нелинейные модели грунта. Наиболее подходящей моделью для описания сложного напряженно-деформированного состояния нескального грунта в условиях значительных динамических нагрузках является модель Мора-Кулона, описывающая зависимость касательных напряжений грунта от величины приложенных нормальных напряжений.

Модель Мора-Кулона (модель идеальной пластичности) представляет собой определяющую модель с фиксированной поверхностью текучести, на которой не отражено пластическое деформирование (поведение исключительно упругое), а деформации считаются обратимыми. Преимущество этой нелинейной модели состоит в допустимости входных характеристик, приведенных в любом отчете о инженерно-геологических изысканиях.

Решение волновых задач, связанных с распространением волн в грунте и их взаимодействием с преградами основывается, как правило, на некоторых модельных представлениях о свойствах среды, позволяющих учитывать лишь наиболее существенные деформативные и вязкие свойства грунта [2]. Такие модели описываются уравнениями вида называемыми уравнениями состояния:

$$F = (\sigma_{ij}, \dot{\sigma}_{ij}, \varepsilon_{ij}, \dot{\varepsilon}_{ij}) \quad (5)$$

где σ_{ij} , $\dot{\sigma}_{ij}$ - компоненты тензоров напряжений и скоростей их изменения; ε_{ij} , $\dot{\varepsilon}_{ij}$ - компоненты тензоров деформаций и скоростей их изменения.

При этом должны учитываться конкретные гидрогеологические условия и имеющиеся материалы изысканий и испытаний образцов.

Для упруго-пластической среды, моделируемой уравнениями состояния Мора-Кулона полные приращения составляющих тензора деформаций складываются из упругих и пластических компонент

$$d\varepsilon_{ij} = d\varepsilon_{ij}^e + d\varepsilon_{ij}^p. \quad (6)$$

Приращения компонента упругой деформации связаны с приращениями напряжений законом Гука

$$d\varepsilon^e = \left(d\sigma_{ij} \frac{3\nu}{1+\nu} \right) P\delta_{ij}. \quad (7)$$

Для определения приращений пластических деформаций используется ассоциированный закон

$$d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{\partial F}{\partial \sigma_{ij}}, \quad (8)$$

где $F=0$ - поверхность текучести; $\frac{\partial F}{\partial \sigma}$ - характеризует направление приращения пластических деформаций (направлена перпендикулярно поверхности, определенной функцией F в пространстве напряжений σ); λ - малая скалярная величина, определяющая величину пластических деформаций, вычисляемая в процессе расчета.

Для случая пространственной деформации в координатах x, y, z напряженное состояние характеризуется средним напряжением σ_{cp} и величиной максимальных касательных напряжений τ_{max} :

$$\sigma_{cp} = \sigma_0 = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}, \quad (9)$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}. \quad (10)$$

Изменение объема определяется через напряжения, с использованием обобщенного закона Гука:

$$\theta = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \frac{1-2\mu}{E} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (11)$$

Связь среднего напряжения σ_0 и изменения объема θ выражает закон Гука для объемной деформации:

$$\sigma_0 = \frac{E}{3(1-2\mu)} \theta \quad (12)$$

Условие текучести при сложном напряженном состоянии (сжатии с формоизменением) элементарных объемов грунта описывается уравнением:

$$-\frac{1}{3}I_1 \sin \varphi + \sqrt{I_2} (\cos \theta + 13 \sin \theta \sin \varphi - c \cos \varphi) = 0, \quad (13)$$

$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3, \quad (14)$$

$$I_2 = \frac{1}{6} ((\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2), \quad (15)$$

где φ - угол внутреннего трения; c - удельное сцепление; I_1 - первый инвариант тензора напряжений; I_2 - второй инвариант девиатора напряжений.

Поверхность текучести в пространстве главных напряжений для модели Мора-Кулона представлена на рисунке (рис. 1) в виде неправильной шестигранной пирамиды с прямым меридианом. В процессе пластического деформирования поверхность текучести не изменяется.

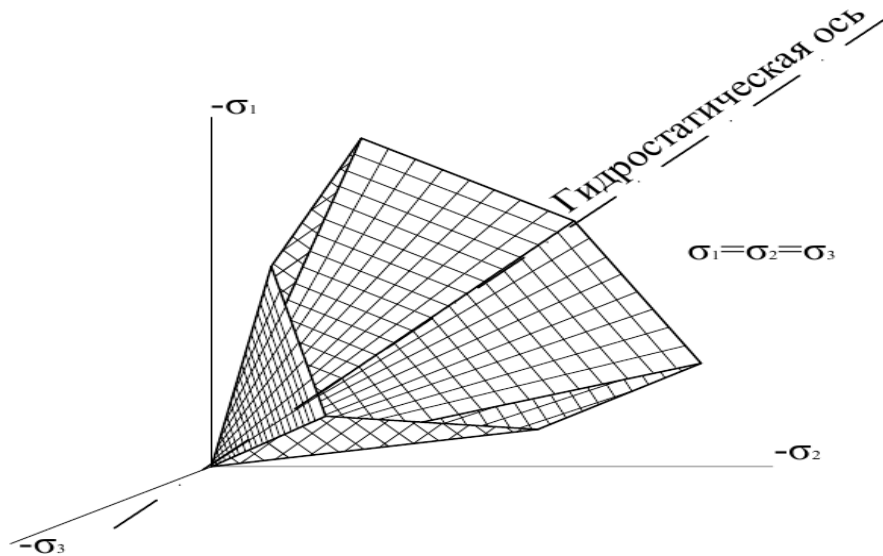


Рисунок 1. Предельная поверхность в пространстве главных напряжений, определяемая критерием Кулона-Мора

Несущие конструкции КСФС работают упруго, т.е. подчиняются закону Гука, до момента трещинообразования, а затем переходят в упруго-пластическую стадию. Поэтому, исходя из

выше сказанного, в дальнейшем необходимо рассмотреть характер деформирования в условиях динамического нагружения композиционного материала – железобетона. Учитывая, что композиционность материала проявляется в работе конкретных конструктивных элементов КСФС, то можно раздельно рассматривать модели деформирования его составляющих бетона и арматуры.

Характер деформирования несущих конструкций описывается диаграммой усилие - деформация. Работа несущих конструкций КСФС - как изгибаемого элемента, характеризуется зависимостью изгибающий момент - кривизна при различных продольных силах. Диаграмма, $M - \chi$ описывающая поведение элемента несущей конструкции представлена на рисунке (рис. 2) [3].



Рисунок 2. Расчетная диаграмма $M - \chi$ изгибаемого элемента несущей конструкции, армированного сталью

Волны сжатия ядерного взрыва в общем случае вызывают пространственное движение как поверхностных слоев грунтового массива, так и сооружений, в нем расположенных. Процесс взаимодействия сейсмовзрывных волн с КСФС имеет существенно трехмерный характер и поэтому его расчет должен выполняться в пространственно–временном измерении. Нагрузка при ядерном взрыве характеризуется мгновенным приложением и малым временем действия.

Сейсмовзрывное воздействие представляет собой воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва на грунт и проявляется в виде местного действия и возбуждения сейсмовзрывных волн. Вследствие сосредоточенной передачи энергии взрыва вблизи эпицентра в грунтовой массив в нем возникают и распространяются продольные, поперечные и поверхностные волны, интерференция которых приводит к образованию волны сжатия. В расчете котлованных специальных фортификационных сооружений, расположенных в нескальном грунте, учитывается волна сжатия σ_v , кН/м^2 , и избыточное давление ΔP_ϕ , МПа [4].

Параметры волн сжатия в грунте зависят от параметров воздушной ударной волны и характеристик грунта используются скорости распространения волн. Для сокращения времени определения параметров волны сжатия ядерного взрыва, авторами разработана программа для ЭВМ «Моделирование волны сжатия в однородном нескальном грунте» подтверждается полученным свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020661928 [5].

Также, для реализации математической модели используется метод конечных элементов. Он является наиболее приемлемым способом решения практических задач механики деформируемого твердого тела, описываемых дифференциальными уравнениями [6].

Для учета физической нелинейности в работе элемента используется метод начальных напряжений, который представлен на рисунке (Рис. 3), сущность которого заключается в том, что в случае нелинейной работы элемента, полученные фиктивные напряжения по теории упругого деформирования, затем уменьшаются до правильного значения, введением некоторого

начального напряжения $\{f_0\}$. То есть введением вектора узловые силы корректируются до правильного значения в процессе решения задачи. Уравнение движения конечного элемента согласно метода начальных напряжений в упруго-пластической стадии имеет вид:

$$[m]\{\ddot{U}\} + [c]\{\dot{U}\} + [k]\{U\} = \{f\} + \{f_0\} \quad (16)$$

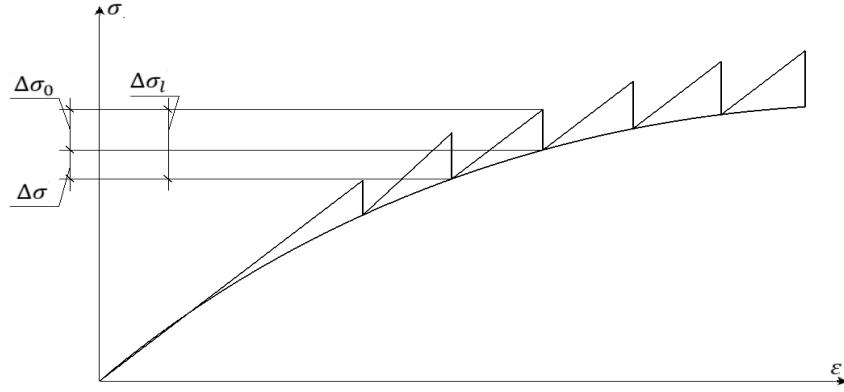


Рисунок 3. Метод начальных напряжений

В зависимости от принятой модели работы грунтового массива устанавливаются критерии перехода элемента за пределы упругости. Расчетная зависимость между напряжениями и деформациями представляется в виде

$$\{\sigma\} = f(\{\varepsilon\}, \{\dot{\varepsilon}\}) \quad (17)$$

или в приращениях

$$\{\Delta\sigma\} = f(\{\sigma\}, \{\dot{\varepsilon}\}, \{\Delta\varepsilon\}, \{\Delta\dot{\varepsilon}\}), \quad (18)$$

$$\{\sigma\}^T = \{\Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y, \Delta\sigma_z, \Delta\tau_{yz}, \Delta\tau_{xz}, \Delta\tau_{xy}\}, \quad (19)$$

$$\{\varepsilon\}^T = \{\Delta\varepsilon_x, \Delta\varepsilon_y, \Delta\varepsilon_z, \Delta\gamma_{xy}, \Delta\gamma_{yz}, \Delta\gamma_{zx}\}. \quad (20)$$

Определение приращений фиктивных (упругих) напряжений в элементе производится по формуле

$$\{\Delta\sigma_i\} = [D]\{\Delta\varepsilon\} = [D][B]\{\Delta U\}, \quad (21)$$

где $[D]$ - матрица упругости; $[B]$ - матрица деформации; $\{\Delta U\}$ - приращение вектора узловых перемещений на шаге счета.

Тогда приращение вектора начальных напряжений получаем в виде:

$$\{\Delta\sigma_0\} = \{\Delta\sigma_i\} - \{\Delta\sigma\}, \quad (22)$$

Учитывая, что в упругой стадии определяется приращение

$$\{f\} = [K]\{U\} = [B]^T[D][B]\{\Delta U\}V = [B]^T\{\sigma\}V, \quad (23)$$

вектора начальных усилий по зависимости:

$$\{\Delta f_0\} = [B]^T\{\Delta\sigma\}V, \quad (24)$$

Окончательно вектор начальных усилий конечного элемента находится суммированием

$$\{f_0\} = \{f\} + \{\Delta f_0\}, \quad (25)$$

Для решения больших систем линейных дифференциальных уравнений второго порядка с ленточными матрицами имеется ряд обоснованных численных алгоритмов.

Динамический расчет котлованного сооружения отличается от статического тем, что нагрузка и реакция изменяются во времени. В связи с этим динамическая задача не имеет единственного решения, как статическая. Поэтому необходимо выбрать последовательность решений, соответствующих всем моментам времени, которые представляют интерес при определении реакции грунтового массива. Таким образом, динамический расчет значительно более сложен и трудоемок, чем статический.

Уравнения динамического равновесия системы «грунт-сооружение» конечных элементов в момент времени t записываются в виде:

$$[M]\{\ddot{U}(t)\} + [C]\{\dot{U}(t)\} + [K]\{U(t)\} = \{F(t)\} \quad (26)$$

Решение системы дифференциальных уравнений можно получить с помощью стандартных процедур прямого интегрирования уравнения (26). Прямое численное интегрирование основано на двух идеях. Во-первых, удовлетворение условий равновесия требуется не в любой момент времени t , а только на отдельных коротких отрезках времени Δt . Это означает, что равновесие с учетом сил инерции и демпфирования рассматривается в дискретных точках временного интервала. Следовательно, становится возможным эффективное использование в методах прямого интегрирования всего вычислительного аппарата статического анализа. Во-вторых, учитывается изменение перемещений, скоростей и ускорений внутри каждого временного интервала Δt . Как будет детально рассмотрено ниже, именно способ учета этих изменений определяет точность, устойчивость и экономичность процедуры решения.

Более эффективным среди методов прямого интегрирования является метод Ньюмарка, и поэтому он применяется в математической модели.

Метод Ньюмарка [7] является естественным развитием метода линейного ускорения. Используются следующие предположения:

$$\{\dot{U}_{t+\Delta t}\} = \{\dot{U}_t\} + [(1 - \delta)\{\ddot{U}_t\} + \delta\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\}]\Delta t, \quad (27)$$

$$\{U_{t+\Delta t}\} = \{U_t\} + \{\dot{U}_t\}\Delta t + \left[\left(\frac{1}{2} - \alpha\right)\{\ddot{U}_t\} + \alpha\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\}\right]\Delta t^2, \quad (28)$$

где α и δ - параметры, определяющие точность и устойчивость интегрирования; Δt - шаг счёта.

При $\alpha=0,5$ и $\delta=1/6$ соотношения (27) и (28) приводятся к соотношениям метода линейного ускорения. Ньюмарк предложил в качестве безусловно устойчивой схемы метод постоянного среднего ускорения, для которого $\alpha=0,5$ и $\delta=0,25$.

Помимо (27) и (28) для вычисления перемещений, скоростей и ускорений в момент $t + \Delta t$, рассматриваются уравнения равновесия (29) для момента $t + \Delta t$:

$$[M]\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\} + [C]\{\dot{U}_{t+\Delta t}\} + [K]\{U_{t+\Delta t}\} = \{R_{t+\Delta t}\}, \quad (29)$$

Выражая $\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\}$ из (3.54) через $\{U_{t+\Delta t}\}$ и затем, подставляя $\{U_{t+\Delta t}\}$ в (3.56) получаем уравнения для вычисления $\{U_{t+\Delta t}\}$ и $\{\dot{U}_{t+\Delta t}\}$ через неизвестный вектор перемещений $\{U_{t+\Delta t}\}$. Выражения $\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\}$ и $\{\dot{U}_{t+\Delta t}\}$ подставляются в (29) для нахождения $\{U_{t+\Delta t}\}$, после чего можно определить $\{\ddot{U}_{t+\Delta t}\}$ и $\{\dot{U}_{t+\Delta t}\}$, используя (27) и (28).

Ниже представлен алгоритм интегрирования методом Ньюмарка. Необходимо отметить схожесть алгоритмов метода Ньюмарка и θ -метода Вильсона, что позволяет создавать программы, одновременно реализующие обе схемы интегрирования.

Применительно к расчёту фортификационных сооружений на кратковременные динамические нагрузки упругая модель Гука и упругопластическая – Мора-Кулона достаточно полно разработаны и позволяют учитывать эффекты повышения прочностных свойств бетона и арматуры в условиях динамического деформирования, а также учесть вязкие свойства грунтов путем введения искусственной вязкости [8].

Представленная математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах на воздействие сейсмозрывных волн ядерного взрыва в отличии от существующих:

- наиболее полно отражает деформационные процессы за счет применения пространственных математических моделей конструкций и нескального грунта, решения систем алгебраических уравнений методом конечных элементов с применением прямого интегрирования по Ньюмарку;

- включает в расчетную область несущие конструкции и обширную область грунта основания, что позволяет более адекватно моделировать процессы распространения природных сейсмических волн в основании постройки и их взаимодействие с конструкциями.

Таким образом, разработанная авторами модель расчета позволяет производить поверочные расчеты конструкций реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в прямой динамической пространственной постановке. Предложенный алгоритм расчета учитывает нелинейную работу материала, что в свою очередь является дальнейшим развитием теории строительства котлованных специальных фортификационных сооружений.

Выводы.

1. По результатам выполненных исследований авторами разработана математическая модель расчета реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах на воздействие сейсмовзрывных волн ядерного взрыва с учетом дополнительного воздействия природных сейсмических волн и с учетом наличия повреждений и дефектов, полученных в процессе эксплуатации.

2. Для выполнения расчетов реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах авторами разработана программа для ЭВМ «Моделирование волны сжатия в однородном нескальном грунте» подтвержденная свидетельством о государственной регистрации №2020661928 [5].

3. Результаты исследований, изложенные в настоящей статье, могут стать основой для разработки методики оценки степени защиты реконструируемых котлованных специальных фортификационных сооружений в нескальных грунтах с учетом фактического состояния несущих конструкций

Литература.

10. Шапошников Н.И. и др. Расчет машиностроительных конструкций на прочность и жесткость. – М.: Машиностроение, 1981. – 333 с.

11. Строкова Л.А. Пособие «Динамика грунтов». Издательство Томского политехнического университета, 2018. С.234

12. Попов Н.Н., Расторгуев Б.С. Расчет конструкций специальных сооружений: Учеб. Пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Стройиздат, 1990. – 208 с.:ил.

13. Бабичев А.И. Методика расчета котлованных фортификационных сооружений прямоугольного профиля при сверх расчетных воздействиях динамических нагрузок от ядерного взрыва. – Ленинград. Инв. № 29740. 1990. – 336 с.

14. Кулешов Д.Е., Короленок Л.М., Сорокин Н.В., Снегирев А.Е. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Моделирование волны сжатия в однородном нескальном грунте» №2020661928.

15. Постнов В.А., Хархурим И.Я. Метод конечных элементов в расчетах судовых конструкций. Л., «Судостроение», 1974 г.

16. Бате К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. Пер. с англ. – М.:Стройиздат, 1982. – 447 с.

17. Олышанко А.В. Расчет конструкций специальных фортификационных сооружений прямоугольной формы на взрывное воздействие во внутреннем объеме. – СПб. Инв. № 31521. 2003. – 165 с.

С.А. Шевцов, Е.В. Фетисов, К.Ю. Чернобровкин
S.A. Shevtsov, E.V. Fetisov, K.Yu. Chernobrovkin

Теплонасосная технология сопряжения процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения помещений технико-эксплуатационной части

Heat pump technology of interfacing of processes of storage of aviation fuel and heat supply of technical and operational part premises

Аннотация. Рассматриваются методологические подходы к повышению уровня безопасности полетов через энергоэффективное сопряжение технологических процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения помещений технико-эксплуатационной части. Показана возможность высокоэффективной стабилизации показателей качества топлива при хранении, обеспечивающих надежную работу жизненно важных систем и заданные летно-технические характеристики воздушного судна. Отражено влияние действий инженерно-технического состава на безопасность полетов при проведении технического обслуживания и регламентных работ в условиях неудовлетворительного микроклимата в здании технико-эксплуатационной части. Предлагается обеспечить сопряжение известных технологий изотермического хранения углеводородов при отрицательной температуре и теплоснабжения зданий подключением парокompрессионного теплового насоса для создания различных температурных потенциалов. Показано, что методологический подход создает реальные перспективы в повышении безопасности полетов – снижении факторов риска, связанных со стабильностью авиационного топлива при хранении и неудовлетворительными условиями труда инженерно-технического состава в здании технико-эксплуатационной части. Предлагаемая теплонасосная технология позволяет решить ряд важнейших задач экономического, энергетического, экологического и социального характера.

Abstract. Methodological approaches to increase the level of flight safety through energy-efficient interface of technological processes of aviation fuel storage and heat supply of technical and operational part premises are considered. The possibility of high-efficiency stabilization of fuel quality during storage, ensuring reliable operation of vital systems and specified flight-technical characteristics of the aircraft, is shown. The impact of engineering and technical personnel actions on flight safety during maintenance and scheduled operations in conditions of unsatisfactory microclimate in the technical and operational part building is reflected. It is proposed to provide connection of known technologies of isothermal storage of hydrocarbons at negative temperature and heat supply of buildings by connection of steam compression heat pump for creation of various temperature potentials. It was shown that the methodological approach creates real prospects in improving flight safety - reducing risk factors associated with the stability of aviation fuel during storage and unsatisfactory working conditions of engineering and technical personnel in the building of the technical and operational part. The proposed heat pump technology allows solving a number of the most important economic, energy, environmental and social problems.

Ключевые слова: теплонасосная технология, авиационное топливо, хранение, технико-эксплуатационная часть, теплоснабжение, безопасность полетов, энергоэффективность.

Keywords: heat pump technology, aviation fuel, storage, technical and operational part, heat supply, flight safety, energy efficiency.

На безопасность полетов влияет большое число факторов, начиная от эффективности функционирования техники и действий экипажа, заканчивая опасностью внешней среды и условиями работы инженерно-технического персонала [1].

Так, одним из условий исключения аварийных ситуаций в полете на авиационной технике является применение надежных, безотказных, работоспособных систем и агрегатов, работа которых в полной мере зависит от свойств авиационного топлива [2].

Необходимым требованием, которое предъявляется к авиационным топливам, является стабильность при хранении в течение длительного времени, т.е. сохранность свойств топлива, обеспечивающих безопасность полетов. Свойства топлива оказывают непосредственное влияние не только на надежность работы жизненно важных систем (топливная система, двигатель), но и отражается на летно-технических характеристиках воздушных судов [3].

Чистота – важный показатель качества топлив. Загрязнения углеводородных топлив могут образовываться в результате протекания биологических процессов, которые стремительно интенсифицируются при повышении температуры среды. Появляются десятки видов микроорганизмов, которые размножаясь в авиационном топливе, загрязняют фильтрующие сетки, топливопроводы, теплообменные поверхности, узкие каналы и прочие металлические поверхности желеобразной подвижной массой.

Еще одним источником загрязнения является вода, которая может попадать в авиационное топливо в результате «малых дыханий» резервуара хранения из-за изменения температуры окружающей среды [4]. Образование водотопливных эмульсий способствует накоплению зарядов статического электричества, а при замерзании вода образует мельчайшие кристаллы льда, способные забить топливные фильтры.

При хранении авиационного топлива опасность представляют кислородсодержащие соединения, образующуюся в результате окисления углеводородов. Продукты окисления вызывают коррозионные процессы, а наличие воды приводит к повышению скорости деструкции металлов. Все это способствует увеличению микрозагрязнений в топливе, что может привести к выходу из строя топливных фильтров, образованию отложений на агрегатах топливных систем, интенсификации коррозии и повышению абразивного износа топливных агрегатов и другие негативные эксплуатационные факторы. Замедление интенсивности окисления и ряда других химических процессов можно достигнуть при снижении температуры хранения авиационного топлива [2].

«Дыхания» резервуара для хранения нефтепродуктов связаны с большими потерями легких углеводородов в результате их испарения [5], что отражается на качестве авиационного топлива, использование которого приводит к 2-3 кратному износу агрегатов двигателя и в целом негативно сказывается на летно-технических характеристиках воздушного судна [2].

Выход легких углеводородов через дыхательную арматуру резервуаров сопряжен с ухудшением экологической обстановки в местах хранения и повышенной пожарной опасностью из-за возможного образования взрывоопасных концентраций паров топлива с воздухом [5].

Не стоит забывать и об экономических показателях аэродрома, которые будут существенно снижены как из-за потерь авиационного топлива в результате эмиссии паров нефтепродуктов, так и ухудшении качества авиационного топлива при повышении температуры хранения, что отразится на уменьшении ресурса техники [2, 6].

Для минимизации негативного воздействия вышеперечисленных факторов топливо следует хранить при возможно более низкой температуре [7], для поддержания которой необходимо стремиться к экономии затрат на энергоресурсы.

С другой стороны, важную роль на безопасность полетов оказывают условия работы инженерно-технического состава, обеспечивающего техническое обслуживание и ремонт авиационной техники [8].

Статистические данные по отказам на авиационной технике показывают, что при проведении технического обслуживания и регламентных работ при подготовке воздушного судна не выявляют около 4 % отказов и неисправностей, которые затем проявляются в полете. При этом одной из причин ошибочного действия инженерно-технического состава является проявление неблагоприятных психофизиологических качеств у специалистов, которые могут возникать из-за несоблюдения санитарно-гигиенических норм на рабочих местах. Наиболее характерными ошибками такого рода являются неправильное соединение близко расположенных штуцеров, штепсельных разъемов и отдельных проводов различных систем; непреднамеренное повреждение оборудования и элементов бортовой электрической сети; нарушение технологии выполнения операции; неправильный монтаж болтовых соединений; некорректный ввод исходных данных; неправильный замер параметров; ошибки при считывании показаний приборов и прочее [9].

Помещения производственных цехов для технического обслуживания и ремонта, должны быть не только комфортными для проведения работ, но и соответствовать санитарным нормам и правилам по гигиеническим требованиям к микроклимату [10]. Особенно это актуально при перебазировании авиационных частей в места удаленные от традиционных систем энергоснабжения.

Достижение высокого уровня надежности авиационной техники наряду с решением экономических, энергетических, экологических и социальных вопросов возможно при инновационном подходе к созданию энергоэффективных технологий, внедрение которых позволит контролировать смежные факторы риска, отвечающих за безопасность полетов.

Цель работы: повышение уровня безопасности полетов через энергоэффективное сопряжение технологических процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения помещений технико-эксплуатационной части.

Предлагается обеспечить сопряжение известных технологий изотермического хранения углеводородов при отрицательной температуре и отопления производственных и бытовых помещений с возможностью горячего водоснабжения подключением парокompрессионного теплового насоса для создания различных температурных потенциалов [11, 12].

Теплонаносные технологии уже давно зарекомендовали себя как инструмент для решения вопросов, связанных с использованием возобновляемых источников энергии, утилизацией вторичных энергетических ресурсов, обеспечением дешевой тепловой энергией предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства [13, 14].

Основными преимуществами применения современных тепловых насосов являются:

- получение до 8 кВт тепловой энергии на 1 кВт затраченной электрической энергии при возможном использовании возобновляемых источников;
- возможность организации технологических процессов с замкнутыми циклами по материальным и энергетическим потокам, что практически исключает наличие технологических выбросов в окружающую среду;
- надежность эксплуатации при полной автоматизации процессов;
- автономность работы и полная независимость от поставщиков энергоресурсов.

Сопряжение технологических процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения производственных и бытовых помещений технико-эксплуатационной части с применением парокompрессионного теплового насоса представлено в виде технологической схемы (рис. 1).

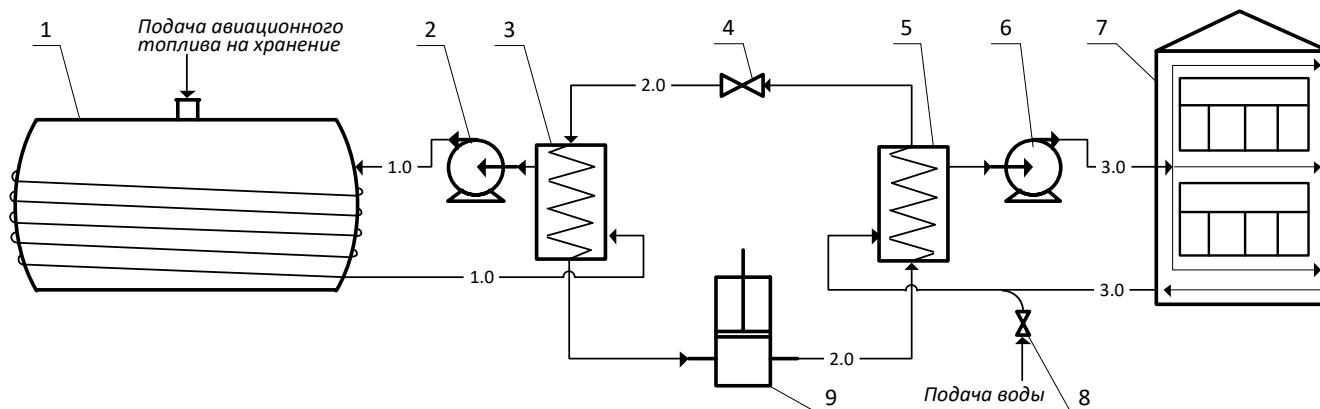


Рис. 1 Технологическая схема сопряжения процессов хранения авиационного топлива и теплоснабжения производственных и бытовых помещений технико-эксплуатационной части: 1 - резервуар (подземный) для хранения авиационного топлива; 2, 6 – насосы; 3 – испаритель теплового насоса; 4 – терморегулирующий вентиль теплового насоса; 5 – конденсатор теплового насоса, 7 – здание производственных и бытовых помещений технико-эксплуатационной части; 8 – вентиль подачи воды; 9 – компрессор теплового насоса; технологические линии: 1.0 – линия рециркуляции охлаждающей жидкости, 2.0 – линия рециркуляции хладагента, 3.0 – линия рециркуляции теплоносителя.

Авиационное топливо поступает на склад вблизи аэродрома в подземный резервуар 1, где хранится при отрицательной температуре, которая поддерживается за счет подачи насосом 2 охлаждающей жидкости по линии рециркуляции 1.0 для охлаждения резервуара 1. В качестве охлаждающей жидкости можно использовать, например, Тосол А65 с температурой кристаллизации $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температурой кипения $110\text{ }^{\circ}\text{C}$. Доведение охлаждающей жидкости до необходимого температурного потенциала осуществляется в испарителе теплового насоса 3 за счет рекуперативного теплообмена с кипящим хладагентом.

Парокомпрессионный тепловой насос состоит из испарителя 3, терморегулирующего вентиля 4, конденсатора 5 и компрессора 9, а его работа основано на следующем термодинамическом цикле.

Хладагент, например, Фреон R-12 с температурой кипения $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температурой конденсации до $112\text{ }^{\circ}\text{C}$ сжимается в компрессоре 9 до давления конденсации и по линии 2.0 направляется в конденсатор 5. Конденсируясь, хладагент отдает теплоту теплоносителю, который подается по линии рециркуляции 3.0.

В качестве теплоносителя используется вода, которая нагревается за счет рекуперативного теплообмена в конденсаторе 5 до $80\ldots 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от давления конденсации и подается насосом 6 по линии рециркуляции 3.0 для отопления и горячего водоснабжения производственных и бытовых помещений здания технико-эксплуатационной части с возвратом в конденсатор 5 для восстановления заданного температурного потенциала. Пополнение убыли воды в линии рециркуляции 3.0 регулируется вентилем 8.

Затем хладагент подается в терморегулирующий вентиль 4, где дросселируется до заданного давления, после чего поступает в испаритель 3, где он кипит с выделением холода, который используется для подготовки охлаждающей жидкости. Образовавшиеся пары хладагента по замкнутой линии 2.0 направляются в компрессор 9, где сжимаются до давления конденсации и термодинамический цикл повторяется.

Сопряжение технологических процессов при применении парокомпрессионного теплового насоса позволит:

- повысить чистоту авиационного топлива за счет исключения условий для протекания биологических процессов и развития микроорганизмов, а также снизить интенсивность окисления и других негативных химических процессов;
- сократить загрязнения авиационного топлива водой, попадающей в резервуар вместе с воздухом через дыхательную арматуру за счет стабилизации отрицательной температуры хранения;
- сохранить оптимальный углеводородный состав авиационного топлива, обеспечивающий заданные летно-технические характеристики воздушного судна за счет сокращения эмиссии паров легких углеводородов при хранении;
- повысить экономические показатели аэродрома за счет минимизации потерь нефтепродуктов в процессе хранения и, как следствие, увеличения ресурса техники при использовании качественного авиационного топлива;
- повысить экологическую и промышленную безопасность процесса хранения авиационного топлива, в том числе за счет организации замкнутых схем по материальным и энергетическим потокам, исключая выброс вредных веществ в атмосферу с возможностью использования возобновляемых источников энергии;
- повысить пожарную безопасность процесса хранения авиационного топлива при исключении условий образования взрывопожароопасных паровоздушных концентраций, в том числе с использованием средств автоматизации [15];
- обеспечить комфортные бытовые и производственные условия в соответствии с санитарными нормами и правилами по гигиеническим требованиям к микроклимату, за счет организации отопления и горячего водоснабжения здания технико-эксплуатационной части независимо от наличия традиционных источников энергии;
- улучшить энергетическую эффективность за счет рационального подключения парокompрессионного теплового насоса к схеме энергоснабжения технологических процессов для создания необходимых температурных потенциалов при реализации хранения авиационного топлива и теплоснабжения здания технико-эксплуатационной части;

Таким образом, внедрение предлагаемой теплонасосной технологии позволит повысить безопасность полетов – снизить факторы риска, связанные со стабильностью авиационного топлива при хранении и неудовлетворительными условиями труда инженерно-технического состава в здании технико-эксплуатационной части. Кроме того, технология решит ряд важнейших задач экономического, энергетического, экологического и социального характера.

Список литературы:

1. Фасхеева Ф.Р. Факторы, влияющие на безопасность полетов, и методы их оценки // Современные технологии в мировом научном пространстве: сборник статей международной научно-практической конференции в 6 частях. – Уфа, 2017. – С. 233-234.
2. Яновский Л.С., Дмитренко В.П., Дубовкин Н.Ф., Галимов Ф.М., Шевченко И.В., Харин А.А. Основы авиационной химмотологии: учебное пособие. – М.: МАТИ, 2005. – 680 с.
3. Гуреев А.А., Серегин Е.П., Азев В.С. Квалификационные методы испытаний нефтяных топлив. –М., Химия, 1984. – 200 с.
4. Молоканов Ю.К., Харас З.Б. Монтаж аппаратов и оборудования для нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. – Изд. 2-е, перераб. И доп. М., Недра, 1982. – 391 с.
5. Шевцов С.А., Д.В. Каргашилов, И.А. Быков, Д.К. Усачев, Е.Г. Беломытцева. Пожаровзрывозащищенная и экологически безопасная технология хранения нефтепродуктов в резервуарах // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2018. № 3. – С. 8-11.

6. Шевцов С.А., Каргашилов Д.В., Потеха С.В. Об экономической целесообразности применения современных средств обеспечения пожарной и промышленной безопасности объектов хранения нефтепродуктов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов IV Всероссийской научно-практической конференции - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 265-270.
7. Столяров В.Г., Резников М.Е., Каменский В.И. Обеспечение и контроль качества топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей в авиации: Учебное пособие. – М.: Воениздат, 1975. – 132 с.
8. Федеральные авиационные правила инженерно-авиационного обеспечения государственной авиации (ФАП ИАО). – М.: 12 Центральная типография МО РФ, 2004г.
9. Артюхович М.В., Феоктистова О.Г. Роль инженерно-технического персонала в обеспечении безопасности полетов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2014. № 204. С. 39-43.
10. Санитарные нормы и правила СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
11. Патент № 2610800 РФ. Способ изотермического хранения и регазификации сжиженного углеводородного газа / Шевцов С.А., Каргашилов Д.В., Усачев Д.В., Хабибов М.-А. У; МПК F17C 9/02, F25B 29/00, F17C 3/10; заявл. 10.11.2015; опубл. 15.02.2017. Бюл. № 5.
12. Волков В.Н., Козина Л.Н., Дзюбан А.М., Мырцымов С.А., Касьяев П.П. Актуальное применение тепловых насосов для отопления зданий и сооружений // Вестник НГИЭИ. - 2015, № 6. С. 39-43
13. Елистратов С.В. Комплексное исследование эффективности тепловых насосов: дисс. д.т.н. – Новосибирск, 2010. -383 с.
14. Shevtsov S.A., Kargashilov D.V., Zenin A.Y. Control system for the process of storing liquefied petroleum gas in an isothermal tank within the range of fireproof and explosionproof operating parameters // Chemical and Petroleum Engineering. 2020. Т. 56. № 1-2. С. 105-108.
15. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон МЧС России от 22 июля 2008г № 123-ФЗ.

Разработка перспективных технических средств для приготовления пищи и выпечки хлеба малочисленными подразделениями**Development of promising technical means for cooking and baking bread to small units**

Аннотация. Повседневная и боевая деятельность войск (сил) неразрывно связана с постоянным использованием техники продовольственной службы. От состояния техники продовольственной службы, ее перспективных образцов зависит правильная организация питания военнослужащих в целях успешного выполнения стоящих перед ними боевых задач. В статье представлен новый технологический модуль для жизнеобеспечения малочисленных команд.

Abstract. The daily and combat activities of the troops (forces) are inextricably linked with the constant use of food service equipment. The correct organization of the nutrition of military personnel in order to successfully complete the combat tasks facing them depends on the state of the equipment of the food service, its promising samples. The article presents a new technological module for the life support of small teams.

Ключевые слова: технические средства продовольственной службы, переносные кухни, вид топлива, приготовление пищи и выпечка хлеба в полевых условиях, мобильный технологический блок МТБ-20, жизнеобеспечение малочисленных команд военнослужащих.

Keywords: technical means of food service, portable kitchens, type of fuel, cooking and baking bread in the field, mobile technological unit MTB-20, life support of small teams of military personnel.

Опыт боевых действий в Южной Осетии, САР, Нагорном Карабахе показал, что в современных условиях особая роль отводится малочисленным подразделениям и группам, действующим в отрыве от своих воинских частей, комендатурам, блок постам [1]. Для организации питания таких подразделений в настоящее время имеются переносные кухни, кухонные наборы, мини-комплекты для разогрева и приготовления пищи (КО-75, КВ-75Д, КП-20М, КН-10, КН-5, КН-5Э, МК-1), которые перевозятся в транспортных средствах и имеют ряд существенных недостатков: [2]

- низкая степень механизации;
- большие массогабаритные показатели;
- низкий уровень надежности;
- длительные сроки развертывания на местности;
- отсутствие военного и гражданского назначения.

Используемое в процессе эксплуатации технических средств дизельное топливо не удовлетворяет требованиям из-за недостаточной энергоемкости и по причине создания демаскирующих признаков (дым, нагрев).

Мини-комплекты для разогрева и приготовления пищи не удовлетворяют требованиям по продолжительности непрерывной работы и диапазону рабочих температур.

В настоящее время уделяется большое внимание использованию электроэнергии в технологии приготовления пищи и выпечки хлеба в полевых условиях [3].

Необходимость увеличения производительности и обеспечения автономной работы полевых технических средств в любых условиях обуславливают применение в их составе переносных или передвижных электростанций. В настоящее время в комплектах технических средств продовольственной службы используются электрические станции с бензиновым двигателем мощностью от 2 до 12 кВт и с дизельным мощностью 5 и 20 кВт [4]. Отличительной особенностью данных технических средств является то, что широко используются современные и перспективные технологии двойного применения – военного и гражданского назначения.

Сокращение времени, технологических затрат на приготовление пищи, выпечку хлеба, а также отсутствие квалифицированных специалистов поваров и хлебопеков в составе малочисленных команд позволило нам разработать проект модульного технологического блока для приготовления горячей пищи и выпечки хлеба для малочисленных команд до 20 питающихся (далее МТБ-20).

Разработанный модуль для жизнеобеспечения малочисленных команд будет отвечать следующим требованиям:

- высокая производительность и расширение ассортимента готовой пищи;
- сокращение времени на технологические операции приготовления горячей пищи;
- высокая мобильность, малогабаритность, приспособленность к транспортировке любыми видами транспорта;
- эффективность при использовании их в условиях ограниченного времени и пространства;
- минимальная численность обслуживающего персонала, простота и надежность конструкции;
- защищенность от поражающих факторов ядерного, химического и биологического оружия за счёт закрытости технологического оборудования.

Приготовление пищи в МТБ-20 осуществляется с использованием электроэнергии, что значительно уменьшает время технологического процесса приготовления горячей пищи и выпечки хлеба по сравнению с переносными кухнями (МК-10, КП-20М, КП-30) для малочисленных команд.

Модульный технологический блок МТБ-20 обеспечивает приготовление пищи в полевых условиях, а также в железнодорожных вагонах и на судах малочисленных команд в количестве до 20 человек из двух блюд и кипятка для чая, выпечки хлебобулочных изделий.

Модульный технологический блок МТБ-20 может являться первичным модулем для взводного пункта питания.

Основным принципом использования модульного блока является то, что в зависимости от численности питающихся военнослужащих они могут объединяться в более крупные, не нарушая технологии приготовления пищи и выпечки хлеба.

- МТБ-20 может входить в состав комплексов:
- размещения личного состава в полевых условиях;
- модулей жизнеобеспечения личного состава малочисленных команд до 20 человек вне пунктов постоянной дислокации;
- модулей жизнеобеспечения для военнослужащих взводов и отделений.

Предназначен для приготовления пищи, выпечки хлеба и хранения запасов продовольствия, воды на пунктах управления, для военнослужащих в составе малочисленных команд при выполнении боевых задач в отрыве от главных сил (блок посты, диспетчерские пункты, подразделения боевого и материально-технического обеспечения).

Для организации приготовления пищи и выпечки хлеба в полевых условиях каждой МТБ-20 придаётся бак для воды на 200 литров. Разработанный МТБ-20 в транспортном положении, показан на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид МТБ-20 в транспортном положении.

Модульный технологический (производственный) блок смонтирован на базе переносного каркаса на салазках модели МКС-062, который представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав МТБ-20

№ п/п	Наименование изделия	Количество, ед.
1	Хлебопечка	2
2	Мультиварка	2
3	Мультиварка - скороварка	2
4	Электрическая плита на 2 конфорки	1

Дополнительное оборудование в составе МТБ-20 представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Дополнительное оборудование МТБ-20

№ п/п	Наименование изделия	Количество, ед.
1	Дизель генератор, мощностью 10 кВт	1
2	Палатка подсобного назначения	1
3	Бак для воды (для приготовления пищи и выпечки хлеба) на 200 л	1
4	Комплект запасных частей, инструмента и принадлежностей	1

Данное технологическое оборудование размещается в верхней части и нижней частях переносного каркаса. Дополнительно в нижней части переносного каркаса размещаются продовольствие и инвентарь. Дополнительное оборудование размещается в палатке подсобного назначения и транспортируется вместе с МТБ-20.

Основные размеры основного и дополнительного оборудования МТБ-20 показаны на рисунке 2.

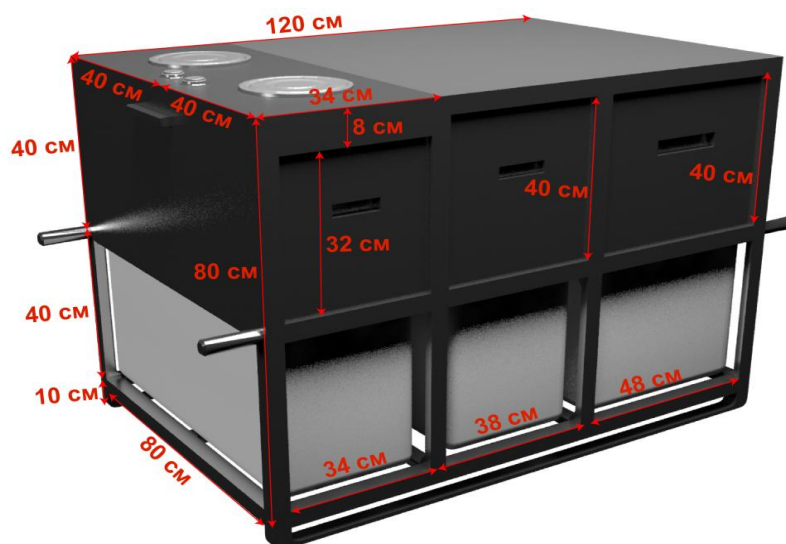


Рис. 2. Основные размеры оборудования МТБ-20.

В нижней левой части каркаса МТБ-20 расположены контейнеры из пищевой пластмассы с крышкой и секциями для хранения продовольствия в количестве 2 шт:

контейнер для хранения сырья для выпечки хлеба, размером (ДхШхВ) мм, 800х340х400, общим объемом 0,1 м³;

контейнер для хранения продовольствия, размером (ДхШхВ) мм, 800х380х400, общим объемом 0,12 м³.

В нижней правой части каркаса МТБ-20 расположен контейнер для хранения посуды и инвентаря, размером (ДхШхВ), мм 800х480х400, общим объемом 0,15 м³.

Часть верхней поверхности представляет собой электрическую плиту, на которой смонтированы 2 конфорки для приготовления блюд диетического характера.

Другая часть верхней поверхности каркаса представляет собой гладкую поверхность из нержавеющей стали, которая при приготовлении пищи и выпечки хлеба служит поверхностью производственного стола.

Основные технические параметры МТБ-20 приведены в таблице 3.

Таблица 3. Технические параметры МТБ-20.

Параметры	Состав МТБ-20				МТБ-20	Дизель-генератор
	Хлебопечк а	Мультиварк а	Сковарк а	Электроплит а		
1	2	3	4	5	6	7
Назначение	для выпечки хлеба	для I и III блюда	для II блюда	диетические блюда		
Кол-во	2	2	2	1	6	1
Вес, кг	5/ 10	10/20	8/16	6,0	52/80	114
Объем, л	3/12	14/28	6/12		46	
Размер (ДхШхВ), мм	370х270х310	350х480х390	350х330х380	290х510х102	1200х800х900	710х570х750
Мощность, кВт	0,55/1,1	1,95/3,90	1,0/2,0	0,7+1,5	9,2	10
Вид топлива	-	-	-		-	ДТ
Расход топлива, л	-	-	-		-	1.7

Время приготовления, ч	2	1	1	1		
Кол-во хлеба выпекаемого, кг/сут.	14,0	Кол-во порций-20	Кол-во порций-20		16,0	
Стоимость, т/руб.	8/16	11/22	8/16	2,5 – 3,0	56	111

Тепловой блок МТБ-20 установлен на салазки и по бокам имеет поручни или ручки для транспортировки вручную. Основой теплового блока является металлический каркас, в боковой части которого установлены пищеварочные устройства для приготовления пищи, кипятка и выпечки хлебобулочных изделий. Общий вид расположения технологического оборудования показан на рисунке 3.

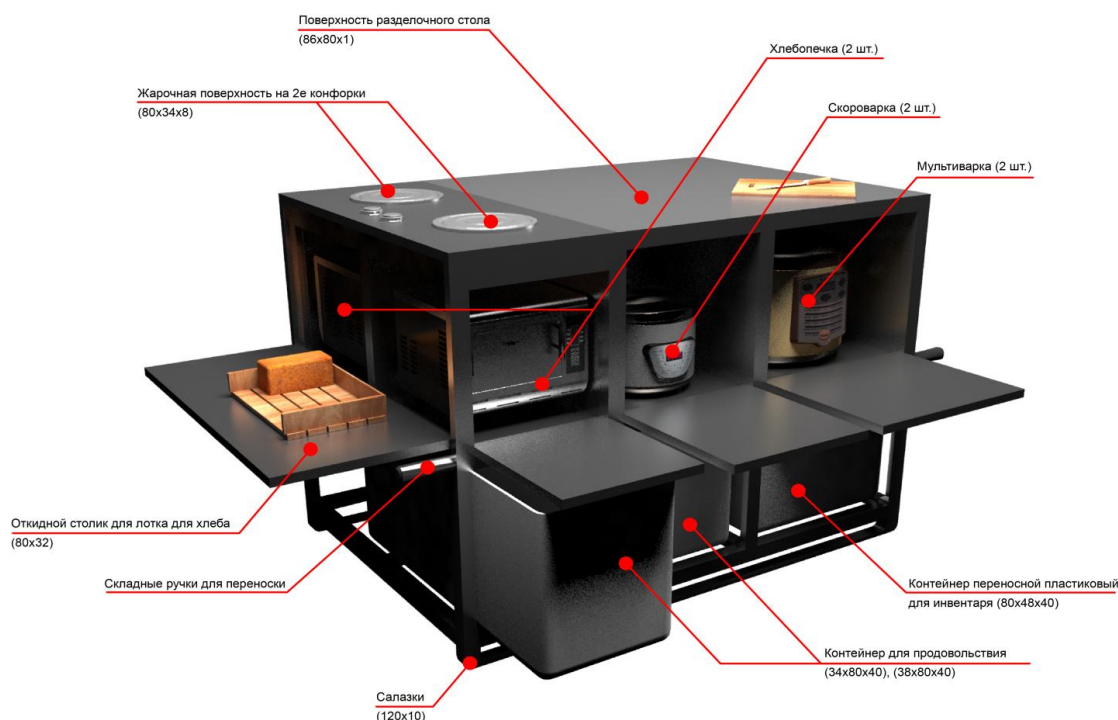


Рис. 3. Размещение технологического оборудования МТБ-20.

Внутри теплового блока МТБ-20 располагаются:

- хлебопечка для выпечки хлебобулочных изделий;
- мультиварка для приготовления I блюда;
- сковорода-мультиварка для приготовления II блюд и гарниров;
- сковорода-мультиварка для мясных и рыбных блюд;
- мультиварка для 3 блюд;
- плита электрическая на 2 конфорки для блюд диетического характера.

Рассмотрим технологическое оборудование модульного блока МТБ-20 [5,6].

Хлебопечка электрическая предназначена для замешивания теста, выпечки хлеба, булок, булочек с разными начинками, кексов, сладкой выпечки, хлеба без консервантов. Простота использования делает процесс приготовления хлеба простым. Управление процессом выпечки происходит автоматически и не требует постоянного контроля и присутствия хлебопека. Управлением хлебопечкой может осуществлять любой военнослужащий, который прошел инструктаж по технике безопасности и работе на хлебопечке.

Мультиварка-скороварка предназначена для приготовления первых блюд, вторых блюд из мяса и рыбы, гарнира из овощей и крупяных изделий на пару. Во время приготовления, продукты не подвергаются продолжительной тепловой обработке. Приготовление вторых блюд осуществляется под давлением пара, что значительно приводит к сохранению более 60% витаминов, более 90% аминокислот, а минеральные вещества не разрушаются и продукты сохраняют свой естественный вкус. Сокращается время приготовления до 70%.

Мультиварка предназначена для приготовления первых блюд, вторых блюд из мяса и рыбы, гарнира из овощей и крупяных изделий. Приготовление блюд осуществляется под давлением пара. В результате сохраняется более 60% витаминов, более 90% аминокислот, а минеральные вещества не разрушаются и продукты сохраняют свой естественный вкус.

Плита электрическая на две конфорки предназначена для приготовления вторых блюд с целью расширения ассортимента готовых блюд, приготовление блюд диетического характера.

Дизель генератор предназначен для выработки электроэнергии с основными характеристиками: напряжение - 220 вольт, частота 50 Гц и номинальной мощностью 10 кВт, оснащенный колесным комплектом для удобства передвижения. Особенности топливного бака увеличенного объема обеспечивает автономную работу агрегата в течение 8 часов, с учетом обеспечения режима охлаждения.

Встроенный датчик уровня топлива позволяет осуществлять визуальный контроль остатка топлива в баке. При понижении давления масла ниже допустимого уровня на панели управления загорается сигнальная лампа.

Потребление электроэнергии осуществляется со стационарных источников модулей жизнеобеспечения личного состава малочисленных команд. В случае отсутствия стационарных источников электроснабжения в полевых условиях применяется дизель генератор.

Дизель генератор является выносным по отношению к тепловому блоку и располагается на расстоянии от 5 до 10 м.

В основу технологического процесса приготовления пищи и выпечки хлеба заложен принцип заблаговременной подготовки сырья из консервированных продуктов, упакованных в герметичные пакеты по 5 порций для питающихся. Для выпечки хлебобулочных изделий может применяться сырье, упакованное в герметичные пакеты массой до 1 кг на одну выпечку.

Использование современных технологических процессов при изготовлении нового изделия и технологического оборудования с использованием электроэнергии, позволяет создать современный, высокоэффективный модульный технологический блок для приготовления горячей пищи и выпечки хлеба военнослужащим численностью до 20 человек, а также для хранения запасов продовольствия и воды.

Разработка модуля МТБ-20 проводится с целью создания автономного переносного мобильного пункта питания.

Актуальность исследования нового мобильного образца МТБ-20 подтверждается тем, что перспективное техническое средство продовольственной службы позволит обеспечить приготовление пищи в полевых условиях личному составу до 20 человек с автономностью работы с запасом продовольствия на пять суток и воды на десять суток.

Применение МТБ-20 в организации приготовления пищи и выпечки хлеба в полевых условиях позволит:

1. Осуществлять приготовление горячей пищи и выпечки хлеба внештатным поваром и хлебопёком в одном лице, прошедшим инструктаж по технике безопасности и правилам работы на МКБ-20;
2. Повысить автономность работы МКБ-20 благодаря отсутствию необходимости в производственных помещениях и общих местах хранения продовольствия, инвентаря и посуды;

3. Повысить ремонтпригодность и взаимозаменяемость технологического оборудования;
4. Расширить ассортимент приготавливаемой горячей пищи и выпекаемых хлебобулочных изделий;
5. Осуществлять приготовление блюд диетического характера;
6. Повысить экономический эффект от сокращения затрат на приготовление горячей пищи и выпечки и доставки хлеба;

Таким образом: разработанный проект МТБ-20 позволит организовать приготовление горячей пищи, выпечку хлебобулочных изделий и хранение запасов продовольствия, воды в полевых условиях для военнослужащих в составе малочисленных команд при выполнении ими боевых задач в отрыве от главных сил (блок посты, диспетчерские пункты, подразделения боевого и материально-технического обеспечения).

Список литературы

1. Материально-техническое обеспечения войск (сил) в современных условиях (по опыту материально-технического обеспечения войск (сил) при подготовке и в ходе проведения операции по ликвидации террористических организаций в Сирийской Арабской Республике). Учебное пособие – СПб: ВАМТО, 2016.
2. Фатыхов Н. А., Ларин И.А., Баранов А.В. От артельного котла до мобильной кухни: история развития технических средств приготовления пищи в полевых условиях. // Научный вестник ВВИМО № 3 (55). – Вольск: ВВИМО, 2020.
3. Технические средства продовольственной службы: учебно-методическое пособие. СПб: ВАМТО, 2021.
4. Технические средства продовольственной службы: учеб. / под ред. канд. воен. наук, доц. С.Г. Рихеля. – Вольск: ВВИМО, 2018.
5. Интернет-ресурс: <https://pro-spec.ru/catalog> (дата обращения 20.04.2022).
6. Интернет-ресурс: [https:// abat.ru](https://abat.ru) (дата обращения 20.04.2022).

Методика исследования зависимости значений «крест-фактора» основных передач коробки переключения передач ЯМЗ-239 от срока наработки с разработкой математических моделей

Methodology for studying the dependence of the values of the "cross factor" of the main transmissions of the YAMZ-239 gearbox on the operating time with the development of mathematical models

Аннотация. В научной статье представлена методика диагностики технического состояния механизмов военной автомобильной техники на примере коробки переключения передач ЯМЗ-239 по величине оцениваемого критерия – «крест-фактор» для основных передач, статистической обработки полученных данных и физико-математического моделирования зависимости значений «крест-фактора» основных передач коробки переключения передач ЯМЗ-239 от срока наработки. В основу методики положены правила и последовательность реализации приемов и процедур для установления и накопления базы данных по критерию оценки дефектов и повреждений элементов конструкции коробки переключения передач с использованием метода виброакустической диагностики. Методика разработана для оценки качества агрегатов трансмиссии и своевременного выявления зарождающихся дефектов. Объектом исследования для апробирования методики выбран – 9-ступенчатая коробка переключения передач ЯМЗ-239, устанавливаемая на военные автомобили Урал-5323.

Abstract. The scientific article presents a technique for diagnosing the technical condition of military automotive equipment mechanisms using the example of the YAMZ-239 gearshift gearbox by the value of the evaluated criterion – the "cross factor" for the main gears, statistical processing of the data obtained and physical and mathematical modeling of the dependence of the values of the "cross factor" of the main gears of the YAMZ-239 gearbox on the operating time. The methodology is based on the rules and sequence of implementation of techniques and procedures for the establishment and accumulation of a database on the criterion of assessing defects and damage to the elements of the gearbox design using the method of vibroacoustic diagnostics. The methodology is designed to assess the quality of transmission units and timely detection of incipient defects. The object of the study for testing the methodology – a 9-speed gearbox YAMZ-239, installed on military vehicles Ural-5323.

Ключевые слова: военная автомобильная техника; механизм; коробка переключения передач; зубцовая частота; срок наработки; крест-фактор; зависимость; математическая модель.

Keywords: military automotive equipment; mechanism; gear box; gear frequency; operating time; cross-factor; dependence; mathematical model.

Предлагаемая методика проведения физико-математического моделирования позволяет провести обработку результатов экспериментальных исследований изменения средней величины значения «крест-фактор» на зубцовой частоте основных передач коробки переключения передач (далее – КПП) ЯМЗ-239 со сроком наработки 0...1000 ч с помощью вычислительной техники.

Оцениваемый по разработанной методике «крест-фактор» – это параметр, который позволяет пользователю определить количество ударных импульсов во «временном сигнале». Эта информация необходима для повышения эффективности диагностики технического состояния механизмов военной автомобильной техники (далее – ВАТ) за счет оценки различия между ударами и «белым шумом». «Крест-фактор» является отношением пикового значения амплитуды «временного сигнала» к его среднеквадратическому значению [1].

Отображение результатов расчетов в наглядной и удобной для восприятия форме происходит в специально разработанном в среде «MathCAD v.14» программном обеспечении, которое обеспечивает их масштабируемость и вывод материалов при необходимости на бумажные носители. Технология статистической обработки данных, накапливаемых в ходе исследований, разработана с использованием программной среды STATISTICA 8 [2].

Демонстрационный материал результатов исследований по разработанной методике в виде графиков по экспериментальным значениям средней величины значения «крест-фактора» на зубцовой частоте основных передач КПП ЯМЗ-239 со сроком наработки 0...1000 ч [3] разработан при реализации способа аппроксимации методом наименьших квадратов в модуле аппроксимации программы Microsoft Excel.

Описание разработанной методики представлено в определенной последовательности осуществления этапов, приемов и процедур установления и накопления базы данных по критерию «крест-фактор»:

Этап 1. Выбор объекта исследования, подлежащего технической диагностике.

В Вооруженных Силах Российской Федерации широкое распространение получила коробка переключения передач ЯМЗ-239. КПП является одним из важнейших механизмов, определяющих надежность функционирования ВАТ, поэтому для исследований отобрана коробка переключения передач ЯМЗ-239 автомобиля Урал-5323.

Этап 2. Подготовка средств измерения к работе (рис.1):



Рис. 1. Внешний вид комплекта виброанализатора СД-21

Приемы (процедуры): 1. Проверка виброанализатора СД-21 на предмет исправности. 2. Проверка наличия питания. 3. Проверка исправности кабеля передачи данных от виброанализатора СД-21 к компьютеру. 4. Проведение первичной калибровки виброанализатора СД-21 согласно руководству по эксплуатации. 5. Закрепление комплектным хомутом измерительного зонда виброанализатора СД-21 на корпусе КПП ЯМЗ-239 в районе промежуточного вала [4].

Этап 3. Подготовка отобранных КПП ЯМЗ-239 согласно руководству по эксплуатации и запуск экспериментального стенда.

Этап 4. Прогрев КПП ЯМЗ-239 в течение 15...20 минут при частоте вращения первичного вала 1000 мин⁻¹.

Этап 5. Экспериментальное исследование средней величины крест-фактора на зубцовой частоте основных передач КПП ЯМЗ-239 от величины срока наработки 0...1000 ч.

Этап 6. Построение графических зависимостей средней величины крест-фактора на зубцовой частоте основных передач КПП ЯМЗ-239 от величины срока наработки 0...1000 ч (трансмиссионное масло соответствует и не соответствует требованиям ГОСТ).

Этап 7. Статистическая обработка результатов экспериментального исследования средней величины крест-фактора на зубцовой частоте основных передач КПП ЯМЗ-239 от величины срока наработки и наличия эксплуатационных дефектов.

Этап 8. Разработка математических моделей, связывающих текущее значение средней величины крест-фактора основных передач КПП ЯМЗ-239 от величины срока наработки (трансмиссионное масло соответствует требованиям ГОСТ).

Возможности предложенной методики диагностики технического состояния КПП ЯМЗ-239 обеспечивают их эффективную практическую различную целевую реализацию в:

проектировании механических КПП новых конструктивных типов для изучения влияния на их ресурс и надёжность различных нефтепродуктов и условий эксплуатации в исследованиях научно-исследовательских центров и лабораторий МО РФ; совершенствовании конструкции механических КПП и накопление статистической информации о поведении критически важных узлов и агрегатов в условиях эксплуатации на заводах-изготовителях; проведении экспресс-диагностики текущего технического состояния механических КПП на ремонтных предприятиях МО РФ.

Алгоритм осуществления исследований по разработанной методике проведения автоматизированной диагностики технического состояния КПП ЯМЗ-239 представлен на рис. 2.

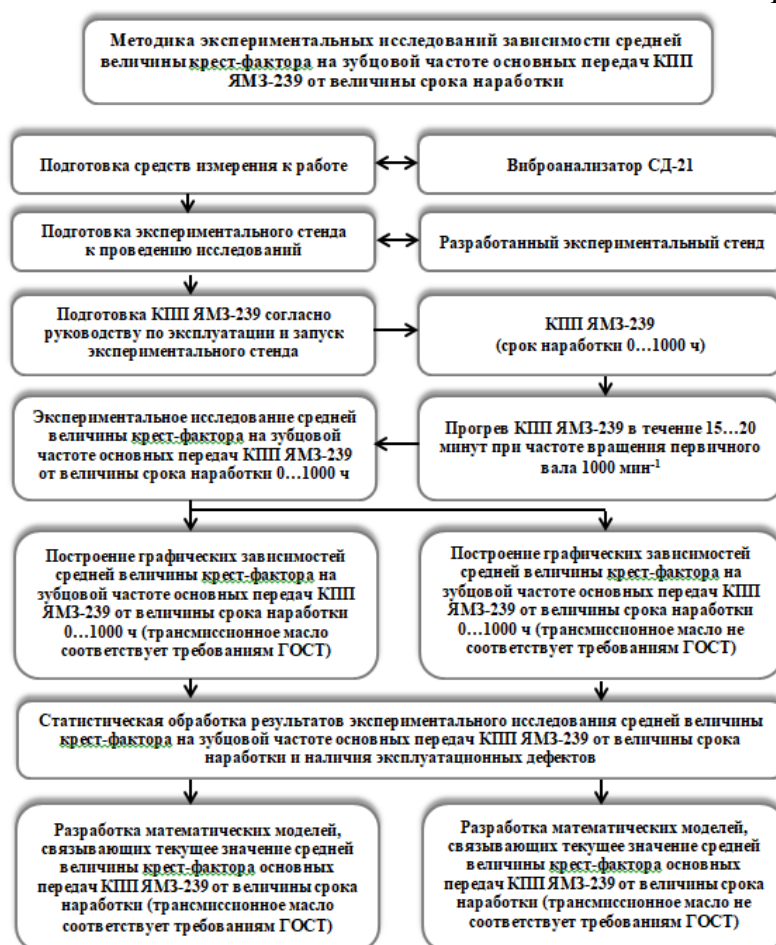


Рис.2. Методика проведения экспериментальных исследований зависимости средней величины «крест-фактора» на зубцовой частоте вращения основных передач КПП ЯМЗ-239 со сроком наработки 0...1000 ч

В процессе исследования был использован ряд ограничений:

- исходя из обеспечения статистической значимости результатов исследований для повышения достоверности эксперимента, авторами исследованы шестерни основных передач КПП ЯМЗ-239 со сроком наработки, отличающимся между собой не более чем на 3% для 3 отобранных КПП. При этом срок наработки шестерен основных передач находится в диапазоне 0...1000 ч с интервалом варьирования 100 ч;

- за результирующее значение принимаем среднее арифметическое значение «крест-фактора», полученного расчётным путем в полосе частот 195...1122 Гц для каждой тройки КПП с одинаковым сроком наработки;

- перед началом проведения основного этапа экспериментальных исследований авторами предлагается проведение предварительного исследования величины вибрации КПП ЯМЗ-239 с различным сроком наработки. При этом предложено исследование КПП со сроками наработки 100, 500 и 1000 часов соответственно. В ходе предварительного эксперимента целесообразно исследовать уровень вибрации на зубцовой частоте, соответствующей работе первой передачи КПП ЯМЗ-239, равной 195 Гц. При этом в КПП должно заливаться свежее трансмиссионное масло [5].

Для понимания системы результатов исследований авторами представлены примеры частных результатов экспериментального исследования зависимости виброакустического сигнала, соответствующего работе шестерен основных передач КПП ЯМЗ-239 при работе на трансмиссионном масле, соответствующем требованиям ГОСТ, по значению «крест-фактора» от величины сроков наработки коробки переключения передач.

Результаты исследования зависимости вибросигнала работы шестерен основных передач КПП ЯМЗ-239 по значению «крест-фактора» от величины сроков наработки коробки переключения передач и состояния шестерен зацепления приведены в таблицах 1 и 2. В частности представлены результаты исследований виброакустического сигнала работы шестерен 1-й передачи КПП ЯМЗ-239 и значение «крест-фактора» при сроках наработки 500 и 1000 ч на рис. 3 и 4.

Из анализа графиков виброакустического сигнала видно, что при увеличении срока наработки шестерен первой передачи КПП ЯМЗ-239 происходит рост шумовой составляющей в сигнале, что закономерным образом приводит к росту значения «крест-фактора».

Для определения существования функциональной зависимости между сроком наработки основных передач КПП ЯМЗ-239 и величиной «крест-фактора», а также для определения её вида ниже представлены результаты математического моделирования и обобщения результатов исследования зависимости «крест-фактора» на зубцовой частоте вращения основных передач КПП ЯМЗ-239 со сроком наработки от 0 до 1000 ч. При этом повреждение шестерни соответствующей передачи имитировалось одним срезанным зубом.

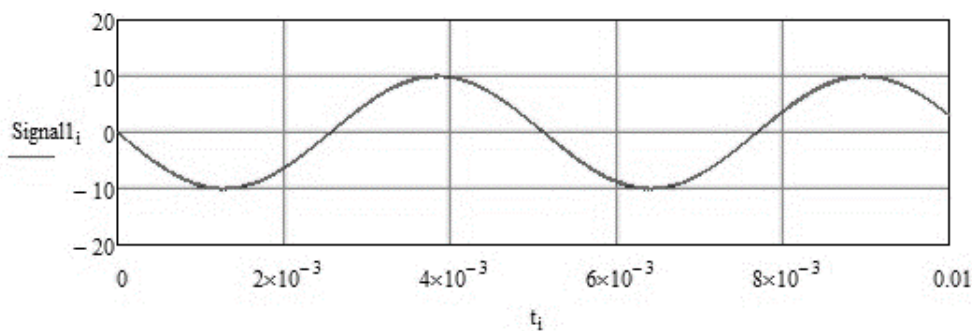


График временной зависимости амплитуда вибросигнала

max(Signal1) = 10.287
min(Signal1) = -10.281

Максимальное и минимальное значение амплитуды вибросигнала

Вычисленное значение крест-фактора временной зависимости амплитуды вибросигнала

$$\frac{\max((\max(\text{Signal1}) \quad |\min(\text{Signal1})|))}{\text{stdev}(\text{Signal1})} = 1.455$$

Рис.3. График виброакустического сигнала работы шестерен 1-й передачи КПП ЯМЗ-239 и значение «крест-фактора» при сроке наработки 500 ч

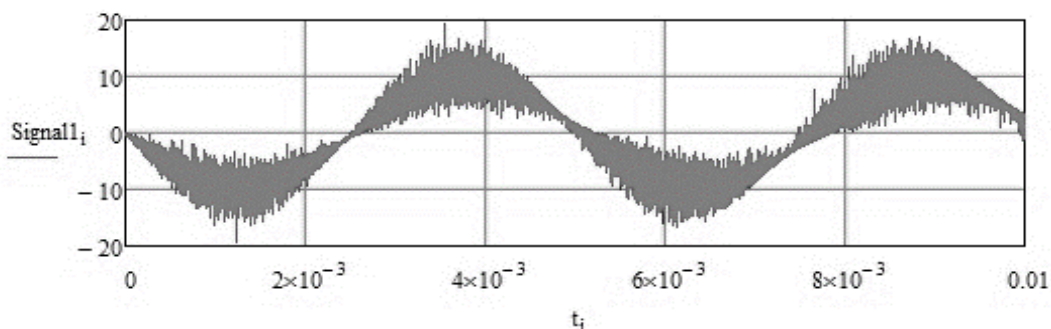


График временной зависимости амплитуда вибросигнала

max(Signal1) = 19.219
min(Signal1) = -19.361

Максимальное и минимальное значение амплитуды вибросигнала

Вычисленное значение крест-фактора временной зависимости амплитуды вибросигнала

$$\frac{\max((\max(\text{Signal1}) \quad |\min(\text{Signal1})|))}{\text{stdev}(\text{Signal1})} = 2.67$$

Рис.4. График виброакустического сигнала работы шестерен 1-й передачи КПП ЯМЗ-239 и значение «крест-фактора» при сроке наработки 1000 ч

Результаты проведенных нами исследований зависимости вибросигнала работы шестерен на двух типах трансмиссионного масла представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты исследования зависимости вибросигнала работы шестерен основных передач КПП ЯМЗ-239 при работе на трансмиссионном масле, соответствующем требованиям ГОСТ по значению «крест-фактора» от величины сроков наработки коробки переключения передач и состояния шестерен зацепления

Номер основно й передач и	Величина срока наработки КПП ЯМЗ-239, ч (трансмиссионное масло соответствует требованиям ГОСТ)										Повреждени е шестерни
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
1	1,415	1,416	1,418	1,424	1,455	1,525	1,653	1,952	2,165	2,67	3,252
2	1,418	1,421	1,432	1,445	1,466	1,637	1,687	2,146	2,248	2,733	3,343
3	1,423	1,428	1,448	1,458	1,584	1,677	1,899	2,239	2,338	2,808	3,467
4	1,437	1,451	1,482	1,488	1,707	1,72	2,114	2,332	2,424	2,895	3,652
5	1,456	1,482	1,527	1,641	1,841	1,936	2,141	2,49	2,73	3,471	4,054

Таблица 2

Результаты исследования зависимости вибросигнала работы шестерен основных передач КПП ЯМЗ-239 при работе на трансмиссионном масле, не соответствующем требованиям ГОСТ по значению «крест-фактора» от величины сроков наработки коробки переключения передач и состояния шестерен зацепления

Номер основно й передач и	Величина срока наработки КПП ЯМЗ-239, ч (трансмиссионное масло не соответствует требованиям ГОСТ)										Повреждени е шестерни
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
1	1,419	1,42	1,424	1,426	1,459	1,528	1,659	1,957	2,169	2,674	3,257
2	1,424	1,426	1,435	1,45	1,47	1,64	1,671	2,152	2,254	2,739	3,349
3	1,43	1,434	1,456	1,464	1,593	1,684	1,905	2,245	2,344	2,813	3,653
4	1,443	1,459	1,489	1,496	1,714	1,727	2,122	2,339	2,43	2,903	3,659
5	1,462	1,488	1,534	1,648	1,848	1,944	2,149	2,455	2,737	3,481	4,067

Статистическая обработка результатов эксперимента и разработка моделей связана с изменением параметров виброакустического сигнала, соответствующим работе шестерен основных передач КПП ЯМЗ-239, величиной сроков их наработки и состоянием трансмиссионного масла. Исходя из результатов анализа экспериментальных данных, с большой долей вероятности можно предположить, что функциональная зависимость, связывающая изменение вычисленной величины «крест-фактора» основной передачи, снятого с корпуса КПП ЯМЗ-239, со временем её наработки, полученная на основе обработки экспериментальных данных, будет иметь нелинейный характер. При обработке результатов возможны к использованию следующие виды моделей:

полиномиальная модель:

$$y = P_k(x), \text{ где } P_k(x) = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_k x^k; \quad (1)$$

тригонометрическая модель:

$$y = \beta_0 + \beta_1 \sin \omega x + \beta_2 \cos \omega x; \quad (2)$$

показательная модель:

$$y = a_0 x^{a_1}; \text{ после логарифмирования получаем:}$$

$$\ln y = \ln a_0 + a_1 \ln x = \beta_0 + \beta_1 \ln x; \quad (3)$$

логарифмическая модель:

$$y = \beta_0 + \beta_1 \ln x; \quad (4)$$

Под планированием и реализацией эксперимента в рамках разработанной методики авторы понимают процедуру выбора числа и условий проведения серии опытов, необходимых и достаточных для решения с требуемой точностью и достоверностью решаемой задачи. Цель планирования и проведения эксперимента – получение математических моделей, связывающих изменение параметров вибрации КПП ЯМЗ-239 с величиной его наработки. Математическая модель является математическим отображением наиболее существенных сторон процесса. Модель представляет собой совокупность уравнений, условий (ограничений) и алгоритмических правил и позволяет получать информацию о процессах, протекающих в объекте исследований; рассчитывать системы, т.е. анализировать и проектировать их; получать информацию, которую можно использовать для управления моделируемым объектом.

Построение математических моделей зависимости среднего значения параметра «крест-фактор» основных передач КПП ЯМЗ-239 от величины срока наработки с учётом состояния трансмиссионного масла и визуализация картины распределения обеспечивается модулем аппроксимации методом наименьших квадратов программы Microsoft Excel. Примеры построения моделей сформированы на базе результатов исследования (рис. 5 и 6).

Variable	Correlations (Gearbox_1.sta) Marked correlations are significant at p < .05000 N=11 (Casewise deletion of missing data)							
	Means	Std.Dev.	Срок наработки, ч	1 передача	2 передача	3 передача	4 передача	5 передача
Срок наработки, ч	600,0000	331,6625	1,000000	0,866250	0,886868	0,909435	0,919087	0,929123
1 передача	1,8495	0,6159	0,866250	1,000000	0,996576	0,992361	0,983591	0,987620
2 передача	1,9069	0,6440	0,886868	0,996576	1,000000	0,996060	0,986945	0,990265
3 передача	1,9781	0,6726	0,909435	0,992361	0,996060	1,000000	0,997232	0,994795
4 передача	2,0638	0,7142	0,919087	0,983591	0,986945	0,997232	1,000000	0,992014
5 передача	2,2517	0,8617	0,929123	0,987620	0,990265	0,994795	0,992014	1,000000

Рис. 5. Матрица корреляций среднего вычисленного значения параметра «крест-фактор» основных передач КПП ЯМЗ-239 на величину срока наработки (трансмиссионное масло соответствует требованиям ГОСТ)

Variable	Correlations (Gearbox_2.sta) Marked correlations are significant at p < .05000 N=11 (Casewise deletion of missing data)							
	Means	Std.Dev.	Срок наработки, ч	1 передача	2 передача	3 передача	4 передача	5 передача
Срок наработки, ч	600,0000	331,6625	1,000000	0,866266	0,884693	0,894150	0,919136	0,927197
1 передача	1,8538	0,6162	0,866266	1,000000	0,996454	0,993280	0,983721	0,988046
2 передача	1,9100	0,6455	0,884693	0,996454	1,000000	0,995204	0,985522	0,988888
3 передача	1,9970	0,7156	0,894150	0,993280	0,995204	1,000000	0,995443	0,989396
4 передача	2,0710	0,7142	0,919136	0,983721	0,985522	0,995443	1,000000	0,991445
5 передача	2,2557	0,8624	0,927197	0,988046	0,988888	0,989396	0,991445	1,000000

Рис. 6. Матрица корреляций среднего вычисленного значения параметра «крест-фактор» основных передач КПП ЯМЗ-239 на величину срока наработки (трансмиссионное масло не соответствует требованиям ГОСТ)

Как видно из рис. 5, скорректированный коэффициент корреляции близок к единице, что говорит о зависимости среднего вычисленного значения «крест-фактора» основных передач КПП ЯМЗ-239 (трансмиссионное масло соответствует требованиям ГОСТ) от величины срока

наработки, близкой к функциональной, что говорит о работоспособности регрессионных моделей, соответствующие уравнения которых имеют вид:

$$K\Phi_{1п}(\text{Соот})=0,0032 \cdot x^3 - 0,0248 \cdot x^2 + 0,0613 \cdot x + 1,372 \quad (5)$$

$$K\Phi_{2п}(\text{Соот})=0,0025 \cdot x^3 - 0,0137 \cdot x^2 + 0,0261 \cdot x + 1,403 \quad (6)$$

$$K\Phi_{3п}(\text{Соот})=0,0022 \cdot x^3 - 0,01 \cdot x^2 + 0,0335 \cdot x + 1,3852 \quad (7)$$

$$K\Phi_{4п}(\text{Соот})=0,0006 \cdot x^3 + 0,0123 \cdot x^2 - 0,0364 \cdot x + 1,4586 \quad (8)$$

$$K\Phi_{5п}(\text{Соот})=0,0031 \cdot x^3 - 0,0225 \cdot x^2 + 0,1251 \cdot x + 1,3203 \quad (9)$$

где x – величина срока наработки КПП ЯМЗ-239, ч.

В случае обработки экспериментальных данных для КПП ЯМЗ-239, заправленных трансмиссионным маслом, не соответствующим требованиям ГОСТ, получены следующие результаты:

как видно из рис. 6, скорректированный коэффициент корреляции близок к единице, что говорит о зависимости среднего вычисленного значения «крест-фактора» основных передач КПП ЯМЗ-239 (трансмиссионное масло не соответствует требованиям ГОСТ) от величины срока наработки, близкой к функциональной, что говорит о работоспособности регрессионных моделей, соответствующие уравнения которых будут иметь вид:

$$K\Phi_{1п}(\text{Несоот})=0,0031 \cdot x^3 - 0,0247 \cdot x^2 + 0,0608 \cdot x + 1,3767 \quad (10)$$

$$K\Phi_{2п}(\text{Несоот})=0,0025 \cdot x^3 - 0,0141 \cdot x^2 + 0,0259 \cdot x + 1,41 \quad (11)$$

$$K\Phi_{3п}(\text{Несоот})=0,0032 \cdot x^3 - 0,026 \cdot x^2 + 0,0999 \cdot x + 1,325 \quad (12)$$

$$K\Phi_{4п}(\text{Несоот})=0,0023 \cdot x^3 - 0,0141 \cdot x^2 + 0,073 \cdot x + 1,3552 \quad (13)$$

$$K\Phi_{5п}(\text{Несоот})=0,0033 \cdot x^3 - 0,0261 \cdot x^2 + 0,1402 \cdot x + 1,3116 \quad (14)$$

где x – величина срока наработки КПП ЯМЗ-239, ч [6].

Для определения функциональной связи между градиентом средней величины значения «крест-фактора» основной передачи КПП ЯМЗ-239 и временем её наработки проведен регрессионный анализ нелинейной зависимости полученных данных. «Линейный» в названии «линейный регрессионный анализ» означает линейность функции регрессии относительно параметров Y , но не относительно факторов X . X и Y – одномерные величины. Связь между фактором « x » и откликом « y » может быть и нелинейной. Для данных видов функциональных зависимостей применимы одни и те же расчетные формулы описательных статистик. Это коэффициент детерминации R^2 , скорректированный коэффициент детерминации R^2_{adj} , а также порядок формулирования нулевой гипотезы об отсутствии какой бы то ни было линейной связи между Y и совокупностью факторов, а так же проверки её по значению статистики Фишера, что и в случае линейных моделей множественной регрессии [7, 8].

Исходя из экспериментальных данных таблиц 1 и 2, строится регрессия величины срока наработки основных передач КПП ЯМЗ-239 на среднюю величину вычисленного значения «крест-фактора». Используется математический пакет STATISTICA 8 для оценки неизвестных коэффициентов в уравнении регрессии и адекватность построенной модели. В модуле Multiple Regression (множественная регрессия) создается файл Gearbox_1.sta (трансмиссионное масло соответствует требованиям ГОСТ) и файл Gearbox_2.sta (трансмиссионное масло не соответствует требованиям ГОСТ) размерностью $18v \times 2c$. Вводятся данные в электронные таблицы, используя результаты экспериментов из сводных таблиц 1 и 2 [9, 10].

Таким образом, разработанная нами методика диагностики технического состояния механизмов ВАТ путем оценки зависимости величины «крест-фактора» от срока наработки основных передач КПП ЯМЗ-239, в основу которой положены правила и последовательность реализации приемов и процедур для установления и накопления базы данных по критерию оценки дефектов и повреждений на примере элементов конструкции коробки переключения передач с использованием способа виброакустической диагностики, которая может быть использована для оценки состояния агрегатов трансмиссии ВАТ и своевременного выявления зарождающихся в них дефектов.

Разработанные математические модели зависимости величины «крест-фактора» от срока наработки основных передач КПП ЯМЗ-239 обеспечивают связь изменений параметров вибрации с величиной наработки агрегата, являются отображением наиболее существенных сторон процесса изменения состояния механизмов. Они представляют собой совокупность условий, ограничений, правил и позволяют получать информацию о процессах, протекающих в объекте исследований, анализировать и получать информацию, с целью управления моделируемым объектом.

Список литературы:

1. Friedma А. Что такое «Крест-фактор»? И почему он используется // Вибрационная диагностика. – 2005. – №.1 –30 с.
2. Нейронные сети. STATISTICANeuralNetworks: Методология и технологии современного анализа данных / под редакцией В.П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
3. Справочное пособие по ТО и ремонту семейства девяти ступенчатых коробок передач типа ЯМЗ-239. 14.01002-00. Ярославль, 2007. – 138 с.
4. Виброанализатор СД-21. Руководство по эксплуатации КНТЮ.411711.035 РЭ; Вибротехника. – Санкт-Петербург, 2008. – 93 с.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021669646 Российская Федерация. Программа автоматизированного расчета зубцовой частоты виброакустического сигнала, снимаемого с основных передач коробки переключения передач ЯМЗ-239: № 2021668701: заявл. 22.11.2021: опубл. 01.12.2021 / К.М. Комаров, А.В. Яблочников, В.В. Усин; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации.
6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022614573 Российская Федерация. Программа расчета значения «крест-фактора» основных передач КПП ЯМЗ-239 в зависимости от величины срока наработки и с учетом состояния трансмиссионного масла: № 2022612965: заявл. 04.03.2022: опубл. 23.03.2022 / К.М. Комаров, И.Р. Габдрашитов, А.Г. Николаев и др.; заявитель Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации.
7. Боровиков В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
8. Рудинский И.Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы/ И.Д. Рудинский, Д.А. Рутковская, М.В.Пилиньский, Л.С. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 452 с.

9. Комаров К.М. Диагностирование технического состояния агрегатов трансмиссии военной автомобильной техники с применением искусственной нейронной сети / К.М. Комаров, В.В. Усин // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции. – Тюмень: ТВВИКУ, 2021. – 470 с.

10. Комаров К.М. Применение нейронной сети при диагностике коробок переключения передач военной автомобильной техники / К.М. Комаров, И.Р. Габдрашитов // Научно-практический журнал "Наука и военная безопасность". Выпуск № 1. – Омск, 2021. – 55 с.

Моделирование поведения участников торгов при выборе подрядных организаций для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог Министерства обороны России

Modeling the behavior of bidders when choosing contractors for the construction, maintenance and repair of highways of the Ministry of Defense of Russia

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы имитационного моделирования процесса выбора подрядных дорожно-строительных формирований по их поведенческим характеристикам при организации торгов для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог Министерства обороны России.

Ключевые слова: имитационное моделирование, участники торгов, автомобильные дороги, конкурсное предложение, дорожно-строительные организации, расходы, прибыль, доходность.

Annotation. The article deals with the issues of simulation modeling of the process of selecting contract road construction formations according to their behavioral characteristics when organizing tenders for the construction, maintenance and repair of highways of the Ministry of Defense of Russia.

Keywords: simulation modeling, bidders, highways, tender offer, road construction organizations, expenses, profit, profitability.

При формировании системы национальной обороны государство является заказчиком конечной продукции, стремящимся удовлетворить потребности по защите государственных интересов [1]. Осуществляя военные расходы, государство направляет в оборонную сферу все виды ресурсов. Как только денежные средства оказываются в распоряжении военных ведомств, начинает работать рыночный механизм, который в соответствии с Федеральным законом «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» от 05.04.2013 N 44-ФЗ обеспечивает использование материальных и трудовых ресурсов для производства и закупки товаров, организации работ и услуг в интересах силовых структур [2,3].

Одним из направлений реализации проектов является организация торгов при выборе подрядных организаций для строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог Министерства обороны России. Как следствие, это вызывает необходимость координировать деятельность государственных институтов, органов законодательной и исполнительной власти для оптимизации затрат при поиске подрядных организаций в соответствии с требованиями ФЗ-44 [4,5].

Учитывая различия между участниками торгов по финансово-производственно-репутационным характеристикам, наиболее целесообразным представляется имитационное моделирование для оценки их возможного поведения в зависимости от решаемых организационно-практических задач [6].

Для этих целей разработана имитационная модель поведения участников торгов и определения цены конкурсного предложения для проекта строительства (реконструкции), ремонта и содержания участка автомобильной дороги МО РФ [7].

Математическая постановка задачи моделирования поведения участников торгов и определения цены конкурсного предложения для проекта строительства (реконструкции), ремонта и содержания участка автомобильной дороги МО РФ может быть сформулирована следующим образом.

В целях строительства участка автомобильной дороги необщего пользования (АДНП) МО РФ в соответствии с требованиями федерального законодательства организуются торги. В торгах могут принять участие N организаций. Количество участников торгов является случайной величиной $\tilde{N} \in (N_{min} \dots N_{max})$. Каждая дорожно-строительная организация разрабатывает решение на участие в торгах и формирует цену конкурсного предложения $\tilde{S} \in (S_{min} \dots S_{max})$ на основе стоимости проекта по строительству участка дороги (по смете) $\tilde{C}_{см} \in (C_{смmin} \dots C_{смmax})$ с учетом имеющихся у организации инновационных технологий, стоимости накладных расходов $\tilde{C}_{нр} \in (C_{нрmin} \dots C_{нрmax})$, а также НМЦК. Требуется определить предполагаемого победителя торгов по правилам, предусмотренным федеральным законодательством.

Решение поставленной задачи осуществляется с учетом следующих положений:

1. Задача решается с применением метода машинной имитации Монте-Карло, который позволяет строить математические модели различных вероятностных процессов, в том числе и подрядных торгов. Цель – оценить доходность проекта в зависимости от количества и поведения участников аукциона (подрядных торгов).

2. Предполагается строительство участка АДНП МО РФ. Требуется определить минимальную цену конкурсного предложения, приемлемую для дорожно-строительной организации и на какой ожидаемый доход она может рассчитывать.

3. Если будет сделано предложение с ценой близкой к себестоимости, то торги, естественно, в соответствии с 44 ФЗ будут выиграны. Но в этом случае организации несет существенные риски, связанные с удорожанием ресурсов и др. Если будет назначена высокая цена конкурсного предложения, то вероятность выиграть конкурс будет низкой. Возникает задача определения оптимальной для организации цены контракта.

Алгоритм работы частной имитационной модели предназначен для реализации в Microsoft Excel и сводится к выполнению следующих шагов.

1. Первоначально вводим стоимость проекта по строительству участка дороги (по смете).
2. Вводим стоимость накладных расходов (расходы по участию в аукционе).
3. Определяем (имитируем) количество участников аукциона на основе статистического анализа информации с сайта госзакупок. Имитация количества участников торгов $\tilde{N}$ и их номеров i осуществляется с использованием функции биномиального распределения случайных величин по зависимости

$$\tilde{N} = \sum_{i=1}^N n_i, \quad (1)$$

$$\text{где } n_i = \begin{cases} 0, & \text{если } R_i < p \\ 1, & \text{если } R_i \geq p \end{cases}, i = 1, 2, \dots, N;$$

n_i – дихотомическая переменная, характеризующая участие каждого из N участников торгов в аукционе;

R_i – случайная величина (число), равномерно распределенная в интервале (0,1);

p – вероятность участия в аукционе.

4. Определяем (назначаем) и вводим величину нашего коммерческого предложения S (коммерческого предложения участника торгов).
5. Вводим идентификаторы (номера) предполагаемых участников торгов.

6. Имитируем признак участия или не участия каждого из участников торгов в аукционе (в соответствии с разыгранным количеством участников $\tilde{N}$). Имитация осуществляется по следующему правилу (соотношению). Если номер участника $i \leq \tilde{N}$, участник с номером i участвует в аукционе, в противном случае нет.
7. Имитируем величину коммерческого предложения $\tilde{S}$ других участников исходя из определения средней величины конкурсного предложения и величины стандартного отклонения. Эти параметры определяются на основе анализа статистики аналогичных торгов. Моделирование производится с использованием функции нормального распределения случайных величин по зависимости

$$\tilde{S} = \sigma_s x + \bar{S}, \quad (2)$$

где $\bar{S}$ – математическое ожидание величины конкурсного предложения участников торгов (из анализа статистики аналогичных торгов);

σ_s – стандартное отклонение величины конкурсного предложения участников торгов (из анализа статистики аналогичных торгов);

x – возможное значение нормированной нормальной величины.

$$x = \sum_{z=1}^{12} R_z - 6, \quad (3)$$

где R_z - равномерно распределенное случайное число, $R_z \in (0, \dots, 1)$.

8. Имитируем (определяем) итоги торгов на основе следующего правила (соотношения). Если величина нашего коммерческого предложения $S < \min \tilde{S} \in (S_1, \dots, S_N)$, то участник выиграл торги, в противном случае – нет.
9. Определяем величину ожидаемой прибыли W от реализации проекта для участника, выигравшего торги. Если участник выиграл, то прибыль рассчитывается как разность величины коммерческого предложения и себестоимости выполнения работ, то есть $W = S - \tilde{C}_{см} - \tilde{C}_{нр}$. Если участник не выиграл аукцион, то его проигрыш будет равен стоимости расходов на участие в аукционе $\tilde{C}_{нр}$.
10. Имитируем другие варианты нашего конкурсного предложения $\tilde{S} \in (S_{min} \dots S_{max})$ и для каждого из них выполняем шаги 3-9 данного алгоритма. В итоге получаем таблицу данных с результатами работы модели и анализируем ее по каждому варианту конкурсного предложения. При менее значительной стоимости конкурсного предложения мы выигрываем торги чаще. Чем выше стоимость конкурсного предложения, тем реже выигрываем.
11. Определяем требуемое количество реализаций модели. Эта процедура выполняется с применением неравенства Чебышева.
12. Определяем оценку математического ожидания $\bar{W}$ доходности по каждому варианту конкурсного предложения с учетом необходимо количества имитации торгов, рассчитанного на предыдущем шаге.
13. Вычисляем вероятность получения дохода P_w по каждому варианту конкурсного предложения, которая определяется отношением числа побед в торгах θ , к общему числу имитаций торгов Q , то есть $P_w = \theta/Q$.
14. Строим комплексный график (рисунок 1) изменения доходности и вероятности получения дохода от величины конкурсного предложения.

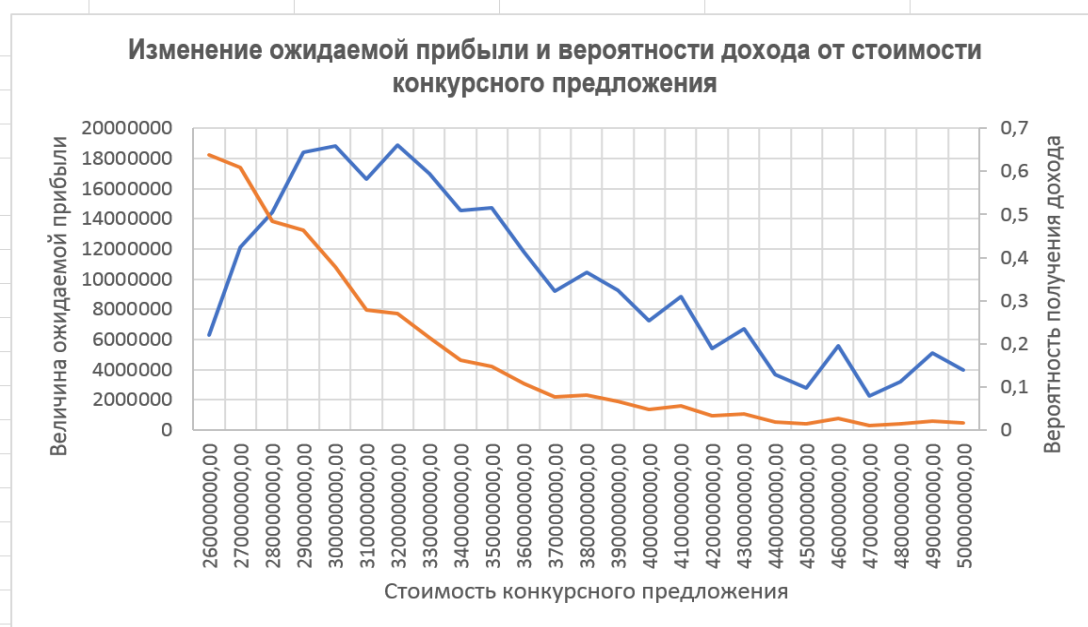


Рис. 1. Комплексный график изменения доходности и вероятности получения дохода от величины конкурсного предложения

На полученном графике (рис. 1) верхняя линия соответствует величине дохода подрядчика от реализации проекта при выбранной стоимости конкурсного предложения. Нижняя линия отражает вероятность получения дохода при величине выбранной стоимости конкурсного предложения.

Таким образом, приведенная имитационная модель позволяет прогнозировать поведение участников торгов и определять цену конкурсного предложения подрядчика, что может быть положено в основу заключения контрактов на строительство, содержание и реконструкцию дорог Министерства обороны России в интересах повышения эффективности затрат.

Список литературы

1. Серба В.Я. Влияние государственного бюджета на военно-экономическую безопасность // В сборнике: Региональные аспекты управления, экономики и права Северо-западного федерального округа России, межвузовский сборник научных трудов. Санкт-Петербург, 2017. С. 147-149.
2. Basics of modeling the probability of corporate borrowers default/Ksenofontov A.S., Savon I.V., Serba V.Y., Shkurkin D.V.// International Journal of Economics and Financial Issues. 2016. Т. 6. № S1. С. 14-18.
3. Метод обоснования рациональной конфигурации подсистемы транспортного обеспечения в интересах группировки войск (сил) на операционном направлении / Топоров А.В., Бабенков В.И., Богданов Д.Ю. // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2019. № 4 (109). С. 33-39.
4. Серба В.Я., Крутик А.Б., Коровин Э.В. Маркетинг и менеджмент инновационно-активных предпринимательских структур туристических кластеров и гостиничного бизнеса Санкт-Петербурга. Монография. - СПб.: ООО «Копи-Р Групп». 2012. – 316с.
5. Серба В.Я., Крутик А.Б. Предпринимательские решения. Монография. – СПб.: Из-во «Астерион», 2016. – 194с.
6. Математическая модель планирования дорожной сети минимального состава на множестве «взвешенных» графов / Ермошин Н.А., Лазарев Ю.Г. // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2018. № 3. С. 35-44.
7. Планирование развития дорожной сети с учетом принципов многокритериальной оптимизации / Лазарев Ю.Г., Ермошин Н.А., Сенцов И.В. // Путь навигатор. 2019. № 38 (64). С. 24-31.

**Обоснование системы фортификационной защиты мобильных объектов при воздействии
обычных средств поражения**

**Justification of the system of fortification protection of mobile objects under the influence of
conventional means of destruction**

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке защищённости мобильных объектов и оценке параметров воздействия обычных средств поражения на слабозащищенные мобильные объекты и представлен анализ возможностей и рекомендации по фортификационной защите мобильных объектов, за счет применения габионов насыпного типа. Представлено вклад применения габионов на систему комплексного противодействия обычным средствам поражения.

Abstract. The article presents the results of research on the assessment of the security of mobile objects and the assessment of the parameters of the impact of conventional means of destruction on weakly protected mobile objects and presents an analysis of the possibilities and recommendations for the fortification protection of mobile objects through the use of bulk gabions. The contribution of the use of gabions to the system of complex counteraction to conventional means of destruction is presented.

Ключевые слова: габион, система фортификационной защиты, наряд средств поражения, осколочное и фугасное действие обычного средства поражения.

Keywords: gabion, fortification protection system, outfit of means of destruction, fragmentation and high-explosive effect of conventional means of destruction.

Введение

Защищенность и живучесть войск и объектов военной и гражданской инфраструктуры в условиях ведения современных войн и военных конфликтов при воздействии обычных средств поражения (СП) противника обеспечивается комплексной системой фортификационной защиты, которая обеспечивают требуемый уровень живучести элементов военной и гражданской инфраструктуры.

Современные СП в последнее время активно развиваются, появляются новые типы носителей и средства непосредственного воздействия, ошибки наведения оружия снижаются и не превышают нескольких метров и развивается система разведки и дистанционного управления, позволяющая бесконтактным способом нанести требуемый ущерб объектам.

Все это предъявляет повышенные требования к оборудованию и защите объектов, по которым в случае военных конфликтов возможно воздействие средств поражения противника.

Оценивание уровня защищенности объектов представляет собой решение комплексной задачи, при решении которой необходимо определить ее достаточность и определить комплекс мероприятий для ее наращивания.

**Анализ методики оценки защищенности объектов при воздействии обычных средств
поражения**

Рассмотрим методику оценки защищенности объектов при воздействии обычных средств поражения (ОСП).

Оценку защищённости можно рассматривать как количественный показатель системы комплексного противодействия СП противника, позволяющую рекомендовать комплекс активных и пассивных мероприятий по защите объекта [1, 2].

Оценка воздействия средств поражения является составной частью комплекса мероприятий по оценке противника и представляет собой сложный процесс, включающий в себя множество составляющих и, как правило, носящих вероятностный характер. При этом, и они описываются общими законами и, после проведения комплексного анализа, позволяют качественно оценить возможности противника по нанесению ущерба обороняемому объекту.

При оценке величины воздействия средств поражения необходимо определить его наряд и вариант способа воздействия.

Наряд СП определяется из анализа боевого состава средств нападения противника, его базирования, характеристик носителей и СП. Наряд средств поражения определяет: тип; основные тактико-технические характеристики (ТТХ) СП; их количество и другие данные.

При оценке варианта воздействия СП определяется: виды взрывов (подрывов) СП по высотному положению относительно поверхности земли; временные интервалы между соседними взрывами (подрывами) СП; условия и характер взаимодействия и взаимовлияния поражающих факторов соседних взрывов СП; способ прицеливания СП по цели.

Рассмотрим крылатые ракеты, как наиболее опасное СП, которое может действовать на больших расстояниях в глубине страны. Основными типами систем наведения КР потенциального противника являются: радиометрическая система наведения (СН) типа «Терком», оптическая корреляционно-экстремальная СН типа «Диджисмек» и тепловая (инфракрасная) СН инфракрасная СН, применяемая только на конечном участке наведения для кассетных боевых частей [3]. В последнее время применяются комбинированные системы, которые дополнительно включают элементы системы навигации Навстар.

Особенностью первых двух систем является то, что для применения средств поражения необходимо заранее подготовить полетное задание, которое включает в себя информацию о точках коррекции полета ракеты и информацию о точке прицеливания (объекте удара). В обоих случаях точка прицеливания представляет собой электронный макет местности (в радиометрическом или оптическом диапазоне). Размер этого участка примерно 20 на 20 километров, на котором выбираются «яркие» (или «контрастные») точки, которые обеспечивают приемлемую точность прицеливания КР.

Считается, что для СН наведения «Терком» контрастными будут приемлемы участки с градиентом участка местности $\varepsilon_p > 0,005$:

$$\varepsilon_p = \frac{\sigma_p}{\rho} \quad (1)$$

где σ_p – изрезанность местности, крутизна рельефа местности от среднего уровня;
 ρ – радиус корреляции, зависимость изменения высоты рельефа местности от расстояния («теснота»).

Для КР, использующих систему наведения типа «Диджисмек», осуществляющая коррекцию траектории полета при помощи оптически контрастных ориентиров, будут приемлемы характерные ориентиры, имеющих коэффициент различимости $\nu > 5$.

$$\nu = \frac{K - K_0}{K_0}, \quad (2)$$

где K – контраст объекта;
 K_0 – пороговый контраст оптического приемного устройства КР.

Для инфракрасных СН главным требованием является превышение температурного фона объекта порогового значения, заложенного в память СП

$$T_{об} \geq T_{пор} \quad (3)$$

где $T_{об}$ – тепловой контраст объекта;
 $T_{пор}$ – пороговый тепловой контраст приемного канала СН.

Оценка вероятности поражения объекта назначенным нарядом СП в количестве n единиц, как правило, определяется по формуле [4]:

$$P_n = 1 - e^{-\alpha n} \quad (4)$$

где α – уязвимость объекта.

Информация о наряде сил, полученная из общей оценки противника, позволяет определить уязвимость объекта и рассчитать комплекс мероприятий по повышению его живучести.

Уязвимость объекта можно представить в виде:

$$\alpha_{об} = \left(\rho \frac{R_{П}}{\sigma} \right)^2 \quad (5)$$

где $R_{П}$ – радиус поражения СП для данного объекта, м;
 σ – круговое вероятное отклонение (КВО) СП от точки прицеливания;
 $\rho=0,4769$ – постоянная Лапласа.

Из анализа формулы (5) следует, что задачу снижения уязвимости объекта можно решить двумя способами: или уменьшить радиус поражения СП или увеличить КВО. Для первого способа необходимо «усилить» объекта за счет наращивания дополнительных защитных преград или проведением инженерных фортификационных мероприятий. Выполнение этих мероприятий имеет ограничение и усиление фортификационных свойств объектов может быть связано с разработкой материалов, обладающих новыми свойствами. С другой стороны, увеличение отклонения СП можно обеспечить за счет влияния на систему разведки и на систему наведения СП.

Таким образом, комплекс мероприятий, направленных на увеличение величины ошибки наведения СП на поражаемый объект, будет приводить к повышению живучести объекта и напрямую зависит от правильно выбранного варианта использования средств защиты этого объекта, адекватного применяемому противником способу использования СП.

Из анализа назначенного наряда сил также необходимо определить тип боевой части, которую будет применять противник. Например, современные крылатые ракеты оснащаются следующими типами боевых головных частей: осколочно-фугасные, бетонобойные, кассетные, объёмно - детонирующие и другие. Наиболее вероятным оснащением, исходя из особенностей построения и функционирования мобильных объектов, будут боевые части осколочно-фугасные и кассетные [3,6,7].

Рекомендации по повышению живучести мобильных объектов за счет фортификационной защиты и маскировки

Основными инженерными мероприятиями, за счет которых можно повысить живучесть объектов, являются фортификационное оборудование позиционного района и маскировка. Рассмотрим эти мероприятия.

Опыт проведения специальной операции в Ближневосточном регионе и ведения боевых действий в Нагорном Карабахе показали важность непрерывного анализа инженерной обстановки [8] применение нестандартных решений и уход от шаблонов при выполнении различных задач фортификационного оборудования позиций и укрепления объектов.

В целях совершенствования фортификационного оборудования районов и позиций войск широкое применение нашли габионы (от итал. gabbione – «большая клетка») [9] насыпного типа. Их использование способствовало значительному сокращению сроков фортификационного оборудования позиций войск, при этом уровень защиты личного состава, вооружения и техники по сравнению с окопами, укрытиями заглубленного и полузаглубленного типа в значительной степени не снижался.

На сегодняшний день на вооружении Вооруженных сил Российской Федерации стоят габионы насыпного типа. Они предназначены для защиты личного состава, боевой техники, транспорта и материальных средств при фортификационном оборудовании, в короткие сроки, позиций подразделений и мобильных объектов, а также пунктов временной дислокации войск.

ГНТ изготавливаются и поставляются потребителям двух типов:

- малогабаритные габионы насыпного типа (ГНТ-1), размерами 60х60х360 см, состоящие из шести секций 60х60х60 см;
- габионы механизированного заполнения (ГНТ-2), размерами 90х120х360 см, состоящие из четырех секций 90х120х90.

С внутренней стороны, по периметру габиона, закрепляется защитная оболочка, выполненная из геотекстиля, представляющего собой, как правило, экологически безопасный огнестойкий нетканый водопропускной материал, из полиэфирных или полипропиленовых волокон. Основные технические характеристики габионов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные технические характеристики габионов ГПН-1 и ГНТ-2

Наименование показателей	ГНТ-1	ГНТ-2
Габаритные размеры в развернутом положении:		
длина, м	3.65	3.65
ширина, м	0.6	0.9
высота, м	0.6	1.2
объем, м ³	1.31	3.94
Масса, кг	20,0	35
Наружные размеры после заполнения грунтом:		
длина, м	3.68	3.68±0.03
ширина, м	0.72	1.1±0.03
высота, м	0.6	1.2
объем, м ³	1.58	4.85
Расчет на развертывание (сборку), заполнение грунтом и на разборку габиона, чел.	2	2
Время на развертывание (сборку) вручную, мин.	2-3	3-4
Заполнение грунтом:		
средствами механизации, мин.	6	6-7
вручную, мин.	35	105

Основными задачами по совершенствованию инженерного оборудования районов и позиций космических войск с использованием быстровозводимых фортификационных укреплений габионов насыпного типа ГНТ являются:

совершенствование фортификационного оборудования системы охранения объектов;
совершенствование фортификационного оборудования позиций критически важных элементов воинских частей;

усиление (дооборудование) инженерного оборудования позиций ВВСТ.

К системе охранения объектов, требующей усиления, включает: оборудованные КПП и въездные группы объекта; элементы системы наземной обороны объектов.

Для этого в позиционных районах объекта возводятся сооружения: для наблюдения, для ведения огня, для защиты личного состава, для укрытия боевой техники, для отдыха личного состава, оборудованные КПП.

При этом, наиболее целесообразным является применение ГНТ при оборудованных временных, ложных и учебных мобильных объектов.

Основными типами сооружений, возводимых из габионов насыпного типа, возводимых для защиты объектов, могут быть:

- защитная стена;
- бойницы для стрелка с противоосколочными козырьками;
- позиции для стрельбы из ручного противотанкового гранатомета;
- позиции для стрельбы из автоматического станкового гранатомета АГС-17;
- универсальные окопы для боевой техники;
- универсальные укрытия для боевой техники;
- перекрытые щели на отделение;
- устройство КПП.

Все типы сооружений из ГНТ возводятся на поверхности грунта, без заглубления с применением средств механизации и вручную.

Рассмотрим типовой окоп для техники высотой 3 метра. Для его возведения необходимо использовать комбинацию из двух ГНТ-2 и одного ГНТ-1, сечение окопа представлено на рисунке 1а. Обычный окоп в виде обваловки имеет крутизну склонов при нормальном грунте до 45°, сечение окопа представлено на рисунке 1а и 1б.

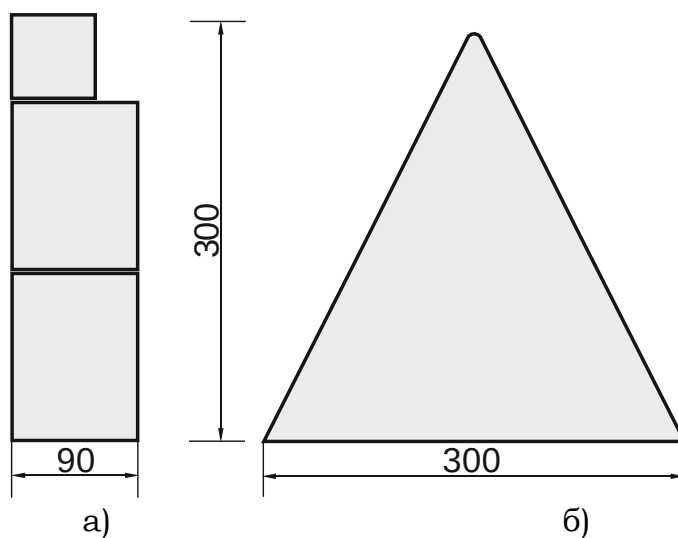


Рис.1. Сечение окопов для техники

Расчеты показывают, что для обустройства окопа для техники из габионов требуется в 3 раза меньше грунта, чем для сооружения стандартного обычного окопа. При этом обеспечивается требуемой защищенности объекта от основных типов СП. В случае необходимости возможно наращивание защиты за счет выстраивания габионов в 2 ряда. И даже в этом случае требуется грунта в 1,5 раза меньше.

Особенностью габионов является то, что их применение также обеспечивает решение второй задачи – маскировки. Использование ГНТ позволяет спланировать и провести мероприятия имитации объектов. При этом нет необходимости наполнения их грунтом и время оборудования ложной позиции (имитации объекта) для техники займет не более 15 минут.

Для предотвращения или снижения воздействия высокоточных СП по мобильным объектам необходимо провести ряд мероприятий по подготовке позиционного района.

При оценке района, где развернута боевая техника наземных комплексов, определяем наиболее контрастные элементы позиции для радиометрической, оптической корреляционно-экстремальной и инфракрасных систем наведения ОСП. Это могут быть крупногабаритные сооружения, вооружение и военная техника, различные местные предметы (складки местности и рельефа), мощные источники тепла.

Учитывая, что радиус поражения незащищенной техники современными крылатыми ракетами без специальной боевой части равен $R_{min}=25-35$ метров [5,10], определяем позиции для элементов имитации на расстоянии в пределах значения равного R_{min} от элементов наземных комплексов, при этом незащищенное вооружение может получить повреждения умеренной степени, что не должно привести к снижению эффективности работы комплексов более требуемого.

Стандартная позиция мобильного пускового комплекса должна включать один окоп из элементов ГНТ-1 и ГНТ-2, выполненный по всем правилам, заполненный грунтом, предназначенный для оборудования боевой позиции и 3–4 окопа, предназначенных для размещения ложных позиций, имитирующих размещение техники, расположенных на расстоянии R_{min} от боевой позиции.

При этом ложные контрастные объекты с уровнем $\varepsilon_p > 0,005$ организуются для СП, применяющего радиометрическую систему наведения, с уровнем $v > 5$, для СП, применяющего оптическую корреляционно-экстремальную систему наведения, с уровнем $T_{об} \geq T_{пор}$ для СП, имеющих инфракрасную СН [11].

При оборудовании боевой позиции мобильного пускового комплекса, для снижения эффективности применения противником средств поражения с автономными СН, необходимо произвести маскировку контрастных элементов позиции наземного комплекса. Учитывая, что современные СН имеют комплексное построение, необходимо подготовить и провести мероприятия скрытия и имитации против различных типов СН. Для противодействия СП, применяющих радиометрическую систему наведения необходимо снизить градиент контрастных предметов до уровня $\varepsilon_p < 0,005$ с использованием маскировочных комплектов типа МРКП и угловых отражателей различного типа. При этом одновременно с этим в предполагаемой зоне предпоследней коррекции, на расстоянии 3–5 км от объекта, необходимо разместить 1–2 «ярких» радиолокационных объекта, которые обеспечат искажение радиолокационного портрета местности. Это приведет к срыву предпоследней коррекции полета и увеличению ошибки на конечном участке полета.

Для противодействия СП, применяющим оптическую корреляционно-экстремальную систему наведения необходимо снизить коэффициенты различимости наиболее контрастных элементов объекта до уровня $v < 4$ (или необходимо изменить общую визуальную конфигурацию наиболее характерных элементов) с использованием маскировочных комплектов типа МКР. Одновременно с этим необходимо организовать задымление позиции объекта с использованием штатных или подручных средств.

При оборудовании ложных позиций их необходимо замаскировать и оборудовать угловыми отражателями и тепловыми имитаторами. Расчеты показывают [2,5], что все мероприятия имитации должны обеспечить падение крылатых ракет на расстояниях более 35 метров. При этом необходимо учесть, что «точка прицеливания» ВТО имеет ограниченные размеры, максимальные удаления ложных объектов не должны превышать 70–100 метров.

После подготовки и проведения мероприятий, проводим расчет вероятности поражения (4) и живучести объекта [2].

Расчеты показывают, что проведение указанных мероприятий обеспечивают ошибку наведения средств поражения не менее 40–50 метров, что обеспечивает требуемый уровень живучести элементов наземных комплексов и их работоспособность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что представленные выше методика и рекомендации по повышению эффективности системы комплексного противодействия средствам поражения противника за счет фортификационного оборудования позиции мобильного комплекса и его маскировки, обеспечивают живучесть объектов на требуемом уровне.

Список литературы

1. Сурин Д.В. Специальные фортификационные сооружения: учебник. – С-Пб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2010. – 429 с.
2. Федоренко А.В. Алгоритм обеспечения живучести стационарных объектов при воздействии обычных средств поражения/ И.В. Лунис, А.В. Федоренко // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского № 663, 2018. – С.180–186.
3. Валецкий О.В. Оружие современных войн: Боеприпасы, системы управляемого вооружения и меры противодействия их применению. Пушкино: Центр стратегической конъюнктуры, 2015. – 264 с.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник. – М: Наука, 1969. – 576 с.
5. Сурин Д.В. Аналитические методы оценки защищенности и живучести объектов и комплексов / Д. В. Сурин. – СПб.: МО, 1997. – 145 с.
6. Сурин Д.В. Способ обоснования расчетных систем защиты специальных сооружений при воздействии ОСП противника/ С.Ю. Карасев, Г.С. Ладышкин, Д.В. Сурин, А.М. Шевчук // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского № 660, 2018. – С.204–208.
7. Сурин Д.В., Стахно Р.Е., Шевчук А.М. Теория моделирования воздействия обычных средств поражения противника на объекты наземных комплексов // Информационный сборник АВН (Санкт-Петербургское отделение). – 2005. – №3. – С. 58–67.
8. Р.Н.Пухов. БПЛА В Нагорном Карабахе. 2020. – https://www.portal.vka/novosti/?ELEMENT_ID=6332,6409 (дата обращения: 03.12.2020).
9. Военно-энциклопедический словарь. – М: Военное издательство, 2007.
10. Гельфанд Б. Фугасное действие взрывов: монография/ Б.Е.Гельфанд, М.В. Сильников. – СПб.: Астерион, 2007. – С. 135 – 138.
11. Справочник офицера ВКО / С.К.Бурмистров. – Тверь: ВА ВКО, 2005. – С. 28 – 29.

Исследование лидерства в управленческой деятельности

Research of leadership in management activities

Аннотация. В статье приводятся результаты экспериментального исследования по проблеме проявления психологических механизмов лидерства в управленческой профессиональной деятельности руководителей служебных коллективов.

Abstract. The article presents the results of an experimental study on the problem of the manifestation of psychological mechanisms of leadership in the managerial professional activity of managers of service teams.

Ключевые слова: психология, служащий, профессиональная служебная деятельность, лидерство, руководство.

Keywords: psychology, office worker, professional service activity, leadership, management.

Изучение влияния статусной позиции руководителя как неформального лидера коллектива на реализацию его должностных обязанностей актуально, поскольку в служебном коллективе ведущее влияние на формирование служебных отношений отводится руководителю. Именно руководитель подбирает исполнителей, побуждает их к деятельности и несет ответственность за конечный результат работы трудового коллектива. А лидерство, как уже было отмечено ранее, - внутренний организационный процесс, влияние посредством авторитета личности. Лидерство лежит в основе личного авторитета руководителя, но социальную основу авторитета составляет должность с её правами и обязанностями. С помощью авторитета происходит органичная связь официального руководства с неофициальным лидерством. Авторитетный руководитель воспринимается и как лидер, и как должностное лицо, облечённое юридической ответственностью. «Авторитет – это общественное признание личности, оценка коллективом соответствия субъективных качеств руководителя объективным требованиям деятельности. И наоборот, несоответствие свойств личности требованиям ведет к не авторитетности руководителя» [1].

Статья является логическим продолжением наших предыдущих исследований [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16].

Целью данного исследования выступает анализ степени влияния лидерского авторитета руководителя на эффективность его деятельности.

Для реализации поставленной цели выдвигаются следующие задачи:

- осуществить анализ социологической и социально-психологической литературы по проблемам соотношения лидерства и руководства;
- провести экспертную оценку общего и делового авторитета руководителя как в коллективе подчиненных, так и с точки зрения вышестоящего руководства;
- провести самооценку общего и делового авторитета руководителей в количественном выражении;

- сравнить уровень общего и делового авторитета руководителя в коллективе подчиненных, с точки зрения вышестоящего руководства, а также уровень самооценки данных показателей;
- сравнить количественную оценку общего и делового авторитета руководителя с точки зрения подчиненных, вышестоящего руководства и при самооценке руководителя с оценкой уровня реализации руководителем основных должностных функций.

Предметом данного исследования является авторитет руководителя как неофициального лидера. В качестве **объекта** исследования выступают руководители промежуточного звена управления служебных организаций г. Санкт – Петербурга различных направлений деятельности в количестве 17 человек.

В качестве основной **гипотезы** выдвигается следующее предположение: чем выше уровень неофициального авторитета руководителя у подчиненных, тем эффективнее его деятельность. Для проверки данного предположения основная гипотеза распадается на две дополнительных:

1) Успешная реализация руководителем его основных должностных функций (обязанностей) осуществляется при одинаково высоких показателях делового и общего авторитета руководителя в коллективе подчиненных.

2) Чем больше степень соответствия показателя общего авторитета руководителя в данный период времени показателю ожиданий со стороны взаимодействующих с ним членов организации, тем лучше реализация его основных должностных функций.

В качестве исследовательского инструментария в работе применена совокупность следующих **методов**: метод экспертных оценок общего и делового авторитета руководителя, степени реализации основных должностных функций руководителя, а также самооценка руководителем своих деловых и личных качеств, реализации его основных должностных функций, а также оценка руководителем степени выполнения подчиненными его распоряжений. Методики применялись в форме анкетного опроса вышестоящих руководителей, а также их подчиненных.

Нужно помнить, что в данном случае необходимо было исследовать не только общий авторитет руководителя, но и деловой. Деловой авторитет зависит от степени соответствия руководителя статусу занимаемой должности и социальным ожиданиям подчиненных. В качестве экспертов выступают взаимодействующие с руководителем члены организации: а) вышестоящее руководство; б) руководители равного ранга; в) подчиненные, т.е. специалисты, которые трудятся в той же сфере деятельности, эффективность работы в которой необходимо оценить, т.к. эксперты должны находиться с оцениваемым руководителем в тесных деловых (функциональных) отношениях. В основу методики по оценке делового авторитета можно положить следующий принцип: чем выше авторитет руководителя, тем выше степень независимости выполнения его распоряжений как от формы самого распоряжения, так и от характера поручаемой работы (причем под характером работы имеется в виду не ее содержание, а то, в какой степени работа соответствует формальным обязанностям, зафиксированным в должностных инструкциях подчиненного). Данная методика разработана Л.Д. Кудряшовой [2]. Весьма вероятно, что рост делового авторитета в итоге может привести к повышению общего авторитета. Причем ситуация, когда деловой авторитет оказывается ниже общего, возникает, возможно, по причине того, что руководитель не нашел адекватного стиля управления коллективом.

В теоретическом плане наше исследование опирается также и на работы социологов и психологов, изучающих процессы восприятия руководителя подчиненными, в которых, в частности, отмечается, что представления человека о другой личности отражают не все

характеристики данной личности, а только наиболее значимые для того, кто оценивает. Именно эти, наиболее значимые для оценивающего эксперта качества становятся своеобразными эталонными требованиями, которые, в свою очередь, формируются под влиянием социальных требований жизни, личного опыта и представлений о множестве качеств личности, представляющей тот или иной статус. Степень соответствия поведения руководителя групповым требованиям обуславливает отношение членов группы к руководителю, выступает в качестве одного из ведущих факторов, регулирующих процессы взаимодействия в организации, определяет успешность достижения ее членами поставленных целей и реализации управленческих решений. Поэтому необходимо выделить и оценить личный управленческий вклад руководителя в конечные результаты работы руководимого коллектива, т.е. тем самым определить личностно опосредованную эффективность руководства. Оценка эффективности деятельности руководителя осуществляется экспертами на основе анализа уровня реализации основных управленческих функций-задач, выполняемых руководителем в рамках данной организации.

Для изучения представлений, под которыми понимаются субъективные оценки, относящиеся к различным деловым и личностным качествам руководителя - об эффективном руководителе, применяется модифицированный вариант методики Ф. Фидлера.

В анкетный опрос с целью решения поставленных задач были включены следующие блоки вопросов: первый блок включает в себя вопросы, направленные на определение оценок *общего авторитета* руководителя у подчиненных, вышестоящего руководства и при самооценке руководителя; второй блок составляют вопросы, определяющие оценку *делового авторитета* руководителя у подчиненных, вышестоящего руководства и при самооценке руководителя; третий блок содержит вопросы, характеризующие оценку *уровня реализации руководителем основных должностных функций* у подчиненных, вышестоящего руководства и при самооценке руководителя.

Итак, вопросы анкеты главным образом были ориентированы на определение количественного выражения уровня делового и общего авторитета руководителей промежуточного звена системы управления в организации, а также на оценку степени эффективности его деятельности в рамках занимаемой должности в конкретной организации с его личной точки зрения, с позиции вышестоящего руководства и согласно представлениям коллектива подчиненных

Для математической обработки информации был проведен подсчет индексов групповых оценок по методике А.А. Русалиновой [12]. Кроме того, выполнен корреляционный анализ данных с помощью компьютерной программы «SPSS».

Результаты исследования

Всего в исследовании приняло участие 97 человек из 9 различных организаций г. Санкт-Петербурга, из них: 17,5 % - руководители среднего звена системы управления организации, 17,5 % – их вышестоящее руководство, 65 % - подчиненные.

Проанализировав личные данные руководителей промежуточного звена управления в обследованных организациях, мы определили, что их возраст варьируется от 25 до 54 лет, однако преобладающее большинство – специалисты в возрасте 45 – 49 лет. Образование у руководителей варьируется от среднего специального (26,8%) до высшего/неоконченного высшего (73,2%), но преобладает высшее, что характеризует руководителей как высококвалифицированных работников. Общий управленческий стаж руководителей варьируется от 3 до 25 лет, но преобладающий показатель стажа – 11 лет.

Обработка эмпирического материала, полученного в процессе сбора данных, позволила нам составить сводную таблицу индексов групповых оценок общего, делового авторитета

руководителя, уровня реализации руководителем основных должностных функций высшего руководства, починенных и самооценок руководителей. Эти данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сводная таблица индексов групповых оценок общего, делового авторитета руководителя, уровня реализации руководителем основных должностных функций высшего руководства, починенных и самооценок руководителей.

Организации		Показатели уровня авторитета руководителя			Показатели уровня реализации основных должностных функций
		Общий		Деловой	
		Оценка авторитета руководителя в данный период	Оценка авторитета эталонного эффективного ¹ руководителя		
1	Вышестоящее руководство	0,79	0,94	0,84	0,89
	Подчиненные	0,7	0,88	0,68	0,90
	Самооценка	0,86	0,93	0,70	0,94
2	Вышестоящее руководство	0,85	0,96	0,80	0,91
	Подчиненные	0,72	0,88	0,76	0,82
	Самооценка	0,85	1,00	0,74	0,92
3	Вышестоящее руководство	0,77	0,90	0,78	0,50
	Подчиненные	0,75	0,98	0,68	0,96
	Самооценка	0,75	0,85	0,80	0,80
4	Вышестоящее руководство	0,80	0,95	0,78	0,95
	Подчиненные	0,81	0,90	0,94	0,95
	Самооценка	0,81	1,00	1,00	0,97
5	Вышестоящее руководство	0,74	0,83	0,52	0,82
	Подчиненные	0,69	0,83	0,72	0,78
	Самооценка	0,69	0,73	0,78	0,88
6	Вышестоящее руководство	0,80	0,82	0,48	0,90
	Подчиненные	0,67	0,71	0,73	0,80
	Самооценка	0,60	0,70	0,84	0,82
7	Вышестоящее руководство	0,80	0,79	0,58	0,89
	Подчиненные	0,73	0,85	0,79	0,69
	Самооценка	0,79	0,74	0,66	0,90
8	Вышестоящее руководство	0,71	0,77	0,72	0,86
	Подчиненные	0,71	0,87	0,76	0,80
	Самооценка	0,84	0,91	0,52	0,81
9	Вышестоящее руководство	0,81	0,74	0,88	0,77
	Подчиненные	0,76	0,86	0,88	0,78
	Самооценка	0,63	0,83	0,42	0,87

¹ Эталонный руководитель – соответствующий идеальным представлениям и ожиданиям окружения.

Как видно из таблицы, среднее по выборке значение индекса групповой оценки общего авторитета руководителя составляет: в группе вышестоящих руководителей – 0,78, в группе подчиненных – 0,73, в группе самих руководителей – 0,76. Это говорит о том, что в среднем оценка деловых и личностных качеств руководителей служебным окружением весьма высока (т.е. выше 0,6).

Наибольшую групповую оценку общего авторитета руководителя промежуточного звена системы управления на момент проведения исследования дало вышестоящее руководство, а оценка подчиненных оказалась самой низкой. Очевидно, руководителю удалось заслужить больший авторитет у представителей вышестоящего начальства, они более благосклонно оценивают личность руководителя, чем его подчиненные. Это объясняется отношениями «начальник - подчиненный», в которых подчиненные находятся в зависимом от руководителя положении.

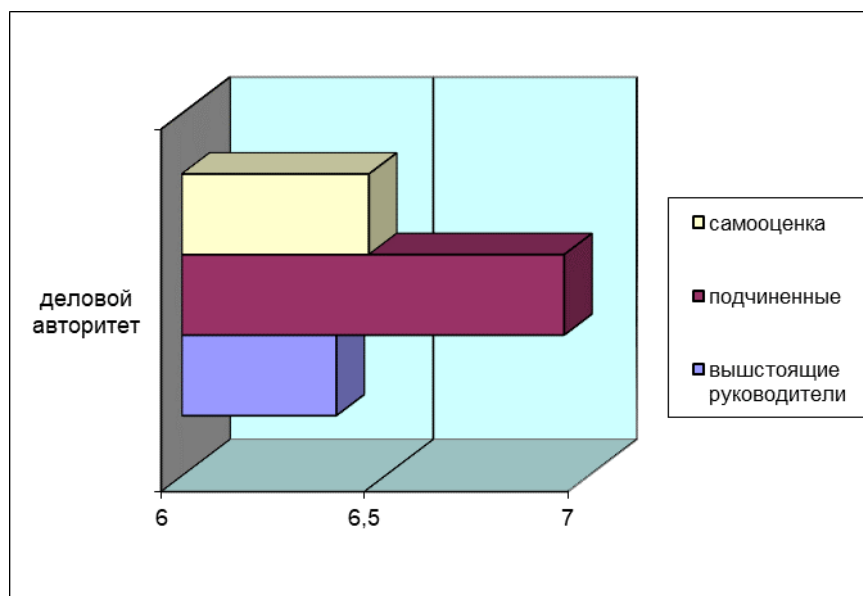


Рис. 1. Суммарная групповая оценка делового авторитета

Суммарная групповая оценка делового авторитета руководителя также выше среднего уровня: в группе вышестоящих руководителей составила – 6,38, в группе подчиненных – 6,94 и в группе самих руководителей – 6,46 (рис. 1). Таким образом, в среднем индекс оценки у вышестоящего руководства равен 0,71, у подчиненных – 0,77, у самих руководителей – 0,72. Однако уровень оценки делового авторитета руководителя заметно ниже уровня оценки его общего авторитета как среди вышестоящего руководства, так и среди подчиненных и при самооценке руководителей. Однако в данном случае деловой авторитет руководителя выше всего оценили его подчиненные, а меньшую оценку дали вышестоящие руководители. Это свидетельствует о том, что руководителям удалось найти оптимальный способ взаимодействия со своими подчиненными с тем, чтобы они выполняли его распоряжения вне зависимости как от формы обращения к ним, так и от того, в какой степени предложенная руководителями работа соответствует должностным обязанностям их подчиненных. Вышестоящее же начальство либо отдает предпочтение иному стилю руководства, нежели тот, который практикуют руководители в своей деятельности, либо не имеет адекватно полного представления об отношениях между руководителями промежуточного звена управления и их подчиненными. Сами руководители оценивают уровень своего делового авторитета ниже подчиненных, что говорит об их самокритичности, но выше своего начальства. Необходимо иметь в виду, что при высоком общем авторитете руководители имеют больше шансов заслужить и высокий деловой авторитет, возможно, им следует продемонстрировать своему начальству уровень своей профессиональной компетентности, который достаточно высоко оценен подчиненными.

Суммарная оценка ожиданий в отношении деловых и личностных качеств идеального руководителя примерно совпадает как в числе вышестоящих руководителей – 7,7, так и в числе подчиненных – 7,76 и самих руководителей – 7,69. На рисунке 2 представлено сравнение суммарных оценок в отношении деловых и личностных качеств. Среднее значение индекса групповой оценки соответственно составляет: у вышестоящего руководства – 0,855, у подчиненных – 0,85, у самих руководителей – 0,85.

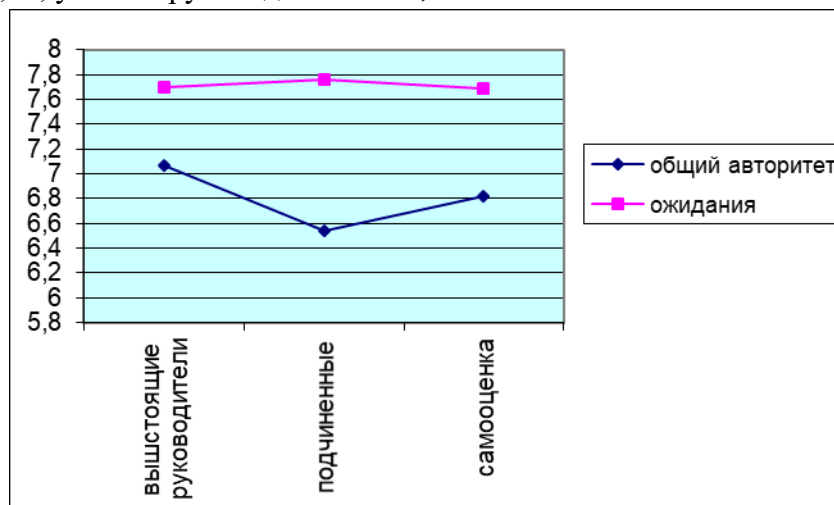


Рис. 2. Сравнение суммарных оценок в отношении деловых и личностных качеств

Сравнение уровня оценок вышестоящим руководством и подчиненными общего авторитета руководителей на данный период времени и их представлений в отношении эффективного руководителя показывает, что подчиненные на данный момент наблюдают несколько большее несоответствие набора качеств у своих руководителей по сравнению с желаемым, чем вышестоящие руководители. Вероятно, подчиненные считают, что руководителям следует чуть больше внимания уделять развитию своих деловых и личностных качеств, чем они это делали до сих пор. По мнению вышестоящего начальства, руководители по своим качествам в большей степени соответствуют образу эффективного руководителя. Можно сказать, что у самих руководителей есть определенный внутренний резерв для профессионального и личностного развития, поскольку самооценка их собственных качеств и оценка представлений в отношении личности эффективного руководителя разнятся несколько больше, чем у их начальства.

В отношении показателя эффективности деятельности руководителя, который определяет индекс оценки уровня реализации руководителями основных должностных функций, распределение оценок является не слишком большим: суммарный индекс оценки данного показателя, согласно мнению вышестоящих руководителей, составляет 7,49, подчиненных – 7,48, самооценке руководителей – 7,91 (рис. 3).

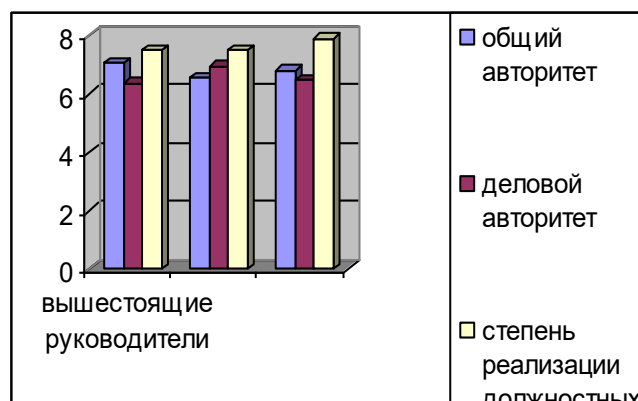


Рис. 3. Суммарный индекс оценки показателя эффективности деятельности руководителя

Показатель степени реализации руководителями основных должностных функций примерно одинаково высок как при самооценке руководителя, так и с точки зрения его рабочего окружения, причем мнения вышестоящего руководства и подчиненных в целом совпадают: среднее значение индекса групповой оценки данного показателя у вышестоящих руководителей – 0,83, у подчиненных – 0,83. Эти данные свидетельствуют об очень успешном выполнении руководителями требований, предъявляемых к человеку, занимающему ответственную должность. Сопоставление оценок общего и делового авторитета руководителей промежуточного звена управления в организациях с оценками уровня реализации руководителями должностных функций показывает: высокие значения показателей авторитета руководителей совпадают с высокой оценкой эффективности деятельности руководителя с точки зрения взаимодействующих с руководителем членов организации (рис. 4).

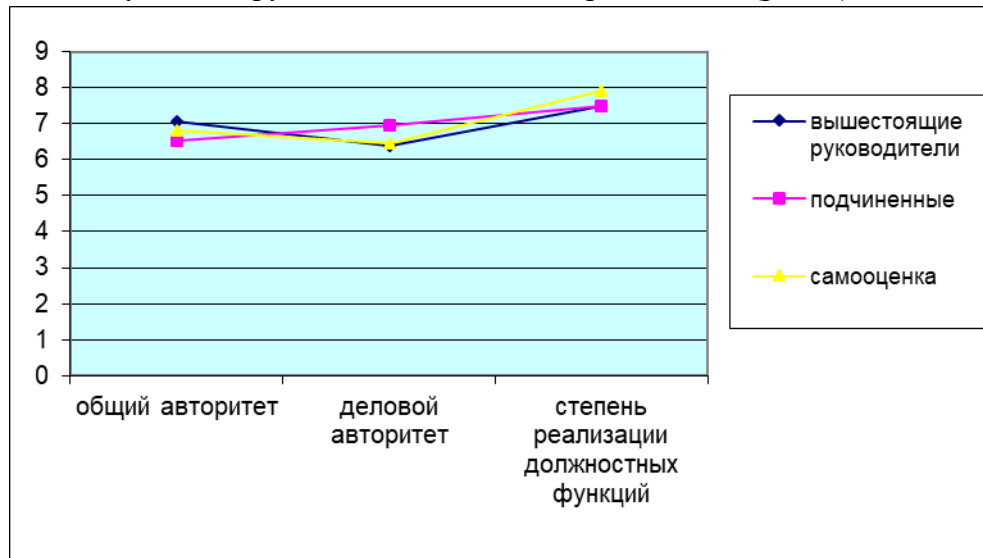


Рис. 4. Сравнение оценок общего и делового авторитета руководителей промежуточного звена

Для проверки гипотезы о том, что успешная реализация руководителем его основных должностных функций осуществляется при одинаково высоких показателях делового и общего авторитета руководителя в коллективе подчиненных была использована процедура корреляционного анализа (расчеты производились посредством коэффициента Спирмена). В результате были получены следующие данные.

Выявлена высокая степень связи между показателями авторитета руководителя и уровнем реализации им основных должностных функций. Таким образом, в ситуации одинаково высоких оценок показателей делового и общего авторитета руководителя будет выше и степень реализации руководителем своих должностных функций. Это означает, что успешная реализация руководителем основных должностных функций действительно осуществляется при одинаково высоких показателях у него делового и общего авторитета. Данная гипотеза в ходе исследования полностью подтвердилась.

Далее при проверке гипотезы о том, что чем больше степень соответствия показателя общего авторитета руководителя в данный период времени показателю ожиданий со стороны взаимодействующих с ним членов организации, тем лучше реализация его основных должностных функций, выявлено одинаково высокое значение коэффициента соответствия показателя общего авторитета руководителя ожиданиям подчиненных и коэффициента соответствия показателя общего авторитета руководителя ожиданиям вышестоящего руководства, а также высокая степень связи между коэффициентом соответствия показателя общего авторитета руководителя ожиданиям подчиненных и вышестоящего руководства с

показателем уровня реализации руководителем основных должностных функций. Таким образом, при высокой степени соответствия показателя общего авторитета руководителя ожиданиям подчиненных и вышестоящего руководства очевидна тесная взаимосвязь с уровнем реализации руководителем основных должностных функций. Это означает, что гипотеза о том, что чем больше степень соответствия показателя общего авторитета руководителя в данный период времени показателю ожиданий со стороны взаимодействующих с ним членов организации, тем лучше реализация его основных должностных функций, также подтвердилась.

Выводы

В результате проведенного исследования, видно, что гипотеза о том, что успешная реализация руководителем его основных должностных функций осуществляется при одинаково высоких показателях делового и общего авторитета руководителя в коллективе подчиненных подтвердилась. Это видно из диаграмм, в которых расположены оценки показателей общего, делового авторитета руководителя и степени реализации руководителем его основных должностных функций с точки зрения вышестоящего руководства, подчиненных, а также самооценки руководителей.. Чем выше авторитет руководителя, тем выше степень реализации подчиненными его распоряжений независимо как от формы обращения к ним (т.е. стиля руководства коллективом), так и от степени соответствия предложенного им поручения их обязанностям.

Гипотеза о том, что чем больше степень соответствия показателя общего авторитета руководителя в данный период времени показателю ожиданий со стороны взаимодействующих с ним членов организации, тем лучше реализация его основных должностных функций также подтвердилась. Очевидно, что когда руководитель отвечает ожиданиям со стороны подчиненных в отношении эффективного, на их взгляд, руководителя, его управленческие воздействия на коллектив оказываются успешнее, т.к. позволяют реализовывать наиболее оптимальную стратегию взаимодействия руководителя с подчиненными.

Результаты исследования демонстрируют наличие прямой и тесной связи между лидерским ресурсом руководителя и эффективностью его деятельности. Можно сказать, что чем выше уровень лидерского ресурса в деятельности руководителя, тем эффективнее его деятельность, поскольку руководителю удастся одинаково успешно совмещать статусную позицию занимаемой должности со статусной позицией неформального лидера коллектива, что, в конечном итоге, обеспечивает высокий уровень реализации его должностных функций на основе высокой степени признания его и как авторитетного члена коллектива, и как профессионала.

Итак, после изучения влияния статусной позиции руководителя как неформального лидера коллектива на реализацию его должностных обязанностей, мы выявили, что наличие лидерского ресурса в деятельности руководителей действительно выступает важным условием как обеспечения эффективности его управленческих воздействий на уровне функционального подразделения организации, так и обеспечения жизнеспособности организации в целом, поскольку для того, чтобы организация эффективно выполняла задачи своего существования, необходимо обеспечить адекватно высокое выполнение всех функций управления. Невозможно эффективно выполнять функции планирования, организации, мотивации и контроля, если нет эффективного руководства, в основе которого лежат процессы именно неформального лидерства.

Таким образом, стремление стать успешным руководителем неизбежно связано с необходимостью быть лидером, поскольку именно лидерский ресурс в деятельности руководителя позволяет ему одинаково хорошо владеть всем спектром стилей управленческого

воздействия и, если того требует конкретная управленческая ситуация, в достаточно широких пределах варьировать стили руководства.

В теории и практике современного управления именно неформальное лидерство интегрирует межличностные факторы взаимодействия для ориентации их на достижение целей организации. Грамотное понимание процессов неформального лидерства состоит в том, чтобы действовать в соответствии с миссией организации, для достижения ее целей, то есть наиболее успешным будет тот руководитель, которому удастся превратить сотрудника в своего единомышленника, последователя для совместной деятельности, реализации управленческих решений.

Список литературы

1. Ковалев А.Г. Коллектив и социально-психологические проблемы руководства. М.: Политиздат, 1975. - 271 с.
2. Кудряшова Л.Д. Системно-психологическая оценка кадров руководителей и управленческих систем / Л. Д. Кудряшова; Отв. ред. А. А. Крылов. - Кишинев: Штиинца, 1983. - 159 с.
3. Пашкин С.Б., Тюкаева А.Н., Саркисова Е.А. Организация и результаты исследования личностного профиля и доминирующих типов отношения к окружающим у государственных служащих // Актуальные проблемы военно-научных исследований: сборник научных трудов. - 2021. - №2(14). - СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2021. – С. 263-278.
4. Пашкин С.Б., Лисовская Н.Б., Саркисова Е.А. Профессиональный стресс в служебной деятельности: содержание, причины и способы преодоления // Сборник материалов заочной научно-методической конференции «Исследование возможности применения опыта зарубежных стран в высшем образовании для вузов РФ». 24 ноября 2020 года. Петергоф: ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2021. – С. 128-136.
5. Пашкин С.Б., Тюкаева А.Н. Результаты корреляционного анализа социально-психологических характеристик госслужащих с разным профессиональным стажем // Развитие военной педагогики в XXI веке: Материалы VIII межвузовской научно-практической конференции / под ред. С.В. Костарева, И.И. Соколовой, Н.В. Ершова. – СПб.: ВАС, 2021. – С. 436-441.
6. Пашкин С.Б., Иконникова Г.Ю. Особенности профессиональной деятельности государственных служащих // Психолого-педагогические аспекты подготовки кадров к профессиональной деятельности в экстремальных условиях: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции 14 мая 2021 года / под общей редакцией Р.Е. Булата. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. – СПб., 2021. – С. 476-481.
7. Пашкин С.Б., Медведева Л.В. Результаты исследования удовлетворенности трудом и эмоционального выгорания у служащих // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2021. - №3(39). – С. 39-50.
8. Пашкин С.Б. Этические аспекты профессиональной деятельности // От традиций к инновациям в обучении иностранным языкам: сборник научных статей V Международной научно-практической конференции; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. – С. 3-9.
9. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Минко А.Н., Саркисова Е.А. Мотивация профессиональной деятельности. Учебно-методический комплекс / Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. – СПб., 2021. – 29 с.

10. Пашкин С.Б., Мозеров С.А., Мозерова Е.С. Эмпирическое исследование связей типа организационной культуры и коллективизма в образовательных организациях гуманитарного и инженерно-технического профилей обучения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18). С. 337-356.

11. Пашкин С.Б., Мозеров С.А., Мозерова Е.С. Зависимость удовлетворенности трудом персонала организации от стажа профессиональной деятельности // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2021. № 6 (18). С. 367-382.

12. Русалинова А.А. Применение метода групповых оценок в социально-психологических исследованиях / В книге: Экспериментальная и прикладная психология в Ленинградском университете // Ученые заметки ЛГУ. № 365. Серия психологических наук. Вып. 4, 1971. - С. 22-27.

13. Пашкин С.Б., Мозеров С.А., Мозерова Е.С., Саркисова Е.А. Влияние ценностных ориентаций сотрудников на готовность к организационным изменениям. Часть 2. Корреляционный анализ // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № 7 (8). С. 373-389.

14. Борисов А.А., Саркисов С.В., Салькова Д.В. Оценка эффективности профессионального становления командира подразделения // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2019. № 3 (4). С. 354-365.

15. Пашкин С.Б., Мозеров С.А., Мозерова Е.С., Саркисова Е.А. Организация морально-психологического обеспечения персонала организации к условиям чрезвычайных ситуаций // Актуальные проблемы военно-научных исследований. 2020. № 9 (10). С. 308-320.

16. Пашкин С.Б., Саркисов С.В., Медведева Л.В. Актуальные психологические аспекты воспитания дисциплинированности личного состава // Научно-аналитический журнал вестник санкт-петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России. 2020. № 4. С. 224-230.

Исследование интеллектуальных качеств личности и профессиональной надежности обучающихся

Research of intellectual qualities of personality and professional reliability of students

Аннотация. В статье рассматриваются интеллектуальные качества и профессиональная надежность обучающихся. Анализируются взгляды отечественных ученых исследующих влияние интеллектуальных качеств на формирование надежности.

Ключевые слова: интеллектуальные качества личности, профессиональная деятельность, надежность, обучающиеся.

Abstract. The article discusses the intellectual qualities and professional reliability of students. The views of domestic scientists investigating the influence of intellectual qualities on the formation of reliability are analyzed.

Keywords: intellectual qualities of personality, professional activity, reliability, students.

Прежде чем стать специалистом своего дела человек должен пройти обучение, для этого он должен обладать хорошими интеллектуальными способностями и качествами. Интеллектуальные качества позволяют приобрести обучающемуся знания, овладеть профессиональными навыками и умениями, в будущем обеспечить выполнение на высоком качественном уровне своих профессиональных обязанностей. Уровень развития интеллектуальных качеств является критерием профессионального отбора обучающегося при поступлении в вуз.

Долгое время при исследовании интеллекта человека ориентировались на результат интеллектуальной деятельности при требовании единственно правильного ответа. Само понятие интеллекта противопоставляется другим видам познавательных способностей, таким, например, как обучаемость [15].

До сих пор в современной психологии не разведены понятия интеллектуальных способностей и качеств. Исследователь В. Д. Шадриков, считает их синонимичными, говоря о том, что «качество» характеризует возможности индивида и личностные качества, т.е. характеризуют человека как личность. Любая способность – это качество решения поставленной перед человеком задачи [15].

Исследователь М. А. Холодная отмечает в своих трудах вклад отечественных психологов Б. Г. Ананьева, А. Н. Леонтьева, С. Л. Рубинштейна, Б. М. Теплова изучавших проблему способностей. Основные положения, содержание теории способностей, понятийный аппарат разработаны именно в трудах этих ученых.

Интеллектуальные способности, по мнению М. А. Холодной представляют собой свойства интеллекта, характеризующие надежность интеллектуальной деятельности, качественное своеобразие ее реализации; разные виды интеллектуальных способностей проявляются в зависимости от предметно-специфического содержания проблемной ситуации [1]. Интеллектуальные способности являются, необходимыми для осуществления многих видов деятельности. К интеллектуальным способностям относят все познавательные процессы.

Под интеллектуальными качествами понимают такие качества личности, которые способствуют обработке различной информации для дальнейшей ее интерпретации и оценке [15].

В. П. Иванова в своем исследовании выделяет следующие интеллектуальные качества:

1. Интеллектуальная компетентность – освоение необходимых компетенций, знаний, умений и навыков, необходимых для освоения конкретной специальности.

2. Саморегуляция – способность регуляции собственной интеллектуальной деятельностью и целенаправленный контроль процесса работы.

3. Интеллектуальная инициативность и способность к творчеству – создание творческих продуктов и внутренние изменения личности, проявляются в открытии для себя новых возможностей и способностей, которые личность может не осознавать в себе.

Готовность к деятельности будущего специалиста определяется интеллектуальными качествами человека, владением способами и приемами, профессионально важными качествами, знаниями, навыками и умениями, занимающими значимую роль в эффективном и надежном выполнении профессиональной деятельности [3]

Таким образом, опираясь на определение Н. И. Конюхова, формирование интеллектуальных качеств личности зависит от уровня развития мышления, результата научения и образования. Благодаря развитию интеллектуальной сферы человека в которую включаются процессы и функции позволяющие освоить профессию, необходимые профессиональные навыки и умения, обеспечивают эффективность и надежность выполняемой профессиональной деятельности. Обучающихся при низкой интеллектуальной лабильности, имея нормальный уровень развития познавательных психических процессов, будет значительно медленнее сверстников ориентироваться в ситуации новизны, испытывать трудности при предъявлении большого количества информации, медленнее ориентироваться при изменяющихся условиях и ситуациях. Без необходимого уровня интеллектуального развития, обучающийся полученную информацию не сможет интерпретировать и идентифицировать, что сделает затруднительным, а иногда и не возможным ее применение в дальнейшем, что снизит надежность профессиональной деятельности.

Интерес к изучению профессиональной надежности прослеживается в различных науках, в их число входит психология и педагогика [4]. Изучение надежности человека в первую очередь связано с профессиональной надежностью. Исследователей и практиков интересовало безошибочное выполнение профессиональных обязанностей человеком [6]. В литературе можно встретить достаточное количество исследований феномена надежности, к которым можно отнести работы В.Д. Небылицына, Е.А. Милеряна, Б. Ф. Ломова, М. А. Котика и др.

Рассматривая же понятие надежности профессиональной деятельности Г.С. Никифоров предлагает опираться на положения личностного подхода к изучению профессиональной деятельности, описанных в трудах В. А. Бодрова и С. Л. Рубинштейна.

Отечественный психолог П.В. Путивцев в своих исследованиях определяет профессиональную надежность – как развивающееся системное профессиональное качество, характеризующее способность сохранять нормативно заданные параметры труда независимо от сложившихся условий. В виде компонентов профессиональной надежности он выделяет: индивидуную, деятельностную, личностную и коллективную подсистему.

Профессиональная надежность специалиста в стрессовых, экстремальных чрезвычайных условиях деятельности складывается: из профессиональной подготовки; психологической устойчивости; специальных умений и навыков; способности в кратчайшие сроки мобилизовать эти качества и направить их на решение служебных задач [15].

Основным путем повышения надежности деятельности в экстремальных условиях является формирование функциональных резервных возможностей компенсаторного типа (дополнительные знания, умения и навыки, включаемые в деятельность при появлении экстремальных факторов), а также развитие у субъекта труда стремления к эффективному использованию собственного профессионального потенциала в решении сложных и экстремальных задач.

Рассмотрев содержательный анализ понятия надежность профессиональной деятельности в трудах зарубежных и отечественных ученых можно сделать вывод о том, что исследования профессиональной надежности деятельности направлены на изучение надежности не только в системе «человек-техника», но и в системе «человек-человек», в частности в отраслях служебной деятельности. Надежность профессиональной деятельности выступает как интегративное профессиональное качество, которое помогает обозначить проблему профессиональной надежности. Психологический аспект рассматривается как необходимый фактор оценки и формирования надежности, в частности при психологическом отборе на работу и воспитании профессионально-важных психологических качеств у обучающихся.

В исследовании принимали участие 90 обучающихся высших учебных заведений в возрасте от 20 до 25. Для исследования интеллектуальных качеств личности и профессиональной надежности обучающихся применялись: «Моторная проба Шварцландера» (Л. В. Бороздина); «16-факторный личностный опросник» (Р. Б. Кеттелл); «Тест возрастающей трудности» (Дж. Равен); «Интеллектуальная лабильность» (С. Н. Костромина).

С помощью теста Дж. Равена нами был исследован уровень развития интеллекта. Результаты диагностики уровня интеллекта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты диагностики уровня интеллекта обучающихся

Уровень развития интеллекта	%
Выдающийся интеллект	6
Высокий уровень	12
Выше среднего	9
Средний уровень	55
Ниже среднего	18

Исходя из полученных результатов можно констатировать, что большая часть респондентов имеет средний уровень развития интеллекта (55 %), с высоким – 12 %, ниже среднего – 18 %. Респондентов с низким уровнем интеллекта не выявлено.

Стоит отметить, что развитый интеллект у обучаемых может выражаться в достижении различных целей, высот в карьерном плане, успешности в выполнении профессиональной деятельности, легкости решения сложных задач. Средний уровень интеллекта у респондентов может проявляться в хорошей профессиональной подготовленности и знаниях относительно выбранной специальности, что приводит обучающихся к достижению поставленных целей и задач. Таким образом, у большей части респондентов превалирует средний и высокий уровень интеллекта, что способствует качественному и быстрому выполнению учебных задач.

Исследование интеллектуальной лабильности проводилось с помощью методики С. Н. Костроминой. Анализ результата диагностики интеллектуальной лабильности показал, что у большей части респондентов высокий (53 %) и средний (30 %) уровни. Низкий уровень интеллектуальной лабильности отмечается у 17 % респондентов.

Стоит отметить, что высокая лабильность, хорошая переключаемость внимания у респондентов отражает повышенную концентрацию внимания обучаемых, быструю реакцию на новую информацию, высокую скорость выполнения важных и сложных задач, ориентирование в ситуациях новизны, качественное безошибочное выполнение работы. В стрессовых ситуациях может проявляться быстрая ориентация и включаемость в работу, быстрый переход от одной задачи к другой. Низкие значения интеллектуальной лабильности 17 % у респондентов, свидетельствуют о трудностях переключения внимания с одного поля проблемы на другое, в неожиданных, экстренных, стрессовых ситуациях, может проявляться растерянность и дезорганизованность.

Таким образом, интеллектуальная лабильность является важным качеством необходимым для обучаемых от которых требуется быстрое и своевременное решение учебных задач, качественное безошибочное выполнение решений, высокая ориентация в новых нестандартных и требующих быстрого решения ситуациях.

Изучение факторов личности, ее личностных черт и свойств проводилось с помощью методики «16-факторного личностного опросника» Р. Б. Кеттелла, в частности фактор В.

Анализ результатов позволяет утверждать, что высокие значения преобладают у большей части обучающихся и составляют (52 %), чуть меньше составляют высокие значения интеллектуального развития (48 %). Полученные результаты позволяют говорить о том, что у респондентов достаточно развиты интеллектуальные качества, которые способствуют эффективной, надежной и успешной учебной деятельности.

Исходя, из полученных результатов стоит отметить, что у респондентов может проявляться высокая способность к обучению, быстрое усвоение новых требований и свежей информации; развитые способности к запоминанию и осваиванию нового материала, хорошая успеваемость при обучении и применении новых знаний на практике. В стрессовых ситуациях развитые интеллектуальные качества способствуют поиску решений для выполнения сложных задач. Низкие значения интеллектуального развития отражают склонность к медленному усвоению нового материала при обучении, конкретной интерпретации фактов, круг интересов ограничивается быденными житейскими вопросами, может отмечаться невысокий интеллектуальный уровень, низкие аналитические способности. В стрессовых ситуациях может возникнуть риск незнания какой-либо важной информации, которую респондент мог упустить при обучении, невозможность ее применения на практике ведет к торможению трудовой деятельности, а вследствие и эффективности ее выполнения. При командной работе могут возникать конфликты с обучающимися из-за недопонимания плана действий при групповой работе или при совершении респондентом частых ошибочных действий [9, 10].

Таким образом, интеллектуальное развитие обучающихся находится на достаточно развитых значениях, что может указывать на их надежное и успешное выполнение учебной деятельности. Обобщая результаты, полученные из перечисленных выше методик, мы можем сделать вывод о том, что интеллектуальные качества обучающихся находятся на среднем и высоком уровне, что соответствует возрастным нормам и является достаточными для обеспечения учебной деятельности.

Для определения уровня притязания применялась методика «Моторная проба Шварцландера» по Л. В. Бороздиной. Полученные результаты позволяют заключить, что большая часть обучаемых имеют средний (60 %) и высокий (33 %) уровни притязаний, только у 7 % выявлен низкий уровень притязаний.

Полученные результаты позволяют констатировать, что значительная часть обучаемых уверена в своих силах, ставит перед собой определенные задачи, стремится к их выполнению. Исследование личностных особенностей обучающихся проводилось при помощи методики «16-

факторного личностного опросника» Р.Б. Кеттелла. Все факторы для исследования нами не применялась. Были рассмотрены следующие факторы: С, F, G, H, I, O, Q3, MD. Высокие значения выявлены по фактору «F» «Экспрессивность». – 56. Средние значения преобладают по следующим факторам: Фактор «С» «Эмоциональная устойчивость» (57); Фактор «G» «Ответственность» (40); Фактор «H» «Решительность» (43); Фактор «I» «Эмоциональная уравновешенность» (50); Фактор «Q3» «Волевой контроль поведения» (57); Фактор «MD». «Самооценка» (50). Полученные результаты позволяют констатировать преобладание у обучающихся средних значений по вышеперечисленным факторам личности. Необходимо отметить, что по фактору «O» «Тревожность» получено низкое значение – 86.

Эмоционально устойчивый обучаемый проявляет гибкость поведения, самоконтроль, устойчивость, работоспособность. Находясь в стрессовой ситуации способен адекватно принимать решения [8, 13].

Высокие значения экспрессивности позволяют говорить о том, что обучаемые чаще находятся в хорошем настроении, жизнерадостны, предпочитают социальные контакты, отзывчивы, проявляют энтузиазм, обладают лидерскими качествами, искренностью [2].

У обучаемых на среднем и высоких уровнях развита ответственность, которая позволяет им достигать поставленных целей, быть требовательным к себе и окружающим, отличаются высоким профессионализмом.

Решительность влияет на результативность деятельности, адаптацию в новой и не знакомой обстановке. Обучаемые быстро принимают решения, активны, действуют уверенно, самодостаточны, в сложных ситуациях действуют самостоятельно, смело принимают взвешенные решения.

Эмоциональная уравновешенность позволяет реально оценивать свои силы, не поддаваться влиянию внешних раздражителей. Респонденты демонстрируют лидерские качества, эмоциональную выносливость, способны руководить в сложных и экстремальных ситуациях [5, 7].

Высокий и средний уровни волевого контроля позволяют говорить о выдержке, самоконтроле, терпении в достижении поставленных целей. Обучаемые способны действовать в заданных рамках и по установленным правилам [11, 12].

Преобладание высокого и среднего уровней самооценки у обучаемых проявляется самостоятельностью, решительностью, способностью отстаивать свои интересы и взгляды, смелостью, уверенностью, уравновешенностью.

Обучаемые с низкой тревожностью способны отстаивать свою позицию, эмоционально стабильны, легко принимают сложные решения, не боятся ошибиться, сохраняют спокойствие в критических ситуациях. Обучаемые справляются с внутренним волнением, беспокойством, что позволяет сохранить адекватное состояние, принимать верные решения, решать трудновыполнимые задачи [14]

Таким образом, у обучаемых преобладают средние и высокие значения по исследуемым факторам, исключение составляет тревожность, что показывает у респондентов наличие самоконтроля, выдержки, высокую адаптивность.

Анализ взаимосвязи надежности профессиональной деятельности с интеллектуальными качествами обучающихся осуществлялся посредством использования вычисления коэффициента корреляции r -Пирсона. Полученные результаты позволяют констатировать, что ответственность имеет сильную прямую значимую связь с интеллектуальным развитием ($r=0,25$ при $p\leq 0,01$); волевой контроль поведения имеет сильную прямую значимую связь с интеллектуальным развитием ($r=0,22$ при $p\leq 0,01$); решительность имеет сильные прямые значимые связи с интеллектуальной лабильностью ($r=0,25$ при $p\leq 0,01$) и интеллектуальным развитием ($r=0,26$ при

$p \leq 0,01$), а также прямую значимую связь с интеллектом ($r=0,23$ при $p \leq 0,05$); профессиональная надежность имеет сильные прямые значимые связи с интеллектуальной лабильностью ($r=0,24$ при $p \leq 0,01$) и интеллектуальным развитием ($r=0,27$ при $p \leq 0,01$), а также прямую значимую связь с интеллектом ($r=0,24$ при $p \leq 0,05$).

Таким образом, при высоких значениях ответственности, волевого контроля поведения и решительности у обучаемых, проявляется значимая связь с интеллектуальными качествами личности и профессиональной надежности. Проявления сознательности, развитого чувства долга, высоких требований к себе, добросовестности выполнения деятельности, выраженной решительности в стрессовых ситуациях, самоконтроля поведения находятся в прямой взаимосвязи с интеллектуальными качествами личности, которые подкрепляют уверенность респондентов в профессиональных знаниях и навыках, что способствует выполнению надежной профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Бодров В. А. Психология профессиональной деятельности: теоретические и прикладные проблемы / В. А. Бодров. – Москва: РАН, 2006. – 622 с.
2. Воскресенская, Н. В. Функциональная надежность и устойчивость профессиональной деятельности оперативного персонала / Н. В. Воскресенская // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда, 2017 – Т. 2. № 3. – С. 205-219.
3. Дегтярев А.Н., Морозова О.А., Лучшева Л.М., Абрамов А.К. Педагогические средства развития профессиональной направленности военнослужащих в подразделениях материально-технического обеспечения министерства обороны российской федерации // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: Военно-научный журнал Номер: 2 (58), 2021 С. 127-131 EDN: DBJHAX;
4. Крук, В. М. Психология надежности специалиста: история и современность / В. М. Крук // Вестник МГОУ, серия «Психологические науки», 2010 – № 3. С. 181-188. – Текст : электронный. – URL : <https://vestnik-mgou.ru/Articles/View/2671> (дата обращения: 11.02.2021). – Режим доступа : авторизированный. EDN: PVPOJF
5. Лучшева Л.М., Морозова О.А. Проблемы морально-психологического обеспечения повседневной деятельности военнослужащих с учетом копинг-стратегий курсантов военных вузов // Актуальные проблемы военно-научных исследований Номер: 1 (19), 2022. С. 318-324 EDN: LABWJE;
6. Морозова О.А., Лучшева Л.М. Внедрение мультидисциплинарного подхода в рамках высшей военной школы // Актуальные проблемы военно-научных исследований Номер: 1 (19), 2022. С. 313-317 EDN: JHKNEG;
7. Морозова О.А., Лучшева Л.М. Экспериментальная оценка профессиональных мотивов военнослужащих // Актуальные проблемы военно-научных исследований Номер: 2 (14), 2021. С. 287-294 EDN: MJDDNJ;
8. Моросанова В.И., Кондратюк Н.Г., Гайдамашко И.В. Надежность осознанной саморегуляции как ресурс достижения целей в профессиях высокого риска // Вестник московского университета, Серия 14. Психология. 2020., № 1. С. 77–95 DOI: 10.11621/vsp.2020.01.05, EDN: FRTVFQ;
9. Петров, Н. Н. Формирование профессиональной надежности сотрудников охранно-конвойной службы МВД РФ : специальность 19.00.03 – «Психология труда, инженерная психология, эргономика» : диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Петров Николай Николаевич ; Тверской государственный университет. – Тверь, 2018. – 177 с.

10. Пугачева, Е. В. Теоретические аспекты профессиональной надежности работника в организации / Е. В. Пугачева // Психологический журнал «Современная психология». – 2013. – № 1. – С. 35–37.
11. Рыбников, В. Ю. Психологическое прогнозирование надежности деятельности специалистов экстремального профиля : специальность 19.00.03 – «Психология труда, инженерная психология, эргономика» : диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук / Рыбников Виктор Юрьевич ; Санкт-Петербургский университет. – Санкт-Петербург, 2000. – 433 с.
12. Талашманова, К. А. К проблеме понимания профессиональной надежности субъекта / К. А. Талашманова // Психологический журнал, 2020. – № 3. – Текст : электронный. – URL : https://humancapital.su/wp-content/uploads/2020/03/202003_p239-245 (дата обращения: 21.04.2022).
13. Хрусталева, Н. С. Психология кризисных и экстремальных ситуаций / Н. С. Хрусталева. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. – 372 с. – ISBN 978-5-288-05583-6.
14. Цветков, В. Ж. Психология служебной деятельности / В. Ж. Цветков. – Москва : Юнити-Дана, 2019. – 351 с. – ISBN 978-5-238-03162-0.
15. Шадриков, В. Д. Общая психология : учебник для вузов / В. Д. Шадриков, В. А. Мазилов. – Москва : Юрайт, 2021. – 411 с. – ISBN 978-5-534-03023-5.

Формирование компетенций обучающихся при использовании виртуальных технических средств обучения

Formation of competencies in students when using virtual technical teaching aids

Аннотация. Статья посвящена применению в учебном процессе ВУЗа виртуальных технических средств обучения, приведен анализ результатов эксперимента по их применению на примере контрольной и экспериментальной групп обучающихся. Показано, что применение комплекса современных технических средств обуславливает повышение эффективности обучения при формировании профессиональной компетентности курсантов.

Abstract. The article is devoted to the use of virtual technical means of learning in the educational process of the university, the analysis of the results of the experiment on their use on the example of the control and experimental groups of students is given. It is shown that the use of a complex of modern technical means leads to an increase in the effectiveness of training in the formation of professional competence of cadets.

Ключевые слова: обучение, успеваемость, компетенции, технические средства, виртуальный, эффективность.

Keywords: learning, academic performance, competencies, technical means, virtual, efficiency.

В настоящее время высшие учебные заведения располагают различными возможностями для повышения качества формирования профессиональных компетенций обучающихся. Для достижения эффективности обучения образовательный процесс должен сочетать в себе различные компоненты, включая повторение изученного ранее материала, систематическое чередование коллективных групповых и индивидуальных видов обучения, применение инновационных технологий, современных технических средств обучения, в том числе виртуальных и т.п.

В последние годы в условиях возникновения пандемии коронавируса, объявленной Всемирной организацией здравоохранения одной из главных угроз человечеству, многие учебные заведения были вынуждены перейти на удаленный формат работы с применением дистанционных технологий с целью предотвращения распространения опасной инфекции [1]. По данным Минобрнауки в первый год пандемии около 80% российских университетов полностью перешли на дистанционный формат работы со студентами, а из подведомственных Министерству вузов – все 100% [2]. В этой связи применение виртуальных технических средств обучения как в очном, так и в дистанционном формате, приобрело особое значение при формировании профессиональной компетентности, которую следует рассматривать как интегральное качество специалиста, характеризующее умение решать профессиональные проблемы, с использованием знаний, имеющегося опыта, и отношения к профессиональной деятельности, включающее в себя мотивационную, информационную и операционную готовность к самообразованию в профессиональной сфере для постоянного повышения квалификации.

В этой связи особую значимость приобретает компьютерная грамотность, под которой следует понимать наличие знаний в области информационных технологий, умение применять эти знания для решения профессиональных задач. На современном этапе развития общества новые программные продукты в области графики появляются практически ежемесячно, поэтому умение самостоятельно осваивать новые программные продукты является необходимым качеством современного специалиста.

В условиях информационного общества возрастает роль информационной составляющей компетентности специалиста, и особое внимание уделяется поиску путей и способов формирования информационной компетентности как ключевого качества, являющегося, наряду с множеством других качеств, залогом успешности человека.

К педагогическим условиям формирования информационной компетентности следует отнести обстоятельства, непосредственно влияющие на процесс формирования профессиональной компетентности средствами дисциплин профессионального цикла.

С позиций данного системного подхода можно выделить следующие педагогические условия формирования профессиональной компетентности в системе профессиональной подготовки курсантов:

- информационные, направленные на интеграцию средств усвоения и поиска информации в процессе профессиональной подготовки курсантов;
- мотивационные, направленные на формирование у курсантов положительной мотивации к самообразованию и самосовершенствованию в области профессиональной деятельности;
- операционные, обеспечивающие способность курсанта обработать и применить информацию, а также организовать самостоятельную деятельность, направленную на самообразование в области информационных технологий;
- методические условия – осознание педагогом целей и технологий обучения курсантов дисциплинам профессионального цикла.

Отмеченные педагогические условия необходимо соотнести с существующими закономерностями формирования профессиональной компетентности в системе обучения, функционирующими одновременно, поскольку они взаимосвязаны, взаимопроникают и взаимодополняют друг друга. Их непротиворечивое взаимодействие во многом способствует формированию профессиональной компетентности курсанта.

При этом под средствами организации процесса преподавания будем понимать информацию и технические средства ее предъявления с учетом того, что применяемые методы, приемы, средства и формы определяют технологии реализации целей формирования профессиональной компетентности курсантов при обучении.

Задача нашего экспериментального исследования на заключалась в том, чтобы сформулировать современный взгляд на процесс личностно-профессионального становления будущих военных инженеров в контексте компетентностного подхода.

В настоящее время передача от преподавателя к курсанту «необходимого запаса знаний» требует от вузовского обучения совместной деятельности курсанта и педагога, направленной на развитие личности, как в профессиональном, так и в личностном плане. Ответ на «информационный взрыв» в обществе видится в осознании каждым субъектом системы обучения конечной цели образования как профессиональное саморазвитие личности, развитие профессионально-значимых компетентностей. В связи с этим особую значимость приобретает развитие ключевой компетентности, связанной с добытием, обработкой и использованием полученной информации.

Проведенное нами исследование в ВКА имени А.Ф. Можайского показало, что абсолютное большинство курсантов (83%) обладают компьютерной грамотностью. Для большинства курсантов старших курсов (92%) характерными признаками их графической грамотности является высокая мотивация, постоянное стремление долго и упорно работать за компьютером, показывая высокий уровень креативности, который выражается в постоянном стремлении создавать собственный продукт, причем более качественный, чем у других.

В этой связи сотрудниками кафедры с участием наиболее подготовленных курсантов по ряду специальных дисциплин был разработан ряд виртуальных технических средств обучения (ВУТО), представляющих собой совокупность электронных дидактических материалов по дисциплинам специального цикла [4-7]:

- электронные учебно-методические издания;
- виртуальные лабораторные работы;
- виртуальные тренажеры;
- учебные видеофильмы;
- анимационные видеофрагменты, демонстрирующие устройство, принцип действия механизмов, устройств, систем;
- электронные тестовые программы;
- прикладное общепрограммное обеспечение.

С целью проверки эффективности применения ВУТО при формировании профессиональной компетентности в Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского проведен педагогический эксперимент, в ходе которого исследовались контрольная и экспериментальная группы курсантов с идентичным контингентом, одинаковыми половозрастными характеристиками, сравнимым уровнем начальной подготовки, содержания учебного процесса и единством требований ФГОС [3].

Для проведения исследования были выделены две группы по 28 человек: одна контрольная, обучающаяся по традиционной системе, и экспериментальная, в которой обучение велось с использованием ВТСО – преподаватель знакомил курсантов с техническими системами, затем они выполняли ряд лабораторных работ и практических занятий, затем осуществлялся контроль знаний (тесты, практические задания).

Процесс обучения в основном был направлен на формирование профессиональной компетентности. В лекционные и практические работы был включен материал для самообразования, преподаватели этих дисциплин способствовали организации самостоятельной познавательной деятельности и использовали виртуальные учебно-тренировочные средства в своей работе. Преподаватели способствовали формированию у курсантов умений освоения новых компьютерных технологий. При этом осуществлялась интеграция средств формирования компетентности в систему профессиональной подготовки курсантов, что способствовало повышению качества формирования их компетенций.

Контроль знаний курсантов, отражающий уровень сформированности понятий (коэффициент эффективности) на определённом этапе обучения, осуществлялся с помощью вопросов, на которые обучаемые давали ответы на следующем практическом занятии после проведения демонстрации и выполнения задания, а затем – через месяц и через три месяца. При проведении всех трёх срезов вопросы для обучаемых не менялись.

На основе данных, полученных по результатам контрольных срезов (Таблица 1), определили коэффициент эффективности усвоения понятий η в экспериментальной и контрольной группах для каждого среза:

$$\eta = \frac{K_{\text{ЭКСП}}}{K_{\text{КОНТР}}},$$

где $K_{\text{ЭКСП}}$ – коэффициент качества выполнения задания курсантами экспериментальной группы;

$K_{\text{КОНТР}}$ – коэффициент качества выполнения задания курсантами контрольной группы.

Коэффициенты качества определялись следующим образом:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N r_i}{N \cdot r},$$

где N – количество курсантов, выполнявших работу;

r_i – количество баллов, набранное i -тым курсантом в результате контрольной работы;

r – максимальное количество баллов, которое возможно набрать при выполнении данного контрольного задания.

Таблица 1 – Динамика изменения коэффициента эффективности усвоения понятий

№ среза	Подача учебного материала с использованием комплекса ВТСО (экспериментальная группа) $K_{\text{ЭКСП}}$	Традиционная методика подачи учебного материала (контрольная группа) $K_{\text{КОНТР}}$	Коэффициент эффективности η
1	0,72	0,39	1,85
2	0,51	0,07	7,3
3	0,49	0,14	3,5

При анализе ответов использовались следующие правила оценки знаний курсантов:

- ответ верный, полный – 3 балла;
- ответ верный, но не полный – 2 балла;
- ответ неверный, но в нём есть некоторые рациональные мысли, относящиеся к ответу на данный вопрос – 1 балл;
- ответ неверный или не дали ответа – 0 баллов.

Анализ динамики изменения коэффициента эффективности усвоения понятий показывает преимущество использования комплекса виртуальных технических средств обучения – знания, полученные курсантами экспериментальной группы, оказываются значительно более прочными. В контрольной группе «забывание» происходит быстрее, и только повторное напоминание ранее услышанных вопросов (на втором и третьем срезах) позволяет части курсантов воспроизвести в памяти свои знания, чем и объясняется возрастание коэффициента эффективности на третьем этапе.

В дальнейшем применение ВТСО в учебном процессе позволило преподавателю сократить время на объяснение нового материала вследствие активизации учебного процесса, что обеспечило курсантам больше время для практического закрепления материала, позволило добиться более полных знаний, сократить время работы над одним заданием, повысить качество знаний курсантов. Преподаватель за более короткое время занятия успевает дать большее количество информации при максимальном использовании виртуальных технических средств обучения.

Можно с большой степенью вероятности утверждать, что обучение курсу дисциплин с применением комплекса виртуальных технических средств обучения активизирует

обучающихся, вызывает у них дополнительный интерес к учебе, повышает общую успеваемость, способствует формированию профессиональных компетенций. Представляется перспективным разработка и более широкое внедрение в учебный процесс виртуальных обучающих средств.

Список литературы

1. Брифинг министра науки и высшего образования В.Фалькова от 25.03.2020. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://government.ru/news/39267/> (дата обращения 25.02.2022).

2. ООН. Концептуальная записка: Образование в эпоху COVID-19 и в последующий период [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/policy_brief_-_education_during_covid-19_and_beyond_russian.pdf (дата обращения 25.02.2022).

3. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. действующая с 01.03.2022) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения 25.02.2022).

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016619553. Тренажер оператора систем обеспечения микроклимата чистых помещений технических комплексов ракетно-космических комплексов / Е.В. Шишкин, С.Е. Алешичев, И.И. Бриденко, С.Г. Хлебников, С.Н. Буяков – зарегистр. 23.08.2016 г.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018665903. Виртуальная лабораторная работа «Исследование характеристик центробежного вентилятора» / С.Е. Алешичев, И.И. Бриденко, В.М. Моторин, Е.В. Шишкин – зарегистр. 11.12.2018 г.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021617644. Виртуальный тренажер запуска и останова холодильной установки / Е.М. Росляков, С.Е. Алешичев, И.И. Бриденко, М.А. Макаров – зарегистр. 18.05.2021 г.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022611360. Виртуальная лабораторная работа «Определение напряжений при изгибе стальной двутавровой балки» / А.И. Шашков, В.Г. Котович, Ф.Е. Ковалев, С.Е. Алешичев, И.И. Бриденко, С.В. Зарин – зарегистр. 24.01.2022 г.

Опыт инженерного обеспечения сил Черноморского флота накануне войны и его значение в современных условиях

The experience of engineering support of the Black Sea Fleet forces on the eve of the war and its significance in modern conditions

Аннотация. В статье представлен анализ системы инженерного обеспечения сил Черноморского флота СССР перед Великой Отечественной войной. Показаны её сильные стороны и недостатки. Привлечено внимание к оперативно - стратегическому положению объектов базирования ЧФ России в современных условиях и имеющимся рискам, связанных с утратой военно-морских баз оставшихся на территории Украины и Грузии.

Abstract. The article presents an analysis of the engineering support system of the forces of the Black Sea Fleet of the USSR before the Great Patriotic War. Its strengths and disadvantages are shown. Attention is drawn to the operational and strategic position of the Russian Black Sea Fleet bases in modern conditions and the existing risks associated with the loss of naval bases remaining on the territory of Ukraine and Georgia.

Ключевые слова: инженерное обеспечение, силы флота, система базирования, военно-морские базы, аэродромная сеть, береговая оборона, противодесантная оборона.

Key words: engineer support, navy strength, basing system, naval bases, location system, navy bases, airfield system, coastal defense, defensive lines, anti-tank obstacles, antipersonnel obstacles.

В период, предшествовавший началу Великой отечественной войны, инженерное обеспечение действий сил флота, являлось видом тылового обеспечения и понималось как строительство различных базовых сооружений и объектов, батарей береговой обороны, а также аэродромов флота.

Исходя из этого, в предвоенный период на Черноморском флоте был предпринят ряд мер в этом направлении.

Особое внимание было обращено на совершенствование системы базирования флота. В этих целях реконструировались старые базы и строились новые. Необходимость широкого развёртывания работ по реконструкции имевшихся баз обуславливалась тем, что большинство из них располагали акваториями, не отвечавшими современным требованиям. Кроме того, специальные сооружения, такие как зарядные и кислородные станции, аккумуляторные установки и торпедные мастерские, в них либо отсутствовали, либо имелись в ограниченном количестве. Капитальные гидротехнические, судоремонтные и судоподъёмные сооружения этих баз не были рассчитаны на большой линейный флот и были в значительной степени изношены ввиду длительного периода эксплуатации. В этой связи, показательным является тот факт, что к началу войны корабли линейного флота могли базироваться только на ГВМБ флота – Севастополь, при этом, из средств механизации работ он располагал только одним краном-укосиной. Из всех ВМБ ЧФ судоремонтные заводы имелись только в Севастополе и Николаеве, остальные базы флота располагали только маломощными судоремонтными мастерскими.

Живучесть баз была обеспечена слабо. Их ключевые объекты располагались, как правило, на небольшом расстоянии друг от друга, кольцевание и дублирование инженерных сетей было выражено слабо.

Масштабные работы по строительству новых и реконструкции старых баз начались только накануне Великой Отечественной войны. Однако ввиду огромного объёма и ограниченного количества времени, ни по одной из баз эти работы завершить не удалось. В то же время, многое удалось сделать.

Так, к началу войны на 70 – 80 % были построены база лёгких сил в Потии и торпедных катеров в Очакове; на 70 – 80 % база подводных лодок в Южной бухте и торпедных катеров в Карантинной бухте Севастополя; реконструировались другие сооружения базы. Кроме того, было начато строительство базы подводных лодок в бухте Камышовая, производились работы по углублению Дунайских гирл, канала в Николаеве, а также по строительству сухих доков для линейных кораблей в Инкермане и Николаеве [1, л.151].

При строительстве новых баз и восстановлении старых учитывались требования повышения живучести (широко применялось кольцевание и дублирование инженерных сетей, рассредоточение и заглубленное расположение ключевых объектов и др.), особое внимание уделялось механизации погрузочно-разгрузочных работ, расширению судоремонтных возможностей, внутрибазовым коммуникациям.

Строительство баз на Азовском море не производилось. Приспособление гражданских портов под базы флота, за исключением Одессы, не велось [1, л.151].

В целом, несмотря на наличие указанных недостатков, к началу Великой Отечественной войны Черноморский флот обладал несколько устаревшей, но довольно развитой системой военно-морских баз.

Наиболее важными среди них являлись: Севастополь (главная база), Одесса, Новороссийск, Потия, Феодосия, Туапсе, Батуми, Очаков и Николаев.

Кроме того, в случае необходимости, в качестве временных баз флота могли быть использованы порты Крымского и Кавказского побережья – Очеччири (база морской пограничной охраны), Сухуми, Геленджик, Анапа, Ялта и Ак-Мечеть.

Дунайская флотилия, находившаяся в оперативном подчинении Черноморского флота, имела главную базу в Измаиле.

Базы флота находились на значительном удалении друг от друга, исчислявшемся сотнями километров, и располагались, начиная от западных границ Советского Союза до границы с Турцией. Такое их расположение, с одной стороны способствовало решению задач рассредоточения флота с началом войны, с другой подвергало корабельный состав серьёзной воздушной опасности при переходе морем, учитывая превосходство противника в воздухе. Ряд военных баз, располагавшихся в непосредственной близости от западных границ страны, могли быть утрачены уже в начальном периоде боевых действий.

Перед войной значительное внимание уделялось решению задач инженерного обеспечения береговой обороны флота. В этих целях осуществлялось строительство долговременных башенных и открытых артиллерийских батарей, а также позиций железнодорожной артиллерии.

Так, в районе Одессы были построены две 4-х орудийные артиллерийские батареи калибра 180 мм на открытых железобетонных основаниях, две 3-х орудийные 203 мм и одна 4-х орудийная 152 мм бетонные батареи, а также одна полностью оборудованная 4-х орудийная железнодорожная батарея калибра 180 мм.

В Очакове две 4-х орудийные бетонные батареи калибра 203 мм и одна 4-х орудийная пушечная бетонная батарея калибра 45 мм [2, л.51].

В Севастополе две бронебашенные 4-х орудийные артиллерийские батареи 305 мм с защитой от попадания 305 мм снаряда, одна 4-х орудийная бетонная батарея калибра 203 мм, четыре 152 мм 4-х орудийных бетонных батареи, одна 4-х орудийная и одна 3-х орудийная 76,2 мм бетонные батареи.

В Керчи располагались две 4-х орудийные артиллерийские батареи калибра 180 мм открытого типа на железобетонных основаниях и одна 152 мм 4-х орудийная бетонная батарея [2, л.52].

В Новороссийске имелись одна 4-х орудийная 152 мм батарея на железобетонных основаниях и одна 3-х орудийная 130 мм бетонная батарея.

В районе Батуми были построены 203 мм 4-х орудийная, 180 мм 4-х орудийная, 130 мм 3-х орудийная и 152 мм 4-х орудийная бетонные батареи [2, л. 53].

Кроме того, непосредственно перед войной были построены две 4-х орудийные 152 мм батареи на временных деревянных основаниях в районах Измаила и Джурджулешты; две 3-х орудийные 130 мм батареи на деревянных основаниях в районах Жебриени и Акембет; две 45 мм 4-х орудийные противокатерные батареи в районах Вилкова и Килии; одна 203 мм 3-х орудийная и две 4-х орудийных батареи, одна противокатерная 100 мм 3-х орудийная и 3-х орудийная противодесантная 152 мм батареи на временных деревянных основаниях в районе Севастополя.

Всего к началу Великой Отечественной войны береговая артиллерия флота имела 26 стационарных береговых батареи – 93 орудия калибром 100 -305 мм. Из них 12 батарей – 42 орудия, располагались в долговременных огневых сооружениях, и 14 батарей – 51 орудия, располагались на открытых железобетонных и деревянных основаниях [3, л.14 - 17].

Бетонные артиллерийские батареи предвоенной постройки создавались, в основном, с неавтономными орудийными блоками. Их питание сжатым воздухом, теплом и водой осуществлялось от центральной силовой станции. Такая компоновка усложняла строительство и снижала живучесть батарей. Они были сложными и громоздкими. Стремление защитить все их элементы большой толщей бетона, приводило к удорожанию и увеличению сроков строительства (стоимость строительства 180 мм батареи составляла около 10 – 12 млн. рублей, а время строительства - два и более года) [1, л.157]. Кроме того, на удорожание строительства и увеличение его сроков влияло применение морских башен на берегу. Поэтому накануне войны было начато строительство башенных батарей калибра 180 мм и выше с автономными орудийными блоками (3-х орудийная 203 мм бетонная батарея в районе Керчи).

Это позволило снизить потери времени и средств и увеличить живучесть батарей. Стационарные открытые береговые батареи, построенные в довоенное время, не имели необходимого рассредоточения элементов и не были приспособлены к ведению огня по сухопутному противнику при самообороне. Их личный состав не был защищён от пуль и осколков.

Позиции железнодорожной батареи, построенные в районе Одессы в довоенное время, представляли собой развитую сеть путей, расположенных на большой площади с мощными железобетонными фундаментами и сложным оборудованием. Транспортёры, ставшие на такие позиции, теряли маневренность и были уязвимы с воздуха. В этой связи, непосредственно перед войной были предприняты усилия по оборудованию позиций железнодорожной артиллерии в виде «усов». Ведение огня с таких позиций осуществлялось с использованием специальных упоров. Такие позиции требовали выполнения меньшего объёма работ при строительстве и обеспечивали большую маневренность железнодорожной артиллерии.

Оборудование таких позиций перед войной было начато в районе Новороссийска и Поти, однако к началу войны закончено не было [1, л. 158].

Таким образом, береговая оборона флота к началу Великой Отечественной войны состояла из значительного количества артиллерийских батарей различных типов и имела наибольшее развитие в северо-западном районе Черноморского побережья и в Крыму. Вместе с тем, даже на участке ответственности коменданта береговой обороны ГВМБ флота (от устья реки Кача и до Балаклавы протяжённостью в 75 км) плотности береговой артиллерии не превышали 0,6 стволов на один км побережья и являлись недостаточными для надёжного прикрытия ГВМБ флота.

К началу Великой Отечественной войны военно-воздушные силы флота располагали значительной аэродромной сетью (60 сухопутных и 15 морских аэродромов) [4, с. 10]. Наибольшее развитие она получила на Крымском полуострове (22 сухопутных и 7 морских аэродромов) и на юге Украины (21 сухопутный и 5 морских аэродромов). На кавказском побережье аэродромов было мало. В этом районе флот располагал всего лишь двумя гидроаэродромами (в Потти и Геленджике) [5, с. 34].

Сухопутные аэродромы располагались на значительном удалении от ВМБ. При выборе мест их строительства оперативно-тактические соображения не всегда принимались во внимание. Предпочтение отдавалось дешевизне и удобству проведения строительных работ. Большая часть аэродромов флота имела недостаточное оборудование. Взлётно-посадочные полосы этих аэродромов искусственных покрытий не имели, и, вследствие этого, не могли обеспечить работу авиации в условиях распутицы. Единственное исключение составлял аэродром в Сарабузе, где имелась специально приспособленная для вылета самолётов при любой погоде взлётно-посадочная полоса [4, с. 11]. На аэродромах отсутствовали защищённые командные пункты, укрытия для самолётов и личного состава. Рассредоточению основных сооружений аэродромов и их маскировке большого значения не придавалось.

Таким образом, аэродромная сеть флота перед войной имела наибольшее развитие на западном и центральном побережьях Чёрного моря. В этой связи, значительная часть аэродромов флота могла быть утрачена в начале войны. Аэродромы располагались на значительном удалении от ВМБ и имели недостаточное инженерное оборудование.

До начала войны вопросы сухопутной и противодесантной обороны ВМБ Черноморского флота, в полной мере решены не были.

В мае 1941 года, в рамках мероприятий проводимых по исполнению приказа НК ВМФ № 00295 от 16.12.1940 г. «О мероприятиях по сухопутной и противодесантной обороне», были выполнены только рекогносцировочные работы и составлен проект сухопутной и противодесантной обороны Севастополя [6, л.2].

Определённую роль в активизации и упорядочении работы инженерных органов флота перед войной сыграла инструкция по мобилизационной работе, подписанная 28.01.1941 года заместителем НК ВМФ-начальником ГМШ ВМФ адмиралом Исаковым И.С. [7, л.3 - 16] В ней были подробно расписаны задачи инженерного обеспечения мобилизации, решаемые в мирное время, детализованные как для Инженерного управления ВМФ, так и для инженерных отделов (отделений) флотов и флотилий.

В частности, Инженерному отделу флота предписывалось иметь достаточную подготовку к плановому переходу к работе в условиях войны, а также разработать план инженерного обеспечения мобилизационного периода и первого года войны. Содержание и этапы составления таких планов, а также порядок их согласования были подробно расписаны. В этом же документе были определены и взаимоотношения инженерных и строительных органов флота в военное время. При объявлении мобилизации договорные отношения между ними прекращались, и строительные органы переходили в прямое подчинение начальников инженерных органов.

Работа по исполнению этой инструкции на Черноморском флоте шла активно. В частности, были составлены необходимые планы работ и определены районы строительства новых батарей береговой обороны. С началом боевых действий орудийные основания, исходя из соображений оперативности и учета конкретных мест их постройки, предусматривалось иметь железобетонными или деревянными. В этой связи было начато изготовление деревянных орудийных оснований и приняты меры к приобретению соответствующего оборудования и инструмента, необходимого при их установке [7, л. 19]. Во второй половине 1941 года планировалось проведение соответствующих проектно-изыскательских и других работ. Однако их выполнение пришлось осуществлять уже в ходе войны.

Выводы:

Инженерное обеспечение сил флота перед войной, являлось видом тылового обеспечения. При этом основные усилия инженерного обеспечения сил флота направлялись на строительство различных базовых сооружений и объектов, батарей береговой обороны, а также аэродромов флота.

Решение этих задач на ЧФ осуществлялось системой инженерных и строительных органов, между которыми существовали отношения подряда. В рамках этой системы инженерные органы выступали как заказчик на строительные работы, а строительные как подрядчик.

С началом войны, в соответствии с мобилизационным планом, подрядные отношения между ними устранялись, и строительные органы переходили в прямое подчинение инженерных органов.

Система базирования сил флота, включавшая значительное количество ВМБ, аэродромов и стационарных береговых батарей, была несколько устаревшей и имела наибольшее развитие в северо-западном районе Черноморского побережья и в Крыму. Некоторые из баз флота, располагавшихся в непосредственной близости от западных границ Советского Союза, такие как Николаев и Одесса, могли быть утрачены уже в начальном периоде военных действий.

Наиболее значительными недостатками инженерного оборудования ВМБ являлось отсутствие в большинстве из них акваторий, отвечавших современным требованиям, развитой судоремонтной базы, средств механизации погрузочно-разгрузочных работ и специальных сооружений. Живучесть баз была обеспечена слабо. Их ключевые объекты располагались, как правило, на небольшом расстоянии друг от друга, кольцевание и дублирование инженерных сетей не предусматривалось.

Береговая оборона флота к началу Великой Отечественной войны состояла из значительного количества артиллерийских батарей различных типов. Вместе с тем, плотности береговой артиллерии являлись недостаточными для надёжного прикрытия баз флота с моря.

Основными недостатками аэродромов ЧФ являлись расположение их на большом удалении от ВМБ и слабое инженерное оборудование.

Вопросы сухопутной и противодесантной обороны ВМБ и морского побережья до начала войны в полной мере решены не были.

Наличие указанных недостатков ограничивало возможности манёвра силами и приводило к тому, что, несмотря на наличие относительно глубокой и рассредоточенной системы базирования, флот не мог использовать их в полной мере для ведения боевых действий.

Указанные недостатки системы инженерного обеспечения действий сил ЧФ перед Великой Отечественной войной, в значительной степени просматриваются и в современных условиях. Наибольшую обеспокоенность, при этом, вызывает утрата ВМБ Одесса и Николаев, оперативно-стратегическое положение ГВМБ ЧФ - Севастополь, незначительное удаление от западных границ России ВМБ ЧФ Новороссийск, ограниченные возможности базирования сил

флота в портах Кавказского побережья РФ. Всё это может в последующем негативно сказаться на возможностях инженерного обеспечения боевого применения сил ЧФ.

Список литературы

1. ЦВМА, Ф. 6, оп 009597, д. 40.
2. ЦВМА, Ф. 2095, оп. 1, д. 61.
3. ЦВМА, Ф. 2095, оп. 1, д. 64.
4. Военно-Морской флот в Великой Отечественной войне. – Военно-исторический очерк ГШ ВМФ в трёх томах, т.2. - М.: ВИ, 1960 – 592 с.
5. Лялько С.М., Баранчук В.М., Волков Н.А. Военно-морское искусство в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. - М.: ВИ, 1963. – 468 с.
6. ЦВМА, Ф. 2095, оп. 1, д. 18.
7. ЦВМА, Ф. 6, оп. 03051, д. 10.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Авдеенко Игорь Александрович , кандидат педагогических наук, начальник кафедры тактики и общевоенных дисциплин, Военный институт (инженерно-технический) e-mail: avdeenkoigor73@mail.ru	Avdeenko Igor Aleksandrovich , Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Department of Tactics and General Military Disciplines, MI(E) VAMTO named after army General A.V. Khrulev e-mail: avdeenkoigor73@mail.ru
Алонцева Александра Ивановна , кандидат психологических наук, доцент, Заведующий кафедрой психологии и общей педагогики КГПИ КемГУ e-mail: alontsevaa@mail.ru	Alontseva Alexandra Ivanovna , Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Psychology and General Pedagogy of KSPI KemSU e-mail: kazantseva@mail.ru
Алешичев Сергей Евгеньевич , кандидат технических наук доцент, преподаватель, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского e-mail: sergspbcprf@rambler.ru	Alyoshichev Sergey Evgenievich , candidate of technical sciences, assistant professor, teacher, Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: sergspbcprf@rambler.ru
Андреев Сергей Михайлович , кандидат военных наук, начальник учебно-методического отдела, ВИ(ИТ) ВА МТО e-mail: sergej-andreev@yandex.ru	Andreev Sergey Mikhailovich , Candidate of Military Sciences, Head of the Educational and Methodological Department, VI(IT) VA MTO e-mail: sergej-andreev@yandex.ru
Воденисов Александр Викторович , научный сотрудник 11 отдела НИ научно-исследовательского института (ВСИ МТО ВС РФ) e-mail:	Vodenisov Alexander Viktorovich , researcher of the 11th Research Department of the Scientific Research Institute (VSI MTO of the Armed Forces of the Russian Federation) e-mail:
Ермошин Николай Алексеевич , доктор военных наук, профессор, профессор кафедры автодорожной службы Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева.	Ermoshin Nikolay Alekseevich , Doctor of Military Sciences, Professor, Professor of the Department of Road Service of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev.
Игнатчик Виктор Сергеевич , доктор технических наук, профессор кафедры систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры, ВИ(ИТ) ВА МТО. e-mail: Ign73@mail.ru	Ignatchik Viktor Sergeevich , doctor of technical Sciences, professor, professor of the Environmental support systems department, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: Ign73@mail.ru
Калугин Юрий Борисович , доктор технических наук, профессор, Профессор кафедры Восстановления, проектирования и строительства железных дорог, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева E-mail: yuri_kalugin@inbox.ru	Kalugin Yuri Borisovich , Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Restoration, Design and Construction of Railways, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev E-mail: yuri_kalugin@inbox.ru
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
Ковтун Ирина Викторовна , соискатель кафедры гуманитарных и социально-экономических дисциплин Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева, заместитель директора филиала ФКУ «Управление автомобильной магистрали Москва – Нижний Новгород» Федерального дорожного агентства	Kovtun Irina Viktorovna , Candidate of the Department of Humanities and Socio-Economic Disciplines of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev, Deputy Director of the branch of the Moscow - Nizhny Novgorod Highway Department of the Federal Highway Agency
Комаров Константин Михайлович , Начальник отдела, Филиал Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия	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)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулёва» (г.Вольск) e-mail: komarov.k89@bk.ru	e-mail: komarov.k89@bk.ru
Кузнецова Наталия Викторовна , кандидат технических наук, ведущий инженер, ООО «Ассоциация инженеров и ученых по водоснабжению и водоотведению». e-mail: natalya.ignatchik@yandex.ru	Kuznetsova Natalia Viktorovna , Leading Engineer, «Association of Engineers and Research Workers for Water Supply and Sanitation», LLC Build e-mail: natalya.ignatchik@yandex.ru
Ладышкин Григорий Сергеевич , кандидат технических наук, преподаватель 41-й кафедры Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского e-mail: grega.89@yandex.ru	Ladyshkin Grigory Sergeevich , Candidate of Technical Sciences, Lecturer of the 41st Department of the Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky e-mail: grega.89@yandex.ru
Лебедь Богдан Петрович , Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского	Lebed' Bogdan Petrovich , A. F. Mozhaisky Military Space Academy
Лучшева Людмила Михайловна , старший преподаватель, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: lucseva@mail.ru	Best Lyudmila Mikhailovna , Senior Lecturer, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics lucseva@mail.ru
Морозова Ольга Александровна , доцент, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. e-mail: torimo@mail.ru	Morozova Olga Aleksandrovna , associate Professor, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics. e-mail: torimo@mail.ru
Пашкин Сергей Борисович , доктор педагогических наук, профессор, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена, профессор кафедры, e-mail: sergejppashkin@mail.ru	Pashkin Sergey Borisovich , Doctor of Sciences (Pedagogy), professor, A. I. Gertsen Russian State Pedagogic University, professor, e-mail: sergejppashkin@mail.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
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
Саркисов Сергей Владимирович , доктор технических наук, начальник кафедры, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ser-sark@yandex.ru	Sarkisov Sergey Vladimirovich , head of the department MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ser-sark@yandex.ru
Саркисова Екатерина Анатольевна , преподаватель, ВИ(ИТ) Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева e-mail: ekaterishk@yandex.ru	Sarkisova Ekaterina Anatolyevna , the applicant, MI(E) The General A.V. Khrulev Military Academy of logistics e-mail: ekaterishk@yandex.ru
Спилюк Юрий Александрович , адъюнкт, Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева. E-mail: spil87@mail.ru	Spilnik Yuri Alexandrovich , postgraduate student, Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev. E-mail: spil87@mail.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Топоров Андрей Викторович , доктор экономических наук, доцент, начальник Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.Хрулева. e-mail: vatt@mil.ru	Toporov Andrey Viktorovich , Doctor of Economics, Associate Professor, Head of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev. e-mail: vatt@mil.ru
Третьяков Юрий Александрович , доктор военных наук профессор, преподаватель кафедры тактики и общевойсковых дисциплин, ВИ(ИТ) ВА МТО им. генерала армии А.В. Хрулёва, e-mail: y.a.tretyakov@yandex.ru	Tretyakov Yriy Aleksandrovich , Doctor of Military Sciences professor, MI(E) VAMTO named after army General A.V. Khrulev, professor of the Department, e-mail: y.a.tretyakov@yandex.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	Usin Valery Viktorovich , 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
Фатыхов Наиль Ахатович , кандидат военных наук, старший научный сотрудник 21 отдела НИ научно-исследовательского института (ВСИ МТО ВС РФ)	Fatykhov Nail Akhatovich , Candidate of Military Sciences, Senior Researcher of the 21st Research Department of the Scientific Research Institute (VSI MTO of the Armed Forces of the Russian Federation)
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
Фетисов Евгений Вячеславович , кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры эксплуатации авиационной техники, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации (ВУНЦ ВВС «ВВА») e-mail: mr_907@mail.ru	Fetisov Evgeny Vyacheslavovich , Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Aviation Equipment Operation, Military training and research center of the Air force «Air force academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» e-mail: mr_907@mail.ru
Феськова Алина Яновна , аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет e-mail: alinafeskova@gmail.com	Feskova Alina Yanovna , Postgraduate student, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering e-mail: alinafeskova@gmail.com
Чернобровкин Константин Юрьевич , курсант, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации (ВУНЦ ВВС «ВВА»)	Chernobrovkin Konstantin Yuryevich , cadet, Military training and research center of the Air force «Air force academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	INFORMATION ABOUT THE AUTHORS
Шевцов Сергей Александрович, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры эксплуатации авиационной техники, Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации (ВУНЦ ВВС «ВВА») e-mail: shevtsov_sa@bk.ru	Shevtsov Sergey Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Aviation Equipment Operation, Military training and research center of the Air force «Air force academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» e-mail: shevtsov_sa@bk.ru