

Содержание журнала

«ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» №1(7)

Содержание
Редакционная коллегия
55 лет доктору технических наук профессору
Игнатчику Виктору Сергеевичу
Блинов А.В., Головачёв А.В. (ВИ(ИТ))
Главные вершины впереди

**Энергоснабжение, водоснабжение и
теплоснабжение объектов военного назначения**

*Аверьянов В.К., Толмачев В.Н., Мележик А.А. (ПАО
«ГазпромПромгаз»)*
Система энергоснабжения как фактор обеспечения
энергоэффективной среды жизнедеятельности
объектов военной инфраструктуры

*Продоус О.А. (ООО «ИНКО-инжиниринг»),
Джанбеков Б.А. (ФСРПП «Эльбрус»),
Шипилов А. А. (ООО «СпецСтройПроект»)*
Социально-экономическая и экологическая
эффективность возведения объекта «Тебердинский
магистральный групповой водопровод» большой
протяженности в условиях повышенной
сейсмичности

**Отходы и их переработка. Вторичное сырье.
Ресурсосбережение**

Коженов Ю.В. (ООО «Техно-Эко»)
Инновационная технология выделения и
обезвоживания осадка промывных вод станций
обезжелезивания природной воды

**Проектирование, строительство и
реконструкция объектов военного назначения**

Бирюков А.Н., Дудурич Б.Б., Бирюков Ю.А. (ВИ(ИТ))

Новые быстротвердеющие цементные составы для
проведения текущего, капитального ремонтов и
ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах
Министерства обороны Российской Федерации

Пеклов П.Н., Тищенко В.А. (ВИ(ИТ))

Исследование напряженно-деформированного
состояния пластинчатых полотен защитных
устройств входов в фортификационные сооружения
при динамических воздействиях

Военная педагогика

Тарасова Т.Е., Тарасов А.В. (ВИ(ИТ))

Разработка и применение информационной графики
в обучении военнослужащих

Сведения об авторах

Contents of the journal

"MILITARY ENGINEER" №1(7)

- | | |
|----|---|
| 1 | Contents |
| 2 | Editorial Board |
| 3 | To the 55th anniversary of doctor of technical
Sciences Professor Ignatchik Victor S. |
| 3 | <i>Blinov A.V., Golovachev A.V. (MTI)</i>
The main peaks ahead |
| 8 | Power, water and heat supply of military objects |
| 8 | <i>Averianov V.K., Tolmachev V.N., Melezshik A.A. (PSC
"GazpromPromgaz")</i>
The power supply system as a factor of ensuring energy-
efficient built environments of military infrastructure
facilities |
| 18 | <i>Prodous O.A. ("LLC INKO- engineering"),
Dzhanbekov B.A. (FFPNP "Elbrus"),
Shipilov A.A. ("LLC "SpetsStroyProekt")</i>
Socio-economic and environmental effectiveness
of the construction of the object "Teberdinsky trunk
group plumbing" of great length in the conditions of
high seismicity |
| 25 | Waste & recycling. Secondary raw materials.
Resource conservation |
| 25 | <i>Kozhenov Y.V. (LLC «Techno-Eco»)</i>
Innovative technology of separation and dehydration of
the sludge of washing water from natural water
deferrization stations |
| 37 | Design, construction and reconstruction of military
objects |
| 37 | <i>Biryukov A.N., Dudurich B.B., Biryukov Y.A. (MTI)</i>
New fast-hardening cement compounds for current and
capital repairs and emergency situations liquidation at
Ministry of Defense of the Russian Federation objects |
| 45 | <i>Peklov P.N., Tishchenko V.A. (MTI)</i>
Investigation of stress-strain state of plate-like cloths
of protective devices of entrances to fortifications under
dynamic influences |
| 52 | Military pedagogic
<i>Tarasova T.E., Tarasov A.V. (MTI)</i> |
| 52 | Design and using of information graphics in the training
of military specialists studying |
| 59 | Information about the authors |

Главный редактор журнала – Головачёв А.В.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Булат Роман Евгеньевич, доктор педагогических наук доцент

Члены редакционной коллегии

Аверьянов Владимир Константинович, доктор техн. наук проф., член-корр. РААСН, засл. деят. науки РФ

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

Ваучский Михаил Николаевич, доктор технических наук профессор

Головачёв Алексей Васильевич, кандидат педагогических наук доцент

Гуков Дмитрий Васильевич, доктор технических 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

Курмышов Василий Михайлович, доктор исторических наук доцент

Мухин Владимир Иванович, доктор архитектуры профессор, заслуженный архитектор РФ

Пашкин Сергей Борисович, доктор педагогических наук профессор

Пименова Марина Владимировна, доктор филологических наук профессор

Сайданов Виктор Олегович, доктор технических наук профессор

Смирнов Александр Васильевич, доктор технических наук профессор

Таранцев Александр Алексеевич, доктор технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

Третьяков Юрий Александрович, доктор военных наук профессор

Фоминич Эдуард Николаевич, доктор технических наук профессор

Фёдоров Александр Борисович, доктор технических наук доцент

Хомич Владимир Михайлович, кандидат технических наук профессор, засл. работник высш. шк. РФ

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

Чиркова Елена Ивановна, доктор педагогических наук профессор

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

Журнал издаётся при поддержке ассоциации саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства «БАЛТИЙСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС».

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.

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

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

Выпускающий редактор	Сдано в набор 23. 01. 2018	Бумага типографская
Головачёв А.В.	Подписано в печать 26. 01. 2018	Печать офсетная
Редактор текстов на английском языке	Формат бумаги 60 x 90 1/8	Заказ №7/26/10/2016.
Черновец Е.Г.		Тираж 300 экз.
Дизайн обложки: Панасюк В.Н.		Цена договорная
Фото на обложке: Калуга Т.П.		
Вёрстка: Байдакова Н.В.		

Почтовый адрес редакции журнала «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР»: 191123, г. Санкт-Петербург, ул. Захарьевская, д.22, оф.412, телефон 8(812)7198786, e-mail: mmevitu@mail.ru, страница журнала на сайте: http://viit.spb.ru/military_engineer/

ООО «АЛЬГИЗ»

Журнал «ВОЕННЫЙ ИНЖЕНЕР» 2018, №1 (№7)

Лицензия ПД №2-69-618

196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе,
25, пом. 215

Главные вершины ещё впереди

The main peaks are yet to come

***Аннотация:** В статье раскрываются предпосылки научных и служебных достижений известного военного учёного и руководителя кафедры военного института. Рассматриваются основные направления в сфере его научных интересов. Дается описание конкретных результатов научно-педагогической и служебной деятельности. Подчеркивается роль в сохранении крупных научных школ.*

***Abstract:** The article reveals the prerequisites of scientific and service achievements of the famous military scientist and head of the Department of the Military Institute. The main directions in the sphere of his scientific interests are considered a description of the specific results in education, research and service activities are given. The role in the preservation of large scientific schools is emphasized.*

***Ключевые слова:** санитарно-техническое оборудование зданий и специальных объектов, техническое совершенствование систем водоснабжения и водоотведения объектов военной инфраструктуры, начальник кафедры, доктор технических наук, профессор.*

***Keywords:** sanitary equipment of buildings and special objects, technical improvement of water supply and sanitation facilities of military infrastructure, head of the Department, doctor of engineering Sciences, Professor.*

Виктор Сергеевич Игнатчик родился 7 марта 1963 года в деревне Гошево Дрогичинского района Брестской области Белорусской ССР в крестьянской семье. Склонность к точным наукам проявилась у него еще в подростковом возрасте, и родители перевели Виктора в школу с углубленным изучением математики, которую он закончил в 1980 году.

В том же году он поступил в Ленинградское высшее военное инженерное строительное училище имени генерала армии А.Н. Комаровского по специальности «санитарно-техническое оборудование зданий и специальных объектов». Учеба в училище давалась в целом легко, оставалось время и для работы в военно-научном обществе курсантов (ВНОК).

В 1985 году окончил ЛВВИСУ, получив диплом с отличием, и был направлен в одну из частей 9 центрального управления Министерства обороны СССР в Северную группу войск на территорию Польской Народной Республики. Офицер Игнатчик проходил службу в должности старшего инженера производственно-технического отдела с августа 1985 года по июль 1988 года.



Рис.1

Склонность к научному поиску, навыки исследовательской работы, полученные во время работы во ВНОК, позволили Виктору Сергеевичу успешно сдать вступительные экзамены и поступить в очную адъюнктуру в ЛВВИСКУ в 1988 году. Научным руководителем молодого адъюнкта стал видный ученый в области надежности и живучести санитарно-технических систем воинских зданий и специальных сооружений доктор технических наук профессор Ильин Юрий Александрович, возглавлявший на тот момент кафедру №35 «Надежность, эксплуатация и монтаж санитарно-технического оборудования». Под руководством профессора Ильина Ю.А. началась кропотливая работа над кандидатской диссертацией. Область научных интересов адъюнкта была связана с вопросами технического совершенствования систем водоснабжения и водоотведения объектов военной инфраструктуры. Талант и высокая работоспособность позволили успешно подготовить диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук в довольно сжатые сроки, и в 1991 году диссертация была защищена.

После окончания адъюнктуры Виктор Сергеевич был назначен на должность преподавателя кафедры, а затем и старшего преподавателя. Активная преподавательская и научная деятельность Игнатчика В.С. принесла свои плоды и в 1992 году ему присвоили ученое звание доцента.

Напряжённая педагогическая деятельность сопровождалась выполнением научно-исследовательских работ в интересах Министерства обороны и Санкт-Петербурга. В этот период зародилась прочная основа научно-производственного сотрудничества кафедры с ФГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Совместная работа с Ю.А. Ильиным позволила выделить новое направление в развитии существующей мощной научной школы. Обоснование научной концепции и решение актуальной проблемы в области экологической безопасности, надежности и живучести систем водоотведения объектов военной инфраструктуры позволили Виктору Сергеевичу в 1995 году

защитить диссертацию на соискание ученой степени доктора технических наук. В том же году подполковник Игнатчик В.С. назначается начальником кафедры № 35. На тот период он был самым молодым доктором технических наук и начальником кафедры ВИСИ. В 1997 году ему было присвоено учёное звание профессор. Под руководством подполковника Игнатчика В.С. кафедра практически безболезненно пережила первую волну сокращения численного набора курсантов на санитарно-техническом факультете в 1996-1998 годах. В 2000 году, в том числе благодаря поддержке полковника Игнатчика В.С. (рис. 1), на санитарно-технический факультет была переведена подготовка специалистов для квартирно-эксплуатационной службы, и ежегодный набор на учебный курс вновь составил четыре полноценные учебные группы.

Коллектив кафедры решал поставленные задачи с высоким качеством исполнения, добивался планомерного повышения уровня подготовки специалистов, выполнял работы научно-исследовательской направленности только в установленные плановые сроки, осуществил огромный объём работы по созданию новых учебников, комплектов современных дидактических средств обучения. В 2006 году Виктор Сергеевич за заслуги перед государством был удостоен высокой награды – ордена Почёта. За годы службы в Вооружённых Силах он был награждён также целым рядом правительственных и ведомственных наград.

С 2006 по 2009 год начинается череда непрерывных организационно-штатных мероприятий, которые привели к сокращению двух кафедр санитарно-технического факультета и, в конечном итоге, к сокращению самого факультета. В 2010 году все военнослужащие были выведены в распоряжение начальника ВИТУ и готовились к увольнению. В 2010 и 2011 году не осуществлялся набор курсантов санитарно-технической специализации. Встал вопрос о сокращении в нашем военном ВУЗе оставшейся на тот период единственной санитарно-технической кафедры и фактической ликвидации целого ряда научных школ, основоположниками которых были такие крупные ученые как Стефанов Е.В., Кузьмин Ю.М., Дымов Г.И., Ильин Ю.А., Лямаев Б.Ф., Аверьянов В.К..

В этот сложный период особенно ярко проявились организаторские качества Виктора Сергеевича, его способность аргументировано и настойчиво доказывать руководству необходимость продолжения подготовки военных специалистов для обеспечения безаварийной и безопасной эксплуатации инженерных систем объектов военной инфраструктуры силовых ведомств страны. После неоднократных поездок в столицу ему удалось убедить кадровые органы Министерства обороны и Министерства внутренних дел в необходимости организовать набор курсантов санитарно-технической специализации. Коллективом кафедры в сжатые сроки были разработаны дидактические материалы для подготовки курсантов по программам высшего образования по специальности «Тыловое обеспечение» в рамках специализации «Организация эксплуатации, ремонта и монтажа санитарно-технических систем». Помимо этого, впервые в истории нашего

военного ВУЗа на кафедре «Системы жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры» началась подготовка курсантов по программам среднего профессионального образования.

В результате проделанной руководителем кафедры работы её штатная структура позволила сформировать коллектив из молодых и перспективных офицеров и гражданского персонала. Отдельные преподаватели были вновь призваны на военную службу. Были сохранены и получили дальнейшее развитие целый ряд известных научных школ.

В 2012-2017 годах были защищены 7 диссертаций сотрудниками кафедры, в том числе 2 докторских исследования. В большинстве диссертационных работ научным руководителем или консультантом был д.т.н. профессор Игнатчик В.С.

Следует отметить научную уникальность дружной семьи Виктора Сергеевича, все члены которой дипломированные учёные: докторскую диссертацию защитила супруга - Светлана Юрьевна Игнатчик, а кандидатскую - дочь Наталья Викторовна.

Научное направление, развиваемое на кафедре, связано с повышением надежности, живучести, энергоэффективности и экологической безопасности систем жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры. В ряде диссертационных работ были решены задачи по бесперебойному отведению дренажных и сточных вод специальных фортификационных сооружений, повышения экологической безопасности транспортных систем водоотведения военных городков, позволившие свести к допустимому минимуму сбросы в окружающую среду неочищенных сточных вод. Другая часть работ была посвящена совершенствованию методов расчета сетей и насосных станций, направленных на повышение экономической эффективности систем водоснабжения и водоотведения с учетом их особенностей, характерных для военных городков и специальных фортификационных сооружений.

Результаты исследований по этому направлению нашли применение при разработке нормативных документов по проектированию и эксплуатации инженерных систем, при разработке нового оборудования, систем и способов транспортировки и очистки воды, новизна которых подтверждена многочисленными патентами.

Помимо многогранной деятельности на должности руководителя кафедры №6 ВИ(ИТ) профессор Игнатчик В.С. много времени уделяет подготовке дипломированных учёных, как для силовых структур Российской Федерации, так и для гражданских организаций. Он является председателем одного из специальных диссертационных советов Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, членом диссертационных советов в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете и Петербургском государственном архитектурно-строительном университете.

Виктор Сергеевич широко известен в экспертном сообществе РФ, он активно и плодотворно работает членом экспертного совета при Высшей аттестационной коллегии (ВАК) Минобрнауки РФ, постоянным членом секции «Энергоэффективность сооружений и систем водоснабжения и



Рис. 2

водоотведения. Системы управления» экспертно-технологического совета Российской Ассоциации водоснабжения и водоотведения (Москва) и членом Научно-технического совета при Федеральном государственном унитарном предприятии «Водоканал» (Санкт-Петербург).

Профессор Игнатчик В. С. автор более 100 научных работ и более 60 патентов на изобретения и полезные модели.

В настоящее время кафедра под руководством Игнатчика В.С. (рис. 2) успешно развивается, совершенствуется учебно-материальная база, проведен капитальный ремонт помещений, аудитории наполняются современным оборудованием, поддерживаются тесные профессиональные отношения с монтажными, эксплуатационными и проектными организациями Министерства обороны, Росгвардии и Санкт-Петербурга.

Тридцать лет жизни отданы родному военному ВУЗу (а вместе с курсантскими годами все тридцать пять). Прделана огромная работа, многое удалось решить, преодолеть, построить. Но профессор Игнатчик В.С. принадлежит к той категории людей, которых принято называть «Созидатель», а такие люди всегда устремлены в будущее. И в преддверии красивой юбилейной даты можно утверждать, что доктора технических наук профессора Игнатчика Виктора Сергеевича, безусловно, впереди ждёт покорение новых профессиональных и жизненных вершин.

Редакционная коллегия и редакция журнала «Военный инженер» присоединяются к многочисленным поздравлениям юбиляру и желают ему крепкого здоровья, творческих успехов, благополучия и исполнения всех желаний!

УДК 355.7:357.673:644.1:697.31

Аверьянов В.К., Толмачев В.Н., Мележик А.А.

Averianov V.K., Tolmachev V.N., Melezshik A.A.

Система энергоснабжения как фактор обеспечения энергоэффективной среды жизнедеятельности объектов военной инфраструктуры

The power supply system as a factor of ensuring energy-efficient built environments of military infrastructure facilities

***Аннотация:** В статье приведены специфические вопросы создания безопасной и энергоэффективной среды жизнедеятельности. Отмечена необходимость комплексного подхода при развитии систем энергоснабжения военных городков. Использование интеллектуальных гибридных энергосистем позволяет снизить максимум нагрузки на 10-20%, энергопотребление на 5-15%, существенно увеличить коэффициент использования установленной мощности установок возобновляемых источников энергии. Для достижения таких результатов в статье обозначена необходимость комплексного подхода, учитывающего взаимозависимость, взаимозаменяемость и прогнозируемость режимов функционирования системы «здания и сооружения – инженерные сети – источники энергоресурсов и головные сооружения». Представлены сведения о проводимой работе по созданию систем интеллектуального управления автономными энергокомплексами.*

***Abstract:** The paper presents specific issues of security and energy efficiency of the living environment. The need for an integrated approach to the development of power supply systems for garrison towns is described. Both 10-20% of peak load reduction and 5-15% of energy savings occur with the use of intelligent energy systems. The article touches upon the results achieved through the comprehensive approach, which is based on interdependence, interchangeability, and predictability of the operational modes of the system "buildings - engineering networks – power sources and head works". The information on ongoing work on the development of the intelligent management of the self-contained heat and power supply is presented.*

***Ключевые слова:** энергосистема, возобновляемые источники энергии, интеллектуальное управление, активный потребитель.*

***Keywords:** energy system, renewable energy sources, intellectual management, active consumer*

Современное экономическое развитие характеризуется «продвижением к неоиндустриализации, которая связана с принципиально новыми технологиями (NBIC – конвергенция наноинформационных, биоинформационных и когнитивных технологий) и с решением новых задач обеспечения высокого качества жизни в гармонии с природной средой. Решение этих задач связано с требованиями энергоэффективности, минимизации количества отходов и безотходного производства. В неоиндустриальном развитии мировой экономики энергетика будет, по всей видимости, играть центральную роль» [1].

Наша страна вышла на путь энергоэффективности на государственном уровне. В 2009 году был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ». Далее были разработаны государственная программа «Энергосбережение и повышение энергоэффективности на период до 2020 года» и ряд других, в том числе ведомственных, нормативно-правовых документов по формированию в стране и её Вооружённых Силах (ВС) энергоэффективной среды жизнедеятельности.

Под энергоэффективной средой жизнедеятельности объектов военной инфраструктуры (ОВИ) понимается достижение в их архитектурно-планировочном пространстве экономически оправданной эффективности использования энергетических ресурсов, для качественного жизнеобеспечения военнослужащих в процессе их повседневной деятельности, при существующем уровне развития техники и технологий, и соблюдении требований к охране окружающей среды. Это в значительной степени определяется состоянием и показателями функционирования систем теплоснабжения и инженерных систем зданий и сооружений военных объектов.

Основными условиями при реализации комплекса мероприятий и программ по энергосбережению и повышению энергоэффективности ОВИ являются:

- обеспечение финансовой устойчивости экономики страны за счет снижения бюджетных расходов на энергоресурсы и на развитие энергетических объектов обеспечения ОВИ;
- снижение, за счет внедрения энергосберегающих технологий, расходов ВС и других силовых структур государства на энергоресурсы;
- повышение экологической и энергетической безопасности ОВИ.

Проблема энергосбережения в ВС, повышения энергоэффективности и надежности функционирования инженерной инфраструктуры военных объектов носит комплексный характер и связана с необходимостью решения значительного числа задач на всех этапах жизненного цикла системы «воинские здания и сооружения – инженерные сети – источники энергоресурсов и головные сооружения» (вода, топливо, тепловая и электрическая энергия).

За последние 10-15 лет был подготовлен и принят целый ряд документов, направленных на решение проблем в процессе реформирования теплоснабжения. К таким нормативным документам следует отнести Федеральный Закон РФ №190 «О теплоснабжении», Постановление Правительства

№154 «О правилах разработки схем теплоснабжения», ЭС-30 и др. В Министерстве обороны РФ (МО РФ) введен в действие нормативный документ «Инструкция о порядке назначения основных теплотехнических характеристик общевоинских зданий» (ВСП 31-01-03 МО РФ).

В соответствии с указанными документами оптимизация систем теплоснабжения в стране в целом, и в МО РФ в частности, должна осуществляться на научной основе [2,3,4,5] с использованием современных геоинформационных технологий, комплексного учета эффектов энергосбережения во всех звеньях системы «топливоснабжение - генерация энергии - распределительные сети - потребитель». Причём подобный подход должен быть как в существующем фонде, так и при новом строительстве [6,7].

Вместе с тем, в общей проблеме создания в ВС безопасной и энергоэффективной среды жизнедеятельности существует ряд специфических вопросов, неоднократно поднимавшихся в работах отечественных специалистов, в частности, в трудах академика С.А. Чистовича [2,8,9].

1. Наивысшим приоритетом для строительной и энергетической отраслей является обеспечение безопасности и комфорта военнослужащих в существующих и строящихся зданиях и сооружениях. Высокая аварийность объектов энергетики и инженерной инфраструктуры гражданских и военных объектов, ввиду их технического и морального износа, формирует необходимость разработки законов, нормативных, экономических и технических решений (механизмов) по скорейшему выходу из создавшейся чрезвычайно сложной ситуации.

2. Необходимость разработки эффективных методов создания благоприятного инвестиционного климата для развития когенерации для автономных военных городков и объектов. Создание системы распределенной комбинированной генерации тепловой и электрической энергии, которая обеспечивает не только минимизацию расхода топлива на выработку тепла и электроэнергии, но и повышает надежность тепло- и электроснабжения военных городков и отдельных объектов, обеспечивает нормативную экологическую обстановку, способствует снижению тарифа на вырабатываемое тепло по сравнению с котельными. Однако, до настоящего времени не разработаны технические условия и экономические механизмы, направленные на установление приоритета комбинированного производства электроэнергии и тепла, перед отдельным производством тепла с использованием котельных и электроэнергии на электростанциях. В настоящее время продолжается неуклонная «котельнизация», в том числе в МО РФ, со снижением за последнее десятилетие практически вдвое доли выработки тепловой энергии на ТЭЦ.

Реализация проектов с обеспечением энергоресурсосбережения, экологической и энергетической безопасности военных объектов, улучшения условий их эксплуатации, использования нетрадиционных и местных видов топлива требует [10,12,13] проведения комплексного анализа состояния действующих энергетических систем. Следует незамедлительно приступить к выявлению тенденций развития и созданию инновационных технологий, как в

области строительства новых объектов, так и в инженерной инфраструктуре действующих военных городков и объектов силовых структур нашего государства.

Основными постулатами для развития систем теплоснабжения являются [5,7]:

- сохранение сложившейся инфраструктуры (ТЭЦ и тепловые сети) для военных городков (отдельных объектов) расположенных в теплоплотных районах крупных городов с одновременным повышением технического уровня и внедрением энергоэффективных технологий в системах их энергообеспечения;
- создание для проектируемых военных городков и объектов силовых структур, расположенных в локальных зонах и районах с малой теплоплотностью, современных энергоэффективных, в том числе автономных источников с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии.

Следует отметить, что идеи энергоэффективности, жизненно необходимые в нынешней ситуации для жизнедеятельности ВС и других силовых структур, пока в недостаточной мере нашли обоснованное воплощение в практике проектирования и строительства новых объектов. По-прежнему вопросам развития способов энергосбережения в элементах воинских зданий и сооружений уделяется гораздо больше внимания, чем уменьшению потребления энергоресурсов в целом [8].

Как известно, под системой теплоснабжения понимается совокупность источников тепловой энергии и теплопотребляющих установок, технологически соединенных тепловыми сетями. В свою очередь, под теплопотребляющей установкой понимается устройство, предназначенное для использования тепловой энергии, теплоносителя для нужд потребителя.

Эффективное потребление энергии наряду с обеспечением комфортной среды обитания создают статус современного объекта капитального строительства. С этой целью, что неоднократно отмечал в своих работах С.А.Чистович, здание оборудуется сложным комплексом инженерных систем (отопление, электроснабжение, кондиционирование, сигнализация, информационные системы и др.). Эти системы призваны создавать комфорт, экологическую и климатическую обстановку в соответствии с индивидуальными предпочтениями каждого из жителей, обеспечивать надежность и безопасность, осуществлять учет потребления и сбережение ресурсов. Качество функционирования рассматриваемого комплекса инженерной инфраструктуры напрямую зависит от схемных решений, состава оборудования и уровня систем управления.

Ранее теплопотребляющие установки многоквартирных домов в военных городках создавались [8,9] для сообщества жильцов, каждый из которых не мог (да в настоящее время чаще всего не может) влиять на процесс фиксации объемов теплопотребления с регулированием в широком диапазоне температуры воздуха в отапливаемых помещениях. Внедрение стимулов экономии тепла, в первую очередь для потребителей, здесь упирается в непригодность существующих систем к индивидуальному регулированию. Существующая тенденция увеличения

тарифов на тепловую и электрическую энергию одновременно с невозможностью использования экономических стимулов повышения энергоэффективности поэтапно в системе: «генерация - транспортировка - распределение и квартирное теплоснабжение энергии» может привести в дальнейшем к снижению качества жизни семей военнослужащих.

Одним из элементов решения существующей проблемы повышения надежности, энергоэффективности и минимизации издержек семей военнослужащих является создание сквозной системы интеллектуального управления и контроля параметров (с условием обеспечения заинтересованности всех участников процесса: выработка – транспорт - потребление тепла).

В настоящее время концепция «интеллектуального» здания как наиболее энергоэффективного переходит от самой идеи создания на новом технологическом уровне комфортной среды обитания к реальному, в том числе поэтапному воплощению (особенно в сфере производства и бизнеса).

В соответствии с анализом классификаций и определений Ю. А. Табунщикова обобщенно можно сформулировать понятие «интеллектуальное здание» как взаимосвязанного автоматизированного комплекса технических средств, оборудования и здания в целом, позволяющего создавать комфортные (оптимальные) условия жизнедеятельности при одновременном эффективном технологическом процессе (для производственных объектов), рациональном расходовании топливно-энергетических ресурсов, а также минимальных для этого психоэмоциональных усилий и трудовых затратах самих пользователей.

Здесь качество и экономичность функционирования технических систем служебных помещений, квартир и здания в целом как альтернатива возрастающим затратам формируются [4,5,11]:

- взаимосвязью технических систем, программируемостью режимов их взаимного функционирования;
- мониторингом состояния оборудования и систем, визуализацией необходимых параметров (в том числе технологических: для производственных и служебных зданий);
- ранжированием управления техническими системами (общий, зонный (по зонам военного городка), домовый, квартирный и локальный уровни);
- электронными технологиями расчетов с поставщиками ресурсов и эксплуатационными организациями;
- использованием энергии буферных зон (энергии солнца, ветра, грунтового массива);
- утилизацией вторичных энергетических ресурсов;
- применением энергоресурсосберегающей техники, оборудования и ограждающих конструкций с высокими теплозащитными свойствами.

Реализация приведенного выше перечня мероприятий для интеллектуальных зданий способствует сокращению потребления теплоэнергетических ресурсов (ТЭР) по сравнению с

нормативными показателями на 15 - 40%, что позволяет строить в треугольнике «комфорт — безопасность — энергосбережение» бизнес-модели окупаемости дополнительных затрат на создание энергоэффективной среды жизнедеятельности.

Принципиально новый аспект будущего развития энергетики – формирование [5] активного потребителя, повышения его роли в системе функционирования и развития энергоисточников, в оптимальном количественном и временном регулировании энергопотребления. Здесь следует констатировать недостаточность отечественных научных исследований, программных средств и микропроцессорной техники, необходимых для сооружения и эксплуатации гибридных генерирующих объектов, функционирующих с использованием возобновляемых источников энергии и малолюдных систем интеллектуального управления параметрами как в энергокомплексах, так и в энергоприемниках потребителей. Вместе с тем, комплексный подход к построению эффективных интеллектуальных гибридных энергосистем позволяет снизить максимум нагрузки на 10-20%, электропотребление на 5-15%, существенно увеличить коэффициент использования установленной мощности установок возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Основная часть положительных эффектов здесь проявляется как результат активного регулирования энергопотребления и воздействий потребителя в интеллектуальной энергосистеме.

Рассмотрим управление режимами энергопотребления в автономном энергетическом комплексе (АЭК) с ВИЭ. Эффективное функционирование здесь заключается в обеспечении потребителей энергией в течение расчетного периода времени в режиме максимальной загрузки генераторов на базе ВИЭ, и, наоборот - для установок на традиционном топливе (т.е. $KИУМ_{виэ} \rightarrow 1$, $KИУМ_{традиц} \rightarrow 0$). Таким образом, последние должны использоваться преимущественно для покрытия пиковой нагрузки, встречающейся в незначительный период времени в течение года (как правило, в пределах 10-20% годовой продолжительности энергопотребления). Итоговым показателем эффективности может являться коэффициент замещения топлива за счет возобновляемой энергии, значение которого в расчетный период должно стремиться к максимуму ($\phi_{год} \rightarrow 1$).

В основе управления режимами энергосистемы лежат 2 способа:

Первый способ заключается в изменении режимов выдачи мощности (P_i) и энергии на нужды потребителей (Q_i), когда ($P_i \rightarrow Q_i$; $Q_i \rightarrow Q_{расч}$). В данном случае предполагается, что все энергопотребляющие установки могут работать в любом режиме и в любой момент времени без взаимосвязи и вне зависимости от эффективности выработки энергии (использования топлива) на АЭК. Таким образом, потребительские установки работают в условиях статических внешних ограничений со стороны энергоисточника или сети ($P_i = P_{расч} = P^{виэ} + P^{трад.} + P^{аккум.} = const$).

Второй способ предполагает изменение режимов энергопотребления в соответствии с изменяющимися ограничениями со стороны энергоисточника или сети ($Q_i \rightarrow P_i$; $P_i = var$; $P_i^{mpad} \rightarrow$

0). Для реализации данного способа требуется сравнительно большой объем сведений по энергопотребляющим установкам, в т.ч. сведения по приоритетности их работы, уставкам и аккумулирующим способностям.

На рисунке 1 представлен пример управления режимами энергопотребления объекта при изменяющемся лимите мощности АЭЖ.

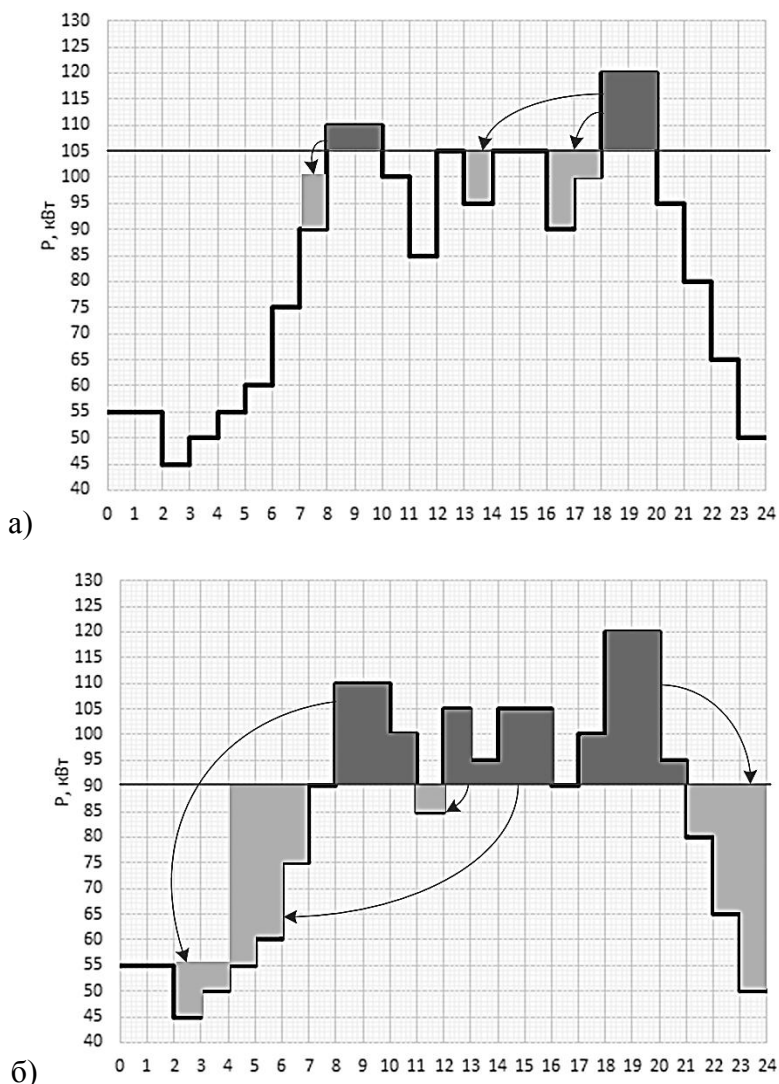


Рисунок 1 – Пример управления режимами энергопотребления при изменяющемся лимите мощности на АЭЖ: а) $P_i = 105$ кВт, б) $P_i = 90$ кВт

Управлением режимами энергопотребления достигается выравнивание графиков нагрузки под заданное максимальное значение оптимальной мощности P_i и минимально допустимое значение энергопотребления $Q_i^{min} \leq Q_i \leq P_i$. При этом использование пиковых мощностей либо исключается в полном объеме, либо снижается продолжительность их функционирования, а также предотвращается перегрузка системы (рисунок 2).

Программная реализация изложенного способа регулирования позволяет ограничить применение пиковых мощностей АЭЖ и избежать аварийных ситуации из-за перегрузки энергосистемы. Кроме того, оценка диапазонов регулирования и допустимых временных сдвигов

энергетической нагрузки является важной задачей на этапе проектирования АЭЖ, так как позволяет оптимизировать устанавливаемые мощности и их соотношения при применении генераторов энергии различного типа и аккумуляторов энергии.

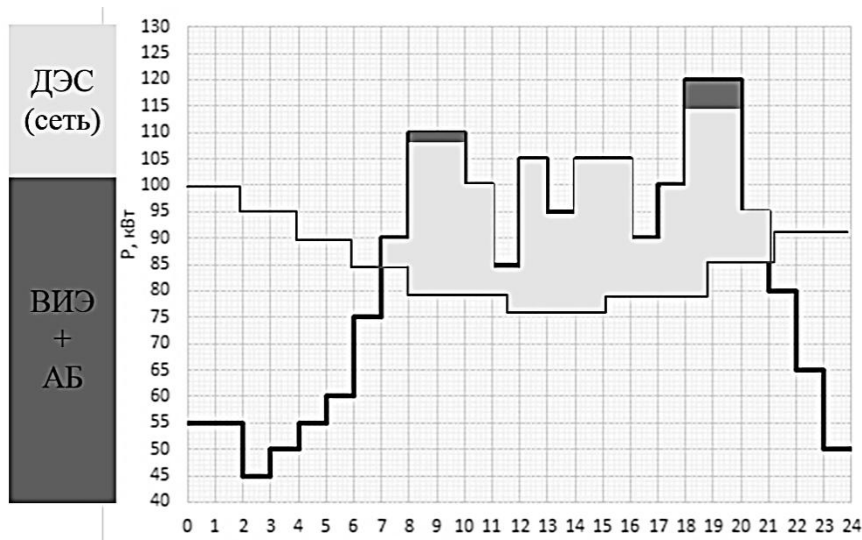


Рисунок 2 – Пример энергообеспечения потребителей от АЭЖ без управления режимами энергопотребления (тёмной заливкой выделена зона превышения энергопотребления над суммарной установленной мощностью АЭЖ)

Основные необходимые условия реализации управления потребительскими нагрузками:

1. Наличие (задание) информации по каждому энергопотребляющему устройству или группе устройств: приоритетность работы; параметры (уставки), диапазоны регулирования; энергетические и теплофизические характеристики; технологические режимы (допустимые и оптимальные), возможные временные сдвиги и их продолжительность; математическое описание законов изменения обеспечиваемых целевых параметров (уставок).
2. Прогнозирование с использованием математических моделей, включая статистический анализ: режимов работы технологического оборудования военного объекта; режимов служебной деятельности персонала, влияющих на энергопотребление (время присутствия в помещениях, использования оборудования и др.); энергетических режимов объектов; режимов генерации энергии от ВИЭ.
3. Управление и/или выдача рекомендательных сигналов по использованию энергопотребляющих установок и принятия решений по сдвигу или изменению нагрузки с целью минимизации суммарных затрат на энергопотребление при сохранении требуемого качества энергоснабжения.

При таком подходе задача пред проектной проработкой состоит в определении рациональной структуры, параметров и регламентов элементов локальной энергосистемы (генерации, аккумуляции,

передачи, распределения и активно регулируемого потребления электроэнергии) с решением следующих основных задач:

- исследовать взаимозависимость параметров генераторов и потребителей распределенной энергосистемы с целью оценки эффективности использования гибридных энергоустановок (установок с использованием ВИЭ);
- создать единую методику и основанный на ней аппарат технико-экономического обоснования структуры и параметров ГЭК для выбора параметров источников и потребителей энергии ГЭК на различных стадиях проектирования;
- провести вычислительные эксперименты, подтверждающие корректность и эффективность методики, разработанного на ее основе прототипа программного обеспечения при обосновании параметров конкретных проектируемых военных объектов.

В кооперации с ведущими предприятиями страны ОАО «Авангард» и ПАО «Газпром Промгаз» проводят НИОКР по созданию информационных и автоматизированных систем и программного обеспечения, интегрированных в единые платформы систем интеллектуального управления (СИУ). Цель работы - обеспечение повышения эффективности функционирования автономных энергетических комплексов, в том числе с возобновляемыми и инновационными источниками энергии, различных энергетических объектов. Следует заметить, что результаты НИОКР могут быть использованы для совершенствования работы энергетических комплексов объектов военной инфраструктуры. В разрабатываемом продукте, кроме указанного выше, основные акценты делаются на следующем:

- обеспечение бесперебойности электропитания, в том числе для мощных электроприемников, требующих 1-й особой категории надежности электроснабжения;
- обеспечение динамической компенсации реактивной мощности и высших гармонических составляющих тока, генерируемых нелинейной нагрузкой;
- устранение влияния на потребителей провалов напряжения и перенапряжений, автоматическое симметрирование нагрузки по фазам;
- использование в основном отечественных наработок в области создания программно-аппаратных средств СИУ автономных энергетических комплексов и элементной базы для них, что обеспечит независимость конечного продукта от импортных поставок.

В настоящее время выполнены следующие этапы:

- разработана концепция, структура и функциональный состав системы интеллектуального управления АЭК;
- формализованы и математически описаны задачи интеллектуального управления энергетическим оборудованием АЭК;

- разработано алгоритмическое обеспечение решения задач интеллектуального управления энергетическим оборудованием АЭК;
- разработаны имитационные модели систем интеллектуального управления, воспроизводящие основные режимы функционирования источников, распределительных сетей и потребителей АЭМ в составе АЭК;
- выполняется разработка программного обеспечения систем интеллектуального управления энергетическим оборудованием АЭК;
- разработана конструкторская, разрабатываются технологическая и программная документация.

К началу 2018 года на базе АО «Авангард» планируется создать и начать проведение натурных испытаний макета автономного энергетического комплекса, разработанного с использованием вышеперечисленных изделий и программного обеспечения.

Выводы:

1. Формирование энергоэффективной среды жизнедеятельности с помощью существующих систем энергоснабжения возможно при их модернизации с использованием современных разработок в области интеллектуального управления, основы которого заложены в трудах С.А. Чистовича.
2. Существующий высокий уровень развития вычислительной техники и технологий передачи данных позволяет за счет внедрения интеллектуального управления спросом и генерацией энергии существенно повысить эффективность работы энергетических систем ОВИ.

Список литературы:

1. Энергетика России: постстратегический взгляд на 50 лет вперед / Бушуев В.В., Громов А.И., Белогорьев А.М., Мастепанов А.М. - М.: ИАЦ «Энергия», 2016. – 96 с.
2. Чистович С.А., Харитонов В.Б. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. - СПб: АВОК Северо-Запад, 2008. 304 с.
3. Аверьянов В.К. Энергоэффективная среда жизнедеятельности: направления развития / Аверьянов В.К., Юферев Ю.В., Мележик А.А. // Газинформ. – 2017. - №2 (52). - С. 16 – 23.
4. Спектор Ю.И. Инновационные решения по развитию энергетической инфраструктуры объектов Группы Газпром / Спектор Ю.И., Аверьянов В.К., Оплачко А.В. // Газовая промышленность. - 2016. - №12 (746). - С.78-84.
5. Аверьянов В.К. Современные технологии управления потребительским спросом в системе генерация – транспорт – потребление энергии / Аверьянов В.К., Мележик А.А., Вавилов Д.О., // Энергетик. – 2014. - №2. – С. 28 - 30.

6. Аверьянов В.К. Мероприятия по формированию энергоэффективной среды жизнедеятельности при разработке схемы теплоснабжения г. Санкт-Петербург / Аверьянов В.К., Юферев Ю.В., Лисицкий Э.Н. // Газинформ. - 2016. - № 4 (54) - С. 30 – 36.
7. Аверьянов В.К. О направлениях повышения эффективности централизованного теплоснабжения крупных городов / Аверьянов В.К., Лисицкий Э.Н., Юферев Ю.В. // Новости теплоснабжения. – 2015. - №9 (181). – С. 10 -17.
8. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления / Чистович С.А., Аверьянов В.К., Темпель Ю.Я., Быков С.И. - Л., Стройиздат, 1987. – 247 с.
9. Энергосберегающие системы теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха / Альбом, под общей редакцией Чистовича С.А. - СПб. - 2004.
10. О современной модернизации систем электроснабжения локальных технологических объектов ТЭК / Шаповало А.А., Перминов Э.М., Аверьянов В.К., Толмачев В.Н. // Энергетик. – 2016. - №12. С. 25 - 31.
11. Каталог технических решений и практических рекомендаций по энергосбережению и повышению энергетической эффективности зданий и сооружений / Акимов Р.С., Бурцев С.И., Бусахин А.В. и др. - НОСТРОЙ, 2014. - 139 с.
12. Аверьянов В.К. Системы малой энергетики: современное состояние и перспективы развития / Аверьянов В.К., Карасевич А.М., Федяев А.В. - том 1, том 2 - ИД «Страховое Ревю», 2008 г. - 962 стр.
13. Обоснование целесообразности использования установок сжижения природного газа в качестве источника пикового и резервного топлива для ГТ-ТЭС и ПГУ-ТЭС / Аверьянов В.К., Блинов А.Н., Митрофанов В.А., Хаев В.К., Цвик А.А. // Газинформ. – 2016. - №2 (52). - С. 52 - 57.

УДК 355.673.5:69.035.2: 553.7.031.1

*Продоус О.А., Джанбеков Б.А., Шипилов А. А.
Prodous O.A., Dzhambekov B.A., Shipilov A.A.*

**Социально-экономическая и экологическая
эффективность возведения объекта «Тебердинский магистральный групповой водопровод»
большой протяженности в условиях повышенной сейсмичности**

**Socio-economic and environmental effectiveness
of the construction of the object "Teberdinsky trunk group plumbing" of great length in the
conditions of high seismicity**

Аннотация:

Представлен анализ предложенной методики оценки социальной, экономической и экологической эффективности проектирования и строительства магистрального самотечно-напорного протяжённого водовода с большим перепадом высот в районе с высокой сейсмичностью. Приведены новые эффективные проектные решения, показатели реализации проекта и представлена очередность этапов его введения в эксплуатацию, а также отмечена природная уникальность трассы водовода. Изложенная в статье методика оценки эффективности строительства водоводов, проложенных в сложных природных условиях с высокой сейсмичностью, учитывает, в том числе, потребности объектов Министерства обороны РФ и других силовых структур, дислоцированных на территории Карачаево-Черкесской Республики (КЧР).

Annotation:

The article deals with the analysis of the proposed methodology of estimating the social, economic and environmental efficiency of the design and construction of the major gravity-pressure extended water conduit with a large altitude difference in an area with high seismicity. New effective design solutions, project realization indicators and sequence of commissioning phases, as well as the natural uniqueness of the waterway route are presented. The methodology for assessing the efficiency of the construction of water conduits, laid in difficult natural conditions with high seismicity, also takes into account the needs of the facilities of the Ministry of Defense of the Russian Federation and other law enforcement agencies stationed on the territory of the Karachaevo-Cherkess Republic (KChR).

Ключевые слова: *магистральный водовод, перепад высот, сейсмичность, эффективность, артезианская вода.*

Key word: *major water conduit, altitude difference, seismicity, efficiency, artesian water.*

Проблема обеспечения водой нормативного качества для хозяйственно-питьевых нужд территории КЧР является чрезвычайно острой и требует незамедлительного решения. Большинство городов, сельских населенных пунктов, объектов военной инфраструктуры расположенных на территории республики получают питьевую воду из открытого источника – реки Кубань, в которой качество природной воды постоянно меняется из-за частых обильных дождей и паводков. Это создает технические и технологические проблемы для АО «Водоканал» г. Черкесска – столицы республики. По его данным, в 2017 году зарегистрирован рекордно высокий уровень по мутности и содержанию взвешенных веществ в воде реки Кубань, составивший до 5000 мг/дм³. Что привело к значительному ограничению подачи объемов воды целому ряду потребителей. По данным, полученным авторами на основе проведенных ими исследований, установлено, что республике для интенсивного развития экономики и сельского хозяйства, безусловному обеспечению водой

нормативного качества частей и подразделений всех силовых структур к объему потребляемой сегодня питьевой воды требуется дополнительно не менее 28 000 м³/сут. [1,2].

Территория Карачаево-Черкесской Республики богата крупными запасами подземных артезианских вод высокого качества, залегающих на небольшой глубине 20-30 м, которые являются альтернативным дополнительным источником водоснабжения потребителей воды в республике и соседних с ней регионах Ставропольского края и Калмыкии. Объемы таких запасов значительны и достаточны для обоснования проектирования и обеспечения строительства Тебердинского магистрального группового водопровода производительностью 100 тыс. м³/сут., длиной 100 км от п. Теберда до г. Усть-Джегута. Возведение такой инженерной системы обеспечит решение проблемы устранения дефицита питьевой воды в КЧР в объеме 28 000 м³/сут. и получение дополнительного (излишнего) объема для коммерческой реализации воды в соседние регионы. Практически все инфраструктурные объекты, принадлежащие Министерству обороны, МЧС, Росгвардии и Федеральной пограничной службе, располагающиеся в указанном регионе, также будут обеспечиваться водой надлежащего качества и в полном объеме.

Оценку социальных (в том числе военно-социальных), экономических и экологических аспектов рассматриваемого проекта строительства водовода большой протяженности количественно целесообразно выполнять по общепринятым показателям. Показателями социальной эффективности данного проекта являются критерии, по которым эксперты Организации Объединенных Наций (ООН) оценивают соответствие уровня жизни населения разных стран или регионов международным стандартам.

Это:

- уровень жизни населения;
- продолжительность жизни населения;
- уровень прожиточного минимума;
- уровень грамотности населения и др.

Введем следующие понятия:

А. Социальная эффективность проекта – это реализованная на практике степень ожидания интересов и потребностей населения региона в обеспечении его услугами бесперебойного водоснабжения в рамках программы Правительства Карачаево-Черкесской Республики. Другими словами – это показатель, характеризующий степень удовлетворенности населения региона качеством жизни.

Б. Экономическая эффективность проекта – это соотношение полезного результата и затрат на его получение, как факторов инвестиционного проекта. Оценка экономической эффективности проекта строительства водовода производится в рамках регламента, установленного требованиями ГОСТ Р ИСО 14031-2001 «Управление окружающей средой» [1], согласно методике [3].

Экономическая эффективность инвестиционного проекта характеризуется обобщающими показателями, приведенными в таблице 1, которые являются едиными для всех проектов. Значения показателей данного проекта опубликованы в работе [2].

Обобщающие показатели проекта

Таблица 1

Показатели инвестиционного проекта строительства водовода длиной 100 км, диаметром 500 мм				
NPV, млн. руб.	PI	DPP, лет	IC, %	ARR, %
890,0	1,21	3	38,0	70,0

где:

NPV – чистая приведенная стоимость, основанная на методологии дисконтирования денежных вложений в проект, млн., руб.;

PI – индекс доходности инвестиционных вложений;

DPP – дисконтируемый срок окупаемости проекта – 3 года;

IC – внутренняя норма доходности инвестиций, %;

ARR – коэффициент эффективности инвестиционного проекта, %.

При определении социальной, экономической и экологической эффективности проекта необходимо обязательно учитывать природные условия региона прохождения трассы водовода.

Уникальностью проекта является его большая длина – 100 км с перепадом высот по трассе от отметки 1400 м до отметки 600 м над уровнем моря. Трасса водовода проходит в зоне с повышенной сейсмичностью 8-9 баллов по шкале Рихтера [1], что предъявляет к проектированию и строительству особые требования и подходы, прежде всего, по качеству используемых материалов, оборудования и других элементов (ёмкости, гидрогенераторы и др.), входящих в технологическую цепочку.

В. Экологическая эффективность строительства водовода оценивается следующими критериями для принятия решения о допустимости или не допустимости данного проекта к его реализации [5,6].

Таковыми критериями являются:

- размеры площадей, м², с нарушенной целостностью природных грунтовых покрытий по трассе водовода;
- минимизация размеров зоны санитарной охраны за счет компоновки элементов всей технологической цепочки сооружений водовода в едином модульном комплексе;
- минимальная стоимость затрат, руб., на восстановление нарушенной природной среды.

На рис. 1 и 2 представлены высотная схема и план трассы самотечного водовода с разгрузочными емкостями и мини ГЭС.

1

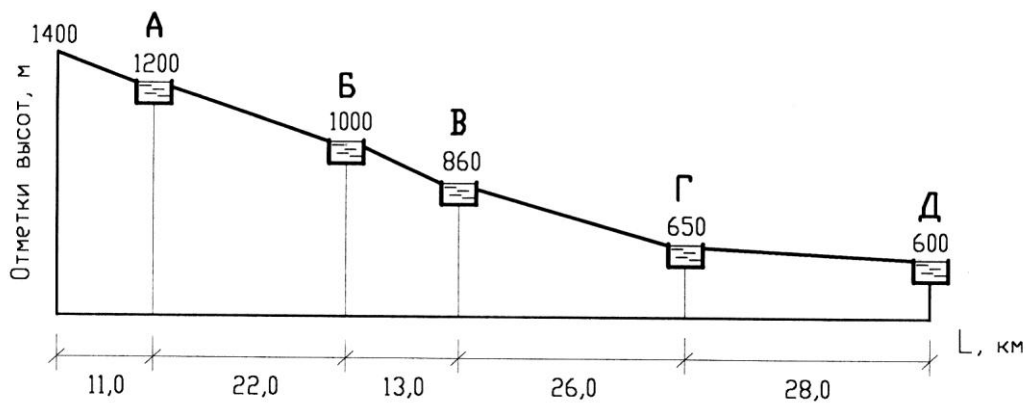


Рис. 1 Высотная схема трассы самотечного водовода

L – соответствующая длина участков трассы водовода, км

А, Б, В, Г, Д - разгрузочные ёмкости

Весь уникальный комплекс самотечного водовода Теберда - Усть-Джегута состоит из двух основных элементов: первый - непосредственно магистральные трубопроводы, прокладываемые по трассе водовода, и второй - технологические сооружения, обеспечивающие бесперебойную подачу воды потребителям с необходимым качеством и требуемым напором.

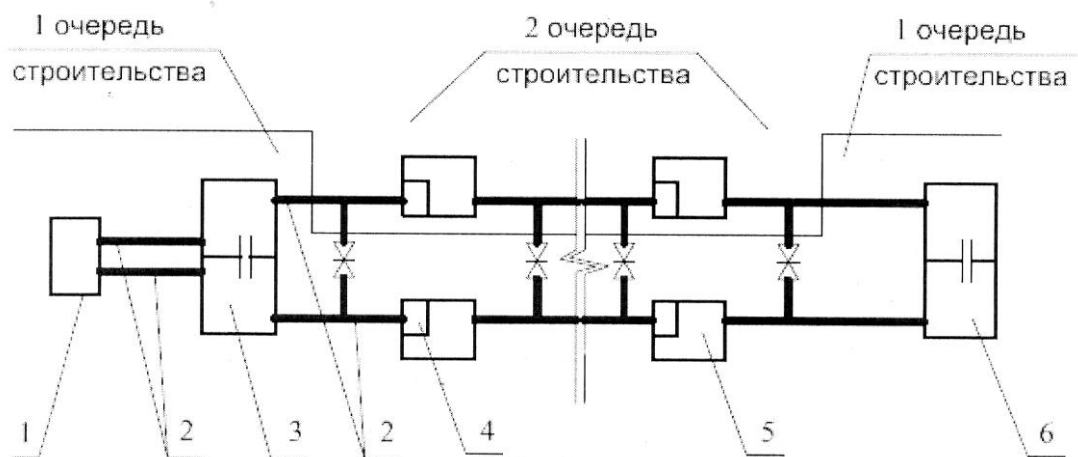


Рис. 2 План трассы самотечного водовода с разгрузочными емкостями и мини ГЭС

1–водозаборные скважины; 2–магистральные водоводы; 3–сборный резервуар;

4–гидрогенераторы; 5–промежуточный резервуар с гидрогенераторами и отбором воды на площадку; 6–накопительный резервуар запаса воды на розлив

Проектом предусмотрена в основном наземная прокладка трубопроводов водовода с грунтовой обваловкой (рис.3), за исключением мест с расщелинами, впадинами, ручьями по трассе, где водовод будет прокладываться на эстакадах или стойках. Такое решение позволит минимизировать размеры тех площадей трассы водовода, где может быть нарушена целостность естественных природных покрытий, что неизбежно приведёт к повышению экологической эффективности строительства водовода, а также сократит капитальные затраты и сроки строительства магистрального водовода.



Рис. 3. Наземная прокладка трубопроводов с грунтовой обваловкой

Особенностью проектирования технологических сооружений по промежуточным площадкам - местам размещения разгрузочных емкостей является ранее не применявшийся технологический прием комплексного объединения отдельных инженерных сооружений (емкостей, гидрогенераторов, фильтров-поглотителей, средств автоматического управления водоводом, дозирования дезинфицирующих средств и др.) в единый блок-модуль, который представляет собой цельную капсулу из полимерных материалов. Такой прием ранее фрагментарно использовался при проектировании хозяйственно-питьевых резервуаров на объектах строительства водовода в районе города Сочи [4]. На рис. 4 представлен внешний вид блок-модуля на проектное место его установки.



Рис. 4. Внешний вид блок-модуля резервуаров на трассе магистрального водовода

Проектом также предусматривается размещение в едином блок-модуле гидрогенераторов, вырабатывающих электрическую энергию, с целью минимизации размеров зон санитарной охраны, как показано на рис. 2. Это же относится и к помещению диспетчерского пункта в конце трассы водовода, куда поступает вся информация о работе всех элементов самотечного водовода, размещенных по его длине.

Обеспечение выполнения первых двух критериев позволит минимизировать затраты на восстановление нарушенной в процессе строительства природной экосистемы по всей длине трассы водовода.

Предлагаемое техническое решение, безусловно, будет способствовать:

- повышению экологической эффективности строительства водовода;
- ускорению сроков прохождения экологической экспертизы и начала реализации проекта;
- повышению экономической эффективности эксплуатации объекта за счёт использования кинетической энергии водного потока для выработки электрической энергии;
- значительному улучшению санитарно-эпидемиологической обстановки в населённых пунктах и военных гарнизонах, использующих для питьевых нужд подготовленную воду из артезианских источников;

Таким образом, приведенная методика оценки социальной, экономической и экологической эффективности строительства магистрального самотечно-напорного водовода большой протяженности с большим перепадом высот позволяет произвести объективную комплексную оценку параметров проекта на основе предложенных критериев для принятия решения о его допуске к реализации.

Список литературы

1. Продоус О.А., Джанбеков Б.А. Магистральный самотечно-напорный водовод с большим перепадом высот. // Журнал «Инженерные системы АВОК Северо-Запад», № 1, 2018. – С 32-34.
2. Продоус О.А., Чернышов Л.Н., Дронов А.А., Джанбеков Б.А. Эффективность инвестиционного проекта «Гебердинский магистральный групповой водопровод» и финансовая модель возврата заемных средств». // Журнал «Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение» №1, 2018.
3. ГОСТ Р ИСО 14031-2001 «Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Руководящие указания». // <http://docs.cntd.ru/document/1200019857> (дата обращения 12.01.2018).
4. Шипилов А.А., Скуднева И.А. Повышение эффективности использования земельного участка при проектировании и монтаже сооружений пожаротушения, запаса и подачи воды. // Журнал «Военный инженер» №4(6), 2017.

5. Методическое пособие по экологической оценке инвестиционных проектов. Управление окружающей средой. Компонент РПОИ. М., издательство «НУМЦ Госэкологии России», 2000. <http://www.rudocs.exdat.com/docs/index-557013.html> (дата обращения 24.12.2017).
6. Ивчик Г.А., Чернышов Л.Н., Зиядуллаев Н.С., Дронов А.А., Продоус О.А. Методология эффективного управления процессом обеспечения экологической безопасности водоемов от загрязнения поверхностными сточными водами. // Монография. Издательство «КСИ-«Принт», Санкт-Петербург, 2014. – 48 с.

Отходы и их переработка. Вторичное сырье. Ресурсосбережение

УДК:358.3:628.169.2.

Коженев Ю.В.

Kozhenov Y.V.

Инновационная технология выделения и обезвоживания осадка промывных вод станций обезжелезивания природной воды

Innovative technology of separation and dehydration of the sludge of washing water from natural water deferrization stations

Аннотация:

В статье рассмотрена экономическая и техническая эффективность применения на автономных объектах военной инфраструктуры шнекового обезвоживателя осадка промывных вод от станций обезжелезивания воды. Приведены результаты, полученные в ходе пусконаладочных работ и технических испытаний.

Abstract:

The article deals with the economic and technical feasibility of using screw dehydration of sludge from water differentiation plants applying on independent military facilities. The results and conclusions which were obtained during the commissioning and technical testing of the screw dehydration plants are presented in the article.

Ключевые слова: автономные объекты военной инфраструктуры, водоснабжение, водоочистная станция природной воды, промывная вода, выделение и обезвоживание осадка.

Keywords: autonomous facilities of military infrastructure, water supply, natural water treatment plant, wash water, separation and dehydration of the sludge.

Для водоснабжения большинства автономных объектов военной инфраструктуры в качестве источников водоснабжения используются подземные воды. Наиболее характерным загрязнением для подземных вод, не позволяющим использовать воду для хозяйственно-питьевых нужд без очистки, является содержание соединений железа и марганца, превышающие установленные нормы [1]. По этой причине на существующих и проектируемых автономных объектах широко используются установки обезжелезивания воды.

Жесткие требования нормативных документов [2,3,4] к количеству и качеству сбрасываемых в водоприёмники производственных стоков, размеры платежей и штрафов за них, делают проблему выделения, обезвоживания и утилизации осадков промывных вод крайне актуальной. Особенно остро эта проблема стоит в районах дислокации арктической группировки войск Вооружённых сил РФ, где к охране окружающей среды уделяется повышенное внимание.

Кроме того, в настоящее время, практически все водоёмы (ручьи, реки, озёра) отнесены к водоёмам рыбохозяйственного назначения. Установленные для них предельно допустимые концентрации (ПДК) для большинства веществ ниже, чем в нормах [1] к питьевой воде. Так, например, ПДК для питьевой воды составляет: по железу не более $0,3\text{мг/дм}^3$, для марганца не более $0,1\text{мг/дм}^3$, для алюминия не более $0,5\text{мг/дм}^3$. Для рыбохозяйственного водоёма ПДК по железу не более $0,1\text{мг/дм}^3$, по марганцу не более $0,01\text{мг/дм}^3$, по алюминию не более $0,04\text{мг/м}^3$.

Одним из обоснований столь жестких нормативов, по утверждениям специалистов [5], являются результаты исследований, утверждающих, что гидроксиды железа $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ осаждаясь на слизистой оболочке жабр у промысловых рыб, могут стать причиной их гибели.

Сегодня наиболее широко применяемой технологией очистки природной воды на рассматриваемых объектах является процесс с использованием предварительного окисления железа. Железо, находящееся в воде в растворённом виде, после предварительного окисления (кислородом воздуха, хлором, озоном) переходит в нерастворимую форму. Далее вода направляется на фильтры с инертной загрузкой (песок), где окисленное железо задерживается. Процесс фильтрации предусматривает периодическую промывку загрузки фильтров от накопившихся в ней загрязнений. В результате образуются производственные сточные воды с высокой концентрацией железа, находящегося в форме гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Обычно, согласно регламенту, на таких станциях, производится одноразовая промывка фильтров в течение суток, при этом количество образующейся промывной воды составляет 5-8% от суточной производительности станции. Величина усреднённой концентрации железа общего в промывной воде составляет от 150 до 200мг/дм^3 .

Для большинства автономных объектов военной инфраструктуры характерно относительно невысокое водопотребление. Рассмотрим в качестве примера объект, источником водоснабжения которого является скважина со среднесуточным водопотреблением $200\text{ м}^3/\text{сут}$ (гарнизон численностью от 500 до 1000 чел).

Исходя из цифр, приведенных выше, суточный расход промывной воды составит 16 м^3 , а годовое поступление железа с промывной водой в водный объект составит: $16\text{ м}^3 \times 0,2\text{ кг/м}^3 \times 365\text{ сут} = 1168\text{ кг/г} = 1,17\text{ т/г}$.

Постановление Правительства РФ от 13.09.2016г № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» предусматривает плату за сброс в водный источник одной расчётной тонны железа в размере 5950,8 рубля. Для рассматриваемого объекта, исходя из установленной ставки, плата за сброс расчётной массы железа, в пределах разрешённого за год, составит: $1,17\text{ т} \times 5950,8\text{ руб} = 6962\text{ руб}$. (Следует напомнить, что плата взимается за весь перечень загрязнений, определяемых контролирующей организацией в производственных стоках, а размер платы в зависимости от их количества и степени негативного воздействия на окружающую среду). Так, например, для марганца, который в подземных источниках водоснабжения обычно сопутствует железу, плата установлена в размере 735534,3 руб/т, для алюминия, (входит в состав коагулянта для очистки воды) 18388,3 руб/т и т.д. Нетрудно подсчитать общую сумму платы, а также возможных штрафов, например, по соответствующим объектам МО или других силовых структур.

При сбросе сточных вод в водоём предприятие, в том числе и казённое, или организация обязано иметь согласованный проект нормативов допустимых сбросов (НДС) в соответствии с [6]. На основании этого документа осуществляется контроль над сбросами и размер платы за них. В случае отсутствия согласованного проекта НДС – штраф от 80 до 100 тыс. рублей в соответствии со [7] ст.8.14 КоАП РФ, плюс плата за негативное воздействие на окружающую среду в 25 кратном размере за каждую тонну загрязняющих веществ, сбрасываемых в водоём, с коэффициентом 25 за сброс сверх лимита НДС.

Если вернуться к нашему примеру, приведенному выше, то плата за негативное воздействие на окружающую среду при сбросе промывной воды по показателям железо общее и марганец:

При согласованном НДС составит: по железу – 6962 руб, без согласования НДС по железу – 174050 руб.

Проблема заключается в том, что выполнить установленный НДС особенно по железу и марганцу без проведения дополнительной очистки промывных вод на подавляющем большинстве объектов не удаётся.

Для уменьшения поступлений загрязнений в водные объекты с промывными водами нормами [8] п.6.195-6.200 и приложением 9 рекомендуется проводить промывных вод и осадка станций водоподготовки. По мнению автора, предлагаемая технология больше ориентирована на очистку и возврат части промывной воды для её повторного использования. В части выделения осадка из промывной воды и его обезвоживания предлагаемая технология недостаточно эффективна и имеет ряд недостатков. Основным недостатком в ней, по мнению автора, следует считать процесс гравитационного отстаивания, при котором из промывной воды происходит выделение осадка и его

концентрирование. Для реализации этого процесса необходимы отстойники объёмом не менее суточного объёма промывной воды и сгустители осадка. Процесс осаждения осадка в них длителен и занимает от 4 до 8 часов. Выделенный и сконцентрированный из промывной воды осадок имеет влажность 98-99%. Для дальнейшего обезвоживания полученного осадка рекомендуется устройство накопителей, в качестве которых предлагается использовать спланированные площадки или отработанные карьеры, а для зимнего периода площадки замораживания. Эффективность работы таких площадок сильно зависит от климатических условий, что существенно ограничивает их использование, что также является серьёзным недостатком.

По причинам, описанным выше, реализация предлагаемых в [8] рекомендаций не получила широкого распространения, в связи с чем проблема обезвоживания осадка промывных вод и их утилизация потребовала поиска новых решений.

Инновационным решением проблемы можно считать использование для этой цели шнекового фильтр-пресса. В технической литературе чаще применяют термин «шнековый обезвоживатель».

Шнековый обезвоживатель изначально был спроектирован для обезвоживания осадка канализационных очистных сооружений, где хорошо зарекомендовал себя. Основными его преимуществами можно считать: низкое энергопотребление, низкий расход флокулянта, небольшие габариты, надёжность и простота эксплуатации. Эффективность обезвоживания осадка хозяйственно-бытовых сточных вод в шнековых обезвоживателях составляет от 81% до 75%. (напомним, что при влажности осадка менее 80% его уже можно перегружать лопатой).

Практика эксплуатации шнековых обезвоживателей подтвердила эффективность их использования, поэтому на сегодняшний день они широко внедряются на канализационных очистных станциях. Это послужило основанием для изучения возможности их использования для обезвоживания осадка, образующегося на водопроводных станциях очистки природных вод в частности на станциях обезжелезивания.

Выбор в пользу шнекового обезвоживателя в сравнении с другими устройствами для обезвоживания осадка (ленточными фильтр-прессами, центрифугами, камерными фильтр-прессами, вакуумными фильтрами) был сделан ещё и ввиду возможности совместить в одном аппарате оба процесса обработки промывной воды: сгущение осадка и его обезвоживание.

Забегая вперед, можно говорить, что с помощью шнекового обезвоживателя удаётся снизить содержание железа и марганца в промывной воде до 2-х порядков. Если этот результат применить к нашему примеру, рассмотренному выше, оставив объём сброса без изменения $16 \text{ м}^3/\text{сут}$, то цифры будут следующие: концентрация в промывной воде железа общего после шнекового обезвоживателя (в фугате) будет $2 \text{ г}/\text{м}^3$, за год сброс по показателю железо общее в тоннах составит: $0,002 \text{ кг}/\text{м}^3 \times 16 \text{ м}^3/\text{сут} \times 365 \text{ сут} = 11,7 \text{ кг}/\text{год} = 0,0117 \text{ т}/\text{год}$. Соответственно плата за сброс по показателю железо общее $69,6 \text{ руб}/\text{год}$ в пределах НДС (без утверждённого проекта НДС $1740 \text{ руб}/\text{год}$ + штраф от 80 до 100 тыс. рублей в соответствии со ст.8.14 КоАП РФ).

Пробные испытания шнекового обезжелезивателя на модельных растворах промывной воды, подтвердили возможность его использования для обезжелезивания осадка. Полученные результаты легли в основу разработанной автором схемы обезжелезивания осадка разработанной для реального объекта (рис. 1). В 2015г. эта схема была реализована при техническом участии специалистов ООО «Техно-Эко» (Санкт-Петербург) на водопроводной станции обезжелезивания природной воды производительностью 2000м³/сут. на одном из объектов ООО «Газпром добыча». Объект располагается в Ямало-Ненецком автономном округе. Поставка станции осуществлялась в блочно-модульных зданиях с размерами (м) 3×12×3(н) с полностью смонтированным и испытанным оборудованием, которые соединялись на объекте в единое здание.

В качестве источника водоснабжения станции использовались артезианские скважины. Показатели качества воды в них, полученные в результате лабораторного анализа проб сертифицированной лабораторией, приведены в таблице 1.

Таблица 1

№	Показатель	Единицы измерения	Значение
1	Железо общее	мг/дм ³	4÷6
2	Марганец	мг/дм ³	0,5
3	Цветность	градус. ПКШ	60
4	Мутность (по каолину)	мг/дм ³	4,5
5	рН	Единицы рН	6

Технология очистки воды на станции следующая:

Вода из артезианских скважин (6 шт.) поступает в резервуар исходной воды объёмом 200 м³. Из резервуара вода с помощью насосов с расходом от 60 до 90 м³/час (в зависимости от суточной потребности) подаётся на восемь скорых напорных фильтров. Диаметр фильтра 1,5 м, высотой загрузки 1,1 м, загрузка фильтра кварцевый песок крупностью 0,8-1 мм. Перед фильтрами в поток очищаемой воды с помощью дозаторных насосов вводится окислитель, коагулянт и щёлочь. Для окисления железа и марганца в схеме применяется гипохлорит натрия NaClO, получаемый непосредственно на месте потребления из поваренной соли на гипохлоритном электролизёре. В качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий Al₃(SO₄)₃, подщелачивание проводится гидроксидом натрия NaOH. После очистки на фильтрах вода дополнительно хлорируется и направляется в резервуары чистой воды (РЧВ). Промывка фильтров проводится поочерёдно в автоматическом режиме, через каждые 20 ч работы промывался один из восьми фильтров. Подаваемый расход на промывку составлял 90м³/ч, продолжительность обратной промывки 6 мин. Объём воды на обратную промывку с учётом сброса первого фильтрата составлял 12 м³. Далее

промывная вода от фильтров отводилась к блоку обработки промывной воды и обезвоживания осадка (см. рис. 1).

Схема работает следующим образом:

Промывная вода от фильтра поступает в накопительную ёмкость промывной воды 1 объёмом 15 м³. После двух часов отстаивания из нижней части ёмкости 1 с помощью насоса 2 с расходом 2 м³/ч, промывная вода подаётся на шнековый обезвоживатель 3. Для повышения эффективности обезвоживания осадка дозаторным насосом 4 в смесительную камеру шнекового обезвоживателя подаётся раствор флокулянта, приготовленный в баке 5

В процессе обезвоживания осадка на шнековом обезвоживателе образуется фугат (фугат) и обезвоженный осадок. Фугат самотёком отводится в ёмкость 6, откуда перекачивается насосом 7 в бак исходной воды или в производственную канализацию. Обезвоженный осадок по направляющему лотку отводится в фильтрующий мешок 8, установленный в специальном контейнере 9. После заполнения фильтрующего мешка осадком его перемещают в специальную площадку (помещение)

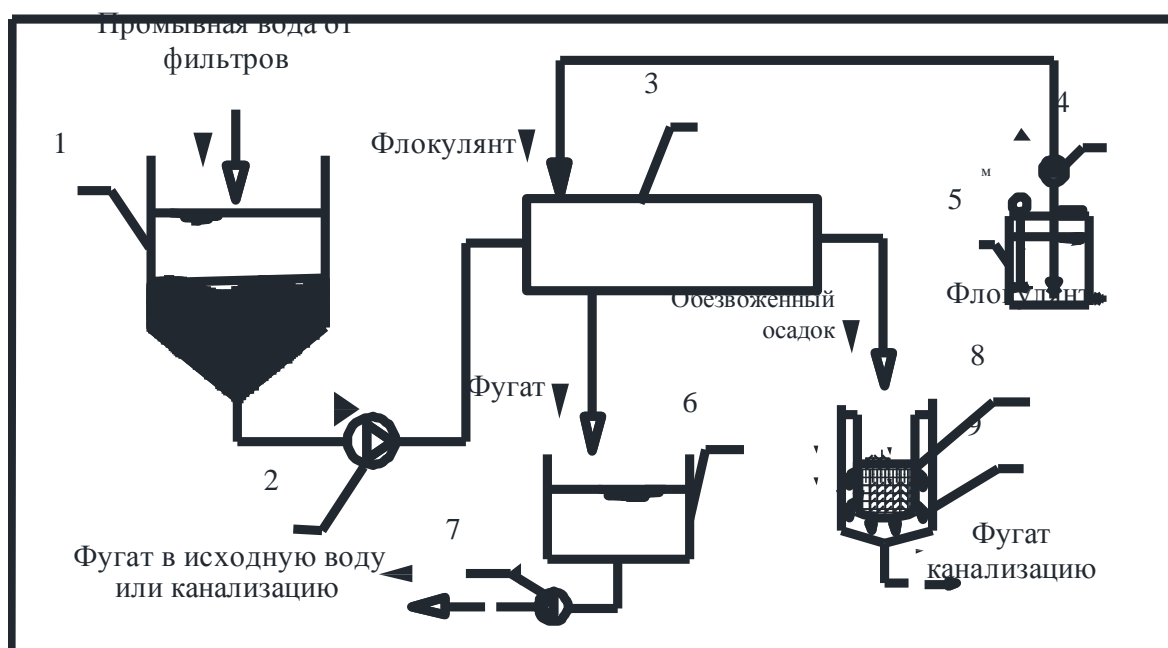


Рис. 1. Принципиальная схема блока обезвоживания осадка промывной воды от осветительных фильтров станции обезжелезивания природной воды.

Условные обозначения: 1- ёмкость сбора промывной воды, 2- насос подачи промывной воды, 3-шнековый обезвоживатель, 4- дозаторный насос флокулянта, 5- бак для приготовления раствора флокулянта, 6- емкость сбора фугата, 7- насос перекачки фугата, 8- фильтрующий мешок, 9- контейнер для установки фильтрующего мешка.

для хранения и последующей транспортировки к месту утилизации. Отфильтрованная при заполнении с помощью фильтрующего мешка вода (фугат) собирается на дне контейнера 9 и сливается в производственную канализацию.

На станции (рисунки 2, 3, 4, 5) установлен шнековый обезвоживатель осадка фирмы «Volute» разработанного японской компанией Amcon ING модельный ряд ES.

Основные характеристики используемой модели ES-201- диаметр шнека – 200 мм; длина шнека – 2000 мм, мощность – 0,37 кВт, вес – 300 кг (рисунки 2, 3, 4, 5).



Рис. 2. Шнековый обезвоживатель ES201

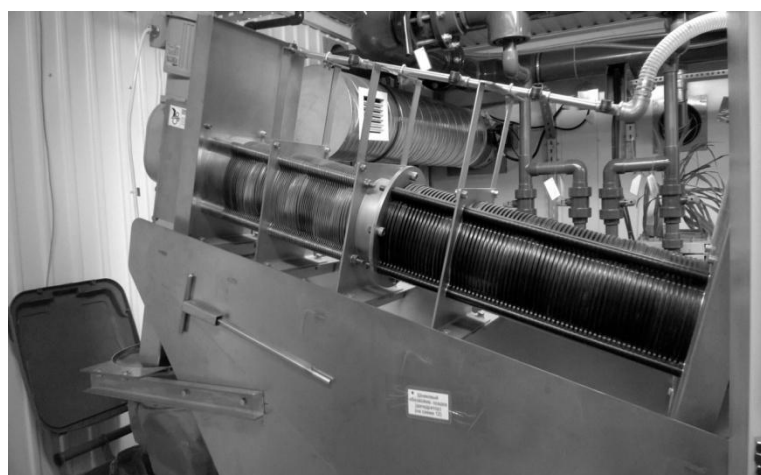


Рис. 3. Шнековый механизм установки.

По завершению пуско-наладочных работ блока обработки промывной воды и обезвоживания осадка, были получены следующие результаты. Расход воды промывной воды, подаваемой на шнековый обезвоживатель до 2 м³/час, концентрация железа общего в промывной воде после промывки фильтров 450 мг/л, концентрация железа общего в фугате 2,6 мг/л, влажность осадка после обезвоживания 85-90%, используемый флокулянт «Fenporol A-321», расход 0,1% раствора флокулянта 15 г/час.

Выводы по пуско-наладочным работам:

1. Установленный на станции обезжелезивания природных вод блок для обезвоживания осадка промывных вод с использованием на шнекового обезвоживателя позволил практически полностью прекратить сброс промывной воды с высокой концентрацией железа и марганца в реку 1 категории- рыбохозяйственного назначения.



Рис. 4. Обезвоженный осадок с влажностью 90% полученный из промывной воды от осветлительных фильтров



Рис. 5. Фильтрующий мешок для дополнительного обезвоживания, хранения и транспортировки обезвоженного осадка.

2. Влажность обезвоженного осадка, составила 80%, что позволило осуществлять его транспортировку к местам захоронения.

3. Возврат промывной воды для повторного использования составил не менее 90%.

В 2016г. специалистами ООО «Техно-Эко» (Санкт-Петербург) под руководством автора, совместно с ФГУП «Водоканал» (Санкт-Петербург), была разработана и выполнена программа технического испытания аналогичной по техническому решению не контейнерной установки шнекового обезвоживателя по осушению осадка промывных вод (рисунок 6). Указанное испытание

было необходимо для подтверждения полученных ранее результатов производственного внедрения экспериментальной авторской установки.

Обезвоживанию подвергался осадок от скорых осветлительных фильтров водоочистной станции природной воды, расположенной в городе Зеленогорск (Санкт-Петербург). Производительность станции составляет 5040 м³/сут, источником водоснабжения являлись артезианские скважины. В техническом испытании использовался шнековый обезвоживатель фирмы «Amson» модель ES-051 с диаметром шнека 50 мм.

Программа испытаний предусматривала:

- 1) отбор промывной воды во время проведения промывки скорого осветлительного фильтра с инертной (песок) загрузкой.
 - 2) обезвоживание осадка промывной воды на шнековом обезвоживателе с целью определения технических параметров процесса для совершенствования технологической схемы.
1. Качество исходной воды подаваемой на станцию из артезианских скважин, по которым фиксируются превышение установленных СанПиН 2.1.4.1074-01 приведено в таблице 2. Оно было определено на основании лабораторного анализа проб исходной воды сертифицированной лабораторией.

Таблица 2

№	Показатель	Ед.изм	Значение интервал/среднее	Норма по СанПиН 2.1.4.1074-01
1.	Железо общее	мг/дм ³	4,2÷6,4/5,3	0,3
2.	Марганец	мг/дм ³	0,63	0,1
3.	Мутность	мг/дм ³	8,6÷22/15,3	1,5
4.	Цветность		17÷23/20	20

2. Результат лабораторного анализа промывной воды от осветлительных фильтров, отобранной из промывного трубопровода, через 3мин после начала промывки (наиболее загрязнённая проба) приведен в таблице 3.

Таблица 3

№	Показатель	Ед.изм	Значение
1.	Железо общее	мг/дм ³	500±80
2.	Марганец	мг/дм ³	34±6
3.	Взвешенные вещества	мг/дм ³	470±80

3. Лабораторный анализ фугата после установки шнекового обезвоживателя «Amcon» ES-50 представлен в таблице 4

Таблица 4

№	Показатель	Ед.изм	Значение
1.	Железо общее	мг/дм ³	27±4
2.	Марганец	мг/дм ³	1,9±0,3
3.	Взвешенные вещества	мг/дм ³	61±11

Полученные результаты позволяют оценить достигнутую эффективность работы установки шнекового обезвоживания, которая составила:

- по железу с 500мг/дм³ до 27мг/дм³, снижение концентрации в промывной воде на 94,6%;
- по марганцу с 34мг/дм³ до 1,9мг/дм³ снижение концентрации на 94,4%;
- по взвешенным веществам с 470мг/дм³ до 61мг/дм³ снижение концентрации на 87%.

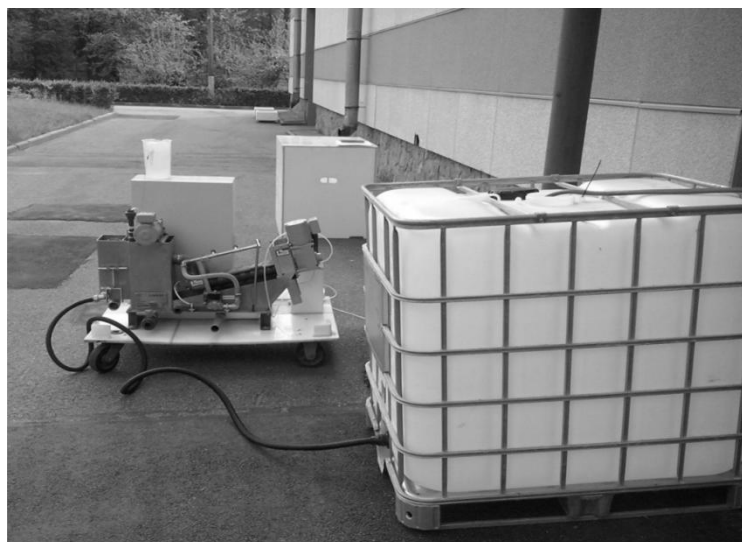


Рис. 6. Пилотная установка шнекового обезвоживателя «Amcon» серии ES-50

Следует отметить, что концентрация железа в фугате составила 27 мг/дм³, что в десять раз больше результата, приведенного ранее на шнековом обезвоживателе «Amcon» серии ES-201 установленного стационарно, где содержание железа в фугате составило 2,6 мг/дм³. Автор статьи полагает, что причиной этому послужили технические и организационные сложности, связанные с невозможностью установить оптимальный режим реагентной обработки осадка и работы шнекового обезвоживателя, подключённого к системе очистки станции по временной схеме.

В ходе проведения испытаний влажность полученного осадка составила 93,2% (без дополнительного обезвоживания в фильтрующем мешке). Наилучшие результаты были достигнуты с использованием флокулянта «Феннопол» марки А321Е (анионный полиэлектролит, полиакриламид). Эффективность обезвоживания осадка на шнековом обезвоживателе возрастает при увеличении

концентрации загрязнений в промывной воде и от правильно выбранного режима реагентной обработки (типа флокулянта и его дозы). Без обработки осадка флокулянтom эффективность обезвоживания шнековым обезвоживателем резко падает.



Рис. 7. Обезвоженный осадок влажностью 90% полученный из промывной воды.

По результатам испытаний рекомендуемая продолжительность отстаивания промывной воды, обеспечивающая эффективную и стабильную работу шнекового обезвоживателя, составила не менее 2-х часов.

Представленные в статье результаты позволяют говорить об эффективности разработанной технология выделения и обезвоживания осадка промывных вод станций обезжелезивания природной воды с применением шнекового обезвоживателя. Её использование позволяет:

- существенно снизить негативное воздействие производственных стоков на окружающую среду;
- исключить полностью или свести к минимуму плату за негативное воздействие производственных стоков на окружающую среду;
- сократить расход воды на собственные нужды водопроводной станции;
- осуществить обезвоживание осадков промывных вод с обеспечением возможности их дальнейшей утилизации.

Простота технологической схемы, делает несложной автоматизацию процесса, позволяет размещать блок обезвоживания осадка в блочно-модульном здании (контейнерах) транспортных габаритов и доставлять их на автономные объекты военной инфраструктуры с проверенным и испытанным оборудованием в полностью готовом виде и работоспособном состоянии.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические

- требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». <http://files.stroyinf.ru/Data1/9/9742/> (дата обращения 12.01.2018)
2. Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 N 20 "Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 09.02.2010 N 16326) <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosrybolovstva-ot-18012010-n-20-ob/> (дата обращения 12.01.2018)
 3. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011). <http://legalacts.ru/doc/sanpin-215980-00-215-vodootvedenie-naselennykh-mest-sanitarnaja/> (дата обращения 12.01.2018).
 4. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016г. №913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах». <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-13092016-n-913/> (дата обращения 12.01.2018).
 5. Васильев Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г. и др. «Болезни рыб. Справочник» 2-изд. Перераб. и доп. – М. Агропромиздат 1989 с. 288.
 6. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (в ред. от 03.07.2016г.) «Об охране окружающей среды»; <http://legalacts.ru/doc/FZ-ob-ohrane-okruzhajuwej-sredy/> (дата обращения 12.01.2018).
 7. Кодекс об административных правонарушениях, N 195-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 29.01.2018) | ст. 8.14 КоАП РФ. Нарушение правил эксплуатации водохозяйственных или водоохраных сооружений и устройств. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения 02.02.2018).
 8. СП 31.13330.2012 «СНиП 2.04.02-84*» Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. http://www.chemkor.ru/assets/files/GOST_TU/SNiP_2.04.02-84_2013.pdf (дата обращения 12.01.2018)

Бирюков А.Н., Дудурич Б.Б., Бирюков Ю.А.

Biryukov A.N., Dudurich B.B., Biryukov Y.A.

**Новые быстротвердеющие цементные составы для проведения текущего, капитального
ремонт и ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах
Министерства обороны Российской Федерации**
**New fast-hardening cement compounds for current and capital repairs and emergency situations
liquidation at Ministry of Defense of the Russian Federation objects**

Аннотация:

В статье представлены способы получения новых цементных ремонтных и самоуплотняющихся составов пригодных для применения на различных объектах Министерства обороны Российской Федерации. При разработке таких композиций применялись компоненты только российского производства, что является большим шагом к импортозамещению в строительной отрасли. Приведены их основные физико-технологические показатели. Раскрыта актуальность и целесообразность внедрения таких составов в строительное производство.

Abstract:

The article deals with new ways of obtaining repair cement and self-condensed compounds suitable for application on various objects of the Ministry of Defense of the Russian Federation. When developing such compounds only domestically produced components were applied that is an important step towards import substitution in the construction sector. Their main physical and technological indicators are given. Relevance and expediency of introduction of such compounds in building industry are shown.

Ключевые слова: *наномодификация, суперпластификаторы, химические добавки, базальтовая микрофибра, специальные фортификационные сооружения (СФС), текущий ремонт, капитальный ремонт, строительный раствор, быстротвердеющие составы.*

Keywords: *nanomodification, supersofteners, chemical additives, basalt microfiber, special fortifications, current repair, capital repairs, building mortar, fast-hardening compounds.*

Политические и экономические санкции, введенные США, Евросоюзом с примкнувшими к ним странами против Российской Федерации, продолжают оказывать негативное влияние на стратегически важные сферы развития нашей страны. К таким сферам в первую очередь относятся финансы, строительство, оборонно-промышленный комплекс, высокотехнологическая сфера и т.д.

Бюджетное финансирование строительства новых объектов военной инфраструктуры, а также выделение денежных средств на реконструкцию и капитальный ремонт существующих на балансе органов военного управления более 5 тыс. постоянно действующих военных городков, напрямую зависит от уровня развития экономики и величины валового внутреннего продукта (ВВП). К сожалению, в ближайшие годы масштабное увеличение уровня расходов на вышеперечисленные цели выглядит маловероятным.

Запрет поставок оборудования, новых технологий (в том числе и двойного назначения) резко сократил доступ к современным американским и канадским ремонтным составам, а также высокотехнологичным химическим добавкам для бетонов, изготовленным в Японии и странах ЕС. Стоимость же доступных импортных составов и химических добавок значительно увеличилась за счет ослабления курса рубля.

При этом интенсивность использования существующих объектов продолжает возрастать. Помимо этого, с развитием военной отрасли увеличиваются нагрузки на железобетонные конструкции и покрытия, выполненные из тяжелого бетона. Данные обстоятельства совместно с недостаточным финансированием капитального ремонта, развитием риска возникновения техногенных катастроф, а так же ростом возможности проведения террористических актов на территории РФ могут привести к увеличению вероятности возникновения чрезвычайных происшествий на рассматриваемых объектах [1].

Примерами этого является ряд аварийных ситуаций возникших на следующих объектах:

1. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС произошла 17 августа 2009 года. Техногенная катастрофа причиной, которой стало разрушение шпилек крепления крышки турбины гидроагрегата, которому предшествовало образование и развитие усталостных повреждений узлов крепления, что привело к срыву крышки и затоплению машинного зала станции.
2. Крушение скорого поезда «Невский экспресс» произошло 27 ноября 2009 года. Чрезвычайное происшествие явилось результатом террористического акта.
3. Авария на АЭС «Фукусима-1» произошла 11 марта 2011 года и была вызвана землетрясением и цунами в Японии (9-11 марта 2011 года).
4. В Теучежском районе Республики Адыгея 20 мая 2010 года произошло обрушение части путепровода на автомобильной дороге М-4 "Дон", в Самарской области 20 апреля 2012 года частичное обрушение автомобильного моста на трассе Самара-Бугуруслан, в Железнодорожном районе города Красноярска 02 августа 2013 года обрушение опорной стены на автодорогу, приведшее к человеческим жертвам, в городе Березовский Кемеровской области 23 февраля 2015 года обрушение автомобильного моста через реку Шурап. Все перечисленные в четвертом пункте техногенные катастрофы произошли вследствие старения бетона и усталости металла конструкций.

Учитывая сложные условия работы цементных бетонов в конструкциях военных объектов, к ним могут предъявляться повышенные требования: высокая прочность при растяжении и сжатии,

повышенная динамическая прочность, плотность, водонепроницаемость, морозоустойчивость и долговечность при сопротивлении разрушающему действию климатических факторов, а также нормируемые требования по деформативности и истираемости (износоустойчивости). Кроме того, важным эксплуатационным требованием к объектам военной инфраструктуры является возможность проведения своевременного ремонта, причем, желательным, без прекращения их эксплуатации.

В этой связи актуальность создания и внедрения новых бетонов и ремонтных составов на цементном вяжущем с использованием импортозамещающих составляющих в настоящее время существенно возрастает.

Задача увеличения эффективности и качества бетона может быть решена только с применением химических добавок, так как является одним из самых легких технологических способов улучшения свойств бетона, позволяющий существенно снизить величину затрат, повысить срок службы как конструкций, так и военных объектов в целом. Разработка новых химических добавок дело весьма дорогостоящее, требующее больших временных затрат. Поэтому, как нам представляется, целесообразно идти путем усиления уже существующих химических добавок.

Впервые влияние нанокластеров на пластифицирующие и водоредуцирующие свойства пластификаторов было обнаружено к.т.н. Пономаревым А.Н. и к.х.н. Юдовичем М.Е. в 2003 году [2]. В исследованиях проводимых сотрудниками кафедры технологии, организации и экономики строительства ВИ(ИТ) ВА МТО, начатых в апреле 2008 года, было установлено, что аддукты фулероидных нанокластеров, полученные в НТЦ «Прикладные нанотехнологии», позволяют существенно повысить водоредуцирующее действие пластифицирующих добавок.

С помощью растворимой в воде углеродной наноприсадки удалось существенно повысить эффективность комплексной добавки Sika ViscoCreat 125P. Данная добавка изготавливается на основе поликарбоксилатов, является суперпластификатором, а также ускорителем твердения и добавкой повышающей прочность бетона. Общеизвестно, что расход всех химических добавок следует определять в процентах от массы цемента (по сухому остатку). В одном из опытов с Sika ViscoCreat 125P результат оказался отрицательным. В начале эксперимента аддукты углеродных нанокластеров рассматривались, в качестве добавки и их дозирование осуществлялось, соответственно, в процентах от массы цемента. Однако, в процессе дополнительных исследований был сделан вывод, что аддукты углеродных нанокластеров - это не химическая добавка - это присадка к добавке. Значит, дозировать ее надо от расхода добавки, а не от расхода цемента.

Оказалось, что с учетом экономической и технологической точек зрения количество присадки должно составлять 2% от сухого остатка пластифицирующей добавки. Как правило, это не превышает 10 г/м^3 бетона. Последующий многофакторный математический эксперимент с другими пластифицирующими добавками, практически подтвержденный испытаниями более 50 серий растворных образцов на цементном вяжущем, показал, что данная зависимость имеет не частный, а общий характер, распространяясь на пластификаторы различной химической природы.

Кардинальное усиление пластифицирующих и водоредуцирующих свойств наблюдалось во всех случаях. После добавления гомеопатической дозы присадки добавка четвертой категории приобрела свойства суперпластификатора. Обобщение данных, полученных в ходе экспериментов с разными пластифицирующими добавками, позволило сделать следующие выводы. Максимальная эффективность при увеличении пластифицирующих и водоредуцирующих свойств (до трехкратной), наблюдается при модификации наиболее слабых добавок. Несколько меньшая (примерно в полтора раза или на одну категорию) - при модификации суперпластификаторов. Минимальный, но тем не менее весьма существенный эффект наблюдается при модификации очень сильных (поликарбоксилатных) суперпластификаторов. К таким относится Sika ViscoCreat 125P, который, как представлялось, улучшить невозможно. Суперпластификатор Sika ViscoCreat 125P снижает расход воды на 30%, модификация наноприсадкой позволяет снизить расход воды еще на 1,5% [3]. В данном случае при водоцементном отношении 0,29 это привело к увеличению в суточном возрасте прочности на сжатие на 5 МПа, прочности на растяжение на 1 МПа.

По итогам выполненной работы был разработан способ увеличения пластифицирующей и водоредуцирующей способностей суперпластификаторов на нафталин-формальдегидной основе и получен патент на изобретение № 2432335 от 27.10.2011 г. (авторы: М.Н. Ваучский, А.Н. Иванов и Б.Б. Дудурич).

На начальном этапе основной целью проводимых исследований было создание высокопрочного сверхбыстротвердеющего растворного ремонтного состава, позволяющего производить быстрое восстановление и ввод в эксплуатацию аварийных или поврежденных конструкций объектов МО РФ.

В случае проведения запланированного ремонта или аварийно-восстановительных работ на таких объектах огромное значение имеет фактор времени. Чем быстрее будут проведены работы и чем раньше на восстановленные покрытия или конструкции можно будет дать эксплуатационную нагрузку, тем меньшими будут военные (небоевые) и экономические потери, величина которых непоставима со стоимостью затраченных материалов.

При этом монтажные работы могут быть выполнены за несколько часов, а ждать полного набора прочности строительного раствора или бетона придется 28 суток. Существующие быстротвердеющие ремонтные составы имеют запредельную стоимость. В идеале ремонтный состав должен набирать проектную прочность менее чем за одни сутки.

Сотрудниками кафедры технологии, организации и экономики строительства ВИ(ИТ) ВА МТО были разработаны новые комплексы полифункциональных добавок, обеспечившие решение этой задачи при использовании строительного раствора на основе самого обычного, но качественного портландцемента (ЦЕМ1 В42.5) и намывного кварцево-полевошпатного песка ($M_f = 2,2$) в соотношении 1 : 2. В комплексы вошли ускорители твердения (хлорид и формиат кальция), модификаторы (ТНК и метакаолин), суперпластификаторы различной природы

российского производства, ингибитор (нитрит натрия), базальтовая микрофибра, а также модифицирующая присадка, позволяющая увеличить водоредуцирующую способность суперпластификатора.

Модификатор ТНК представляет собой принципиально новую пуццолановую модифицирующую добавку,готавливаемую на Рошальском химическом заводе путем дегидратации и тонкого помола некондиционного перлита. Она отличается от микрокремнезема высоким содержанием алюминатов кальция. В возрасте 28 суток действие этих двух модификаторов почти тождественно, но в суточном возрасте (наиболее важном для ремонтного состава) ТНК имеет почти 30% преимущество в прочности на сжатие. При этом стоимость ТНК значительно ниже, стоимости микрокремнезема.

Высокоактивный метакаолин (ВМК), получаемый очисткой и спеканием при температуре 450 – 800 °С естественных минералов содержащих каолин, имеет самое высокое содержание оксида алюминия среди других пуццолановых модифицирующих добавок. Он обладает поистине удивительной универсальностью и существенными преимуществами по сравнению с пуццолановыми модифицирующими добавками, основанными на микрокремнеземе. ВМК позволяет получать высокопрочные смеси, обладающие одновременно высокой ранней прочностью, отличной текучестью и стойкостью к расслоению.

Исследование ускорителей твердения подтвердило, что наиболее эффективной добавкой для создания быстротвердеющих цементных композиций остается хлористый кальций (CaCl_2). Применение хлорида кальция совместно с нитритом натрия (NaNO_2) позволяет (за счет ингибиторных свойств последнего) полностью компенсировать возможные негативные последствия. Помимо ингибиторных качеств, нитрит натрия способствует твердению портландцемента при пониженных и отрицательных температурах.

Для увеличения интенсивности набора прочности, особенно в первые сутки твердения, выявлена необходимость усиления разрабатываемого комплекса кальциевой солью муравьиной кислоты ($\text{Ca}(\text{HCOO})_2$). Формиат кальция является эффективной добавкой для портландцемента, сухих строительных смесей и бетонов (армируемых и не армируемых), а также для полов, штукатурки и плиточного клея, в тех случаях, когда требуется быстрый набор прочности.

Пластификатор в комплексе разнофункциональных добавок должен быть не только высокоэффективным и хорошо совместимым с другими добавками, но и порошковым. Сотрудниками кафедры технологии, организации и экономики строительства ВИ(ИТ) ВА МТО было проверено большое количество суперпластификаторов российского производства. Были отобраны добавки, обладающие сильным водоредуцирующим и пластифицирующим эффектами, а стоимостью меньшей, по сравнению с другими суперпластификаторами на поликарбоксилатной основе. В дальнейшем эффективность отобранных добавок была усилена с помощью растворимой в воде углеродной модифицирующей присадки.

Для ремонтных составов большое значение имеет адгезия к подложке и когезия (внутреннее сцепление) между компонентами затвердевшего раствора. С целью усиления этих характеристик было применено дисперсное (фибровое) армирование. Известно, что величина сцепления цементного раствора с развитой поверхностью бетона примерно соответствует прочности раствора на растяжение. Наиболее эффективным способом увеличения прочности материала на растяжение является его армирование более прочным на растяжение материалом, имеющим больший модуль упругости. В качестве микрофибры используется рубленая базальтовая нить ОАО «Ивостекло», представляющая собой пучки из сотен базальтовых супертонких моноволокон, имеющих диаметр 13 мкм при длине около 3 мм. В смесителе принудительного действия эти пучки достаточно быстро расщепляются на отдельные волокна, создавая в структуре материала равномерно распределенную объемную конструкцию, армирующую его на микроуровне. При этом армируется не только строительный раствор, но и цементный камень, входящий в его структуру.

Полученные быстротвердеющие высокопрочные дисперсно-армированные ремонтные составы жизнеспособны более часа, что вполне достаточно для их использования, так как их приготовление осуществляется небольшими порциями в стандартных передвижных смесителях принудительного действия. В дальнейшем составы быстро схватываются (от начала схватывания до его окончания проходит около 30 минут) и начинают интенсивно твердеть. Через 8 часов твердения прочность одного из разработанных растворов достигает 25 МПа (четверть от прочности в возрасте 28 суток), а в суточном возрасте приближается к 70 МПа (70 % от прочности в возрасте 28 суток).

Помимо этого при добавлении в составы габбро-норитового щебня фракции 5-20, возможно получение тяжелых бетонов. При уплотнении растворной смесей могут использоваться, в зависимости от вида и назначения изготавливаемой конструкции, как обычные, для бетонных работ способы (виброрейка, виброплита или глубинные вибраторы), так и привычное для дорожных работ укатывание ручным либо автомобильным катком.

Область применения составов, при проведении ремонтных и аварийно-восстановительных работ, достаточно широка. В первую очередь, применение его в качестве связки сборных железобетонных конструкций тоннелей и путепроводов, а также для ремонта объектов СФС, покрытий транспортных развязок и взлетно-посадочных полос аэродромов, с разрушениями I и II степени (устройство защитных ковров при повреждении поверхности, ямочный ремонт, ремонт полностью разрушенных участков покрытия). Тяжелый бетон, возможно, использовать при бетонировании объемных монолитных конструкций.

На рисунке 1 приведен график прироста прочности в первые сутки, а на рисунке 2 общий график набора прочности.

Учитывая тот факт, что составы не только обладают высокими эксплуатационными и технологическими свойствами, но и способны достаточно интенсивно твердеть при отрицательных

температурах (до минус 11°C, включительно), их эффективность при проведении ремонтных и аварийно-восстановительных работ трудно переоценить.

Стоимость полученных составов в несколько раз выше, чем у обычного строительного раствора или бетона, но значительно ниже, чем у лучших зарубежных ремонтных составов, которые существенно уступают разработанному по своим физико-механическим и эксплуатационным свойствам.

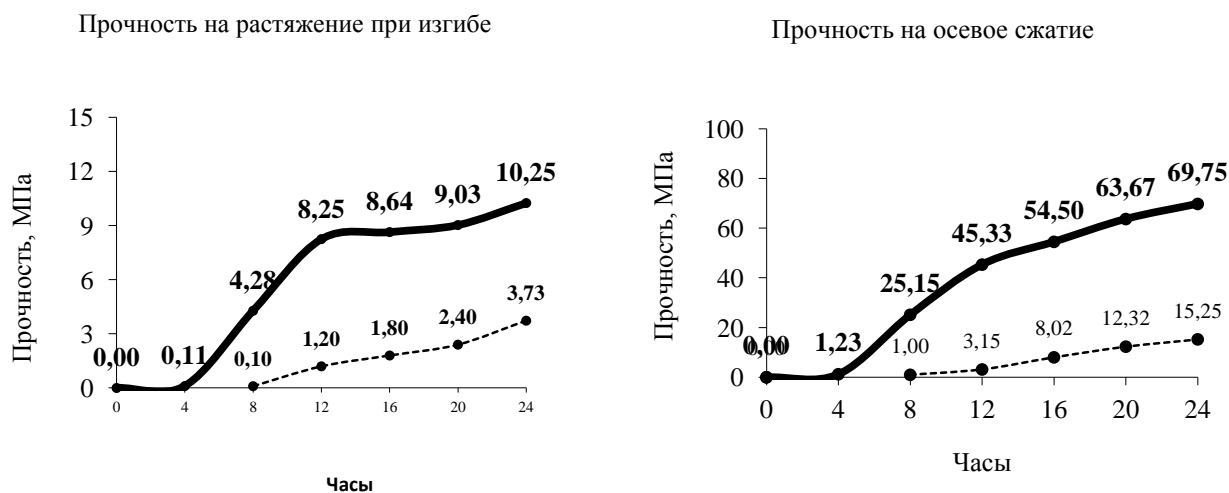


Рисунок 1. Зависимость набора прочности раствора с комплексом разнофункциональных добавок усиленного модифицирующей присадкой в сравнении с контрольным составом (пунктирная линия) в течение первых суток твердения

В дальнейшем сотрудники ВИ(ИТ) ВА МТО под руководством д. т. н. профессора М. Н. Ваучского использовали способ увеличения пластифицирующей и водоредуцирующей способностей суперпластификаторов на нафталин-формальдегидной основе, для создания новых рецептур самоуплотняющихся бетонных смесей и высокопрочных бетонов на их основе. Разработанные составы по своим эксплуатационным свойствам не хуже существующих импортных аналогов, при этом их себестоимость была существенно снижена. Составы для таких смесей весьма существенно отличаются от составов обычных бетонных смесей. Ранее, для того чтобы получить самоуплотняющуюся бетонную смесь, необходимо было использовать самые сильные импортные гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе. При этом их расход составлял, не привычные, для обычных бетонных смесей 0,2 – 0,3 % от расхода цемента, а был предельным: т.е. 1,4 – 2,0%. У новых составов в качестве основной добавки используется модификатор МБ - 01, разработанный С.С. Каприеловым [4]. В свою очередь он усиливается специальной присадкой на основе химически

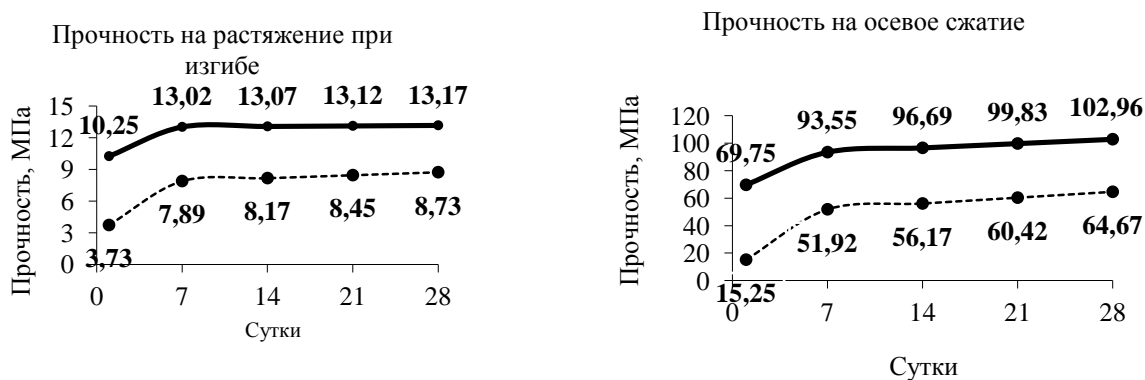


Рисунок 2. Зависимость набора прочности раствора с комплексом разнофункциональных добавок усиленного модифицирующей присадкой в сравнении с контрольным составом (пунктирная линия) в течение первого месяца твердения

преобразованных углеродных частиц. В качестве крупного заполнителя используется полифракционная смесь габро-диабазового щебня, имеющего сверхнормативную прочность. Морской песок, используемый в качестве мелкого заполнителя и наполнителя (там достаточно много пылевидных частиц) обогащается фракциями 2,5 – 5,0 мм и 1,25 – 2,5 мм [5]. Полученный высокопрочный бетон предпочтительно применять не только в промышленном и жилищном строительстве, но и при строительстве объектов МО РФ, где могут раскрыться все его уникальные свойства.

Фактическим образом необходимость создания и внедрения быстротвердеющих ремонтных составов и самоуплотняющихся бетонов российского производства с импортозамещающими составляющими для нужд Министерства обороны Российской Федерации и других силовых ведомств, не только актуальна, но и экономически обоснована. При этом применение рассмотренных цементных составов позволит как сократить сроки строительства новых или ремонта эксплуатируемых объектов, так и повысить обороноспособность государства в целом.

Список литературы:

1. Бирюков А.Н., Бирюков Ю.А. Определение технического состояния зданий в зонах вооруженных конфликтов/ Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XIX Всероссийской научно-практической конференции РАРАН (4-7 апреля 2016 г.) /Проблемы

организации материально-технического обеспечения военной безопасности //Издание ФГБУ «Российская академия ракетных и артиллерийских наук», т. 7, ч. 3. – М., 2016. – С. 35-48.

2. Юдович М.Е., Пономарев А.Н. Наномодификация пластификаторов, регулирование их свойств и прочностных характеристик литых бетонов // Стройпрофиль, № 6 (60), 2007. - С. 49-51.

3. Ваучский М.Н., Дудурич Б.Б. Нанотехнологии в пластификации бетонных смесей // Мир строительства и недвижимости, № 30, 2009. - С. 38-39.

4. ТУ 5743-049-02495332– 96. Модификатор бетона марки МБ-01. Технические условия.

5. Ваучский М.Н., Иванов А.Н. Наномир: высокие технологии XXI века. Строительная газета. № 1 (10012). 1 января 2009.- С. 12.

УДК 725.181:623.1:725.8.052:624.044:531.3

Пеклов П.Н., Тищенко В.А.

Peklov P.N., Tishchenko V.A.

**Исследование напряженно-деформированного состояния пластинчатых полотен
защитных устройств входов в фортификационные сооружения при динамических
воздействиях**

**Investigation of stress-strain state of flat lines protection organization entrance fortification
building in dynamics influence**

Аннотация:

В статье кратко рассмотрены конструкции полотен пластинчатых элементов защитных устройств входов фортификационных сооружений, порядок их расчета на динамическое воздействие методом конечных элементов, а так же представлены основные разрешающие уравнения метода квадратичного ускорения разработанного для численного интегрирования уравнения движения представленной конструктивно нелинейной системы.

Abstract:

The article concisely considers the construction of the plate-like cloths of the protective devices of the entrances to fortifications, procedure of their calculation for the dynamic effect by the finite element method, as well as the main solving equations for the method of quadratic acceleration developed for numerical integration of the equation of motion for the presented structurally nonlinear system.

Ключевые слова: *Защитные устройства входов, динамические нагрузки, метод конечных элементов, численные методы расчета, конструктивная нелинейность.*

Keywords: *protective devices of the entrances, dynamic loads, finite element method, numerical calculation methods, and constructive nonlinearity.*

Одной из центральных проблем при проектировании пластинчатых полотен защитных устройств входов (ЗУВ) фортификационных сооружений является определение их истинного напряженно-деформированного состояния (НДС), в связи с тем, что конструкция является системой конструктивно нелинейной с переменной структурой и изменяемой геометрией. Это требует разработки оригинального математического аппарата позволяющего решить упомянутую задачу и соответствующего программного комплекса для расчета и анализа данных.

Как известно, в качестве основных конструктивных элементов защитных устройств входов (ЗУВ) фортификационных сооружений рассматриваются: комингс (обрамление входного проема, опорная часть) и полотно (подвижная часть, перекрывающая проем).

При динамическом воздействии средств поражения значительные неравномерные перемещения комингса существенно влияют на напряженно-деформированное состояние (НДС) и прочность полотен и могут рассматриваться в качестве побочного поражающего фактора приводящего к нарушению герметичности защитного устройства, а также к заклиниванию их опорно-ходовых частей. Использование в основных конструктивных элементах ЗУВ многослойных пластинчатых конструкций снижают опасность со стороны названного поражающего фактора. Разработка пластинчатых систем в последние 15 лет показала, что по технологическим и другим свойствам они не уступают известным.

Двухслойное пластинчатое полотно (рис. 1, 2, 3) состоит из набора пластин (поз. 1) линейной или дугообразной формы с торцевыми выступами (поз. 2). В собранном виде фронтальный и тыльный слои полотна внутри кожуха (поз. 3) входят в зацепление друг с другом.

Пластинчатый комингс также состоит из линейных или дугообразных вкладышей (поз. 4), расположенных внутри опорных скоб (поз. 5) и кожуха (поз. 6).

(На рисунках не показаны прижимные, задраивающие и другие необходимые для ЗУВ устройства).

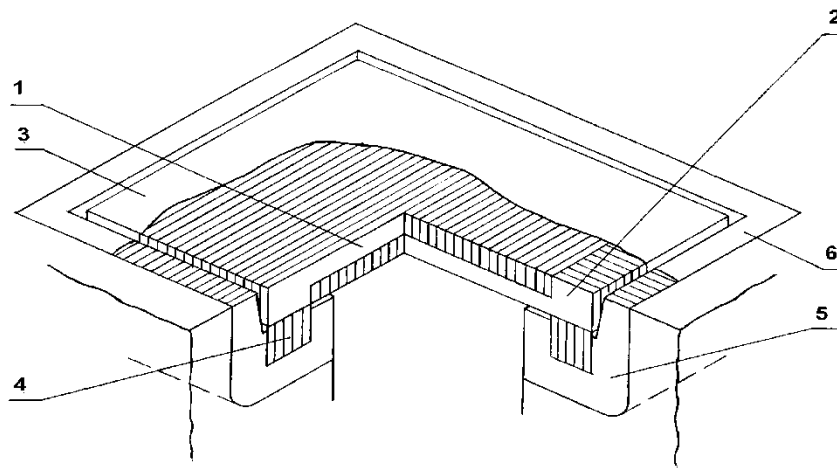


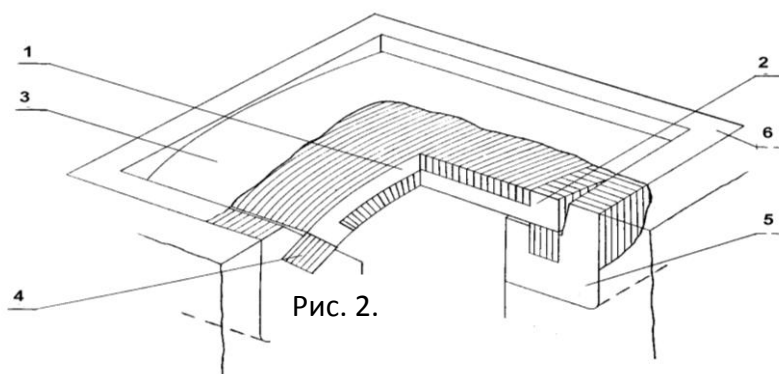
Рис. 1. Общий вид плоского плитно-балочного пластинчатого полотна:

- 1 – пластина; 2 – торцевой выступ;
 3 – герметизирующий кожух; 4 – пластинчатый вкладыш комингса; 5 – обойма;
 6 – облицовка комингса

Пластинчатые элементы комингсов расположены ортогонально к пластинам полотен. Поэтому, одна из поверхностей вкладышей, на которую опираются криволинейные стороны сводчатых полотен (рис. 2), также должна быть криволинейной, а сами вкладыши могут быть плоскими. Вкладыши купольно-сводчатых (рис. 3) полотен должны быть изогнутыми по форме опорных граней полотен.

Из приведенных рисунков очевидно, что в случае неравномерных перемещений обрамления входного проема имеется возможность “клавишного” движения полотен пластинчатых ЗУВ всех трех приведенных разновидностей. Это вызвано в основном тем, что исследуемые системы имеют неудерживающие связи, а ЗУВ пластинчатого типа ввиду этого можно отнести к системам с переменной структурой. Задача определения нестационарных реакций взаимодействия конструктивных элементов ЗУВ в самой общей постановке является “трижды” конструктивно нелинейной [1].

Первая нелинейность связана с дискретным характером реакций в местах контакта слоев полотна (фронтального и тыльного).



Вторая нелинейность обусловлена изменениями граничных условий на контуре полотна (переменность заземления торцевых выступов).

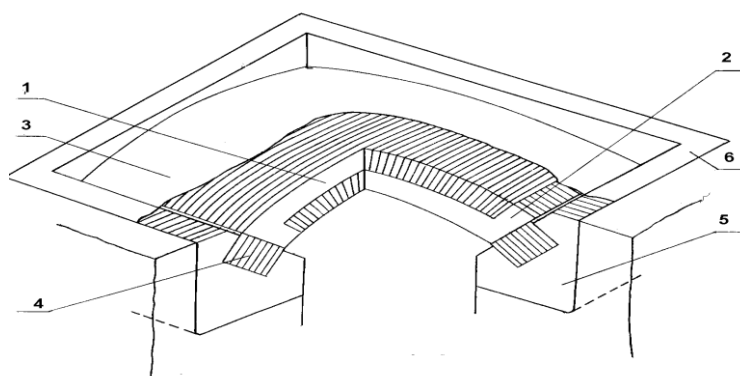


Рис. 3.

Третья нелинейность связана в основном с податливостью комингса и естественной возможностью частичных отрывов отдельных пластин полотна от пластин комингса в процессе их совместного "клавишного" движения.

Для расчета параметров НДС, исследования прочности и оценки свойств ЗУВ различных типов в случаях динамических и сейсмозрывных нагрузок использован метод конечных элементов. При этом во временной области задача сводится к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$M\ddot{\bar{Z}} + C\dot{\bar{Z}} + K\bar{Z} = \bar{F}(t) \quad (1)$$

при начальных условиях

$$\bar{Z}(0) = \bar{Z}_0, \quad \dot{\bar{Z}}(0) = \dot{\bar{Z}}_0, \quad (2)$$

где M, C, K - матрицы масс, вязкости и жесткости системы МКЭ;

$\bar{Z}, \dot{\bar{Z}}, \ddot{\bar{Z}}$ - искомые векторы перемещений, скоростей и ускорений;

$F(t)$ - вектор внешней нагрузки.

В разработанном расчете применяются конечные элементы двух типов. К первому относятся элементы, которые не контактируют с основанием (комингсом), ко второму - те, которые с ним контактируют. Длина площадки контакта для элементов второго типа переменна и на каждом шаге по времени определяется методом итераций из условия отсутствия растягивающих напряжений по линии контакта.

Необходимость учета перечисленных особенностей поведения пластинчатых конструкций потребовала создания вычислительного комплекса, основанного на разработанном одним из авторов статьи методе квадратичного ускорения. В нем в отличие от известных шаговых методов прямого интегрирования (Ньюмарка, θ -метода Вильсона, метода Хаболта) неизвестная функция ускорения в пределах двух смежных временных шагов аппроксимируется квадратной параболой [2]

$$\begin{aligned} \bar{\ddot{Z}}(t + \Delta t) = & -\frac{\delta(1 - \delta)}{2} \bar{\ddot{Z}}(t - \Delta t) + (1 - \delta^2) \bar{\ddot{Z}}(t) + \\ & + \frac{\delta(1 + \delta)}{2} \bar{\ddot{Z}}(t + \Delta t), \end{aligned} \quad (3)$$

где δ - параметр, $0 \leq \delta \leq 1$.

Разрешающее уравнение метода квадратичного ускорения имеет следующий вид

$$\begin{aligned} \left(M + C \frac{(1 + \delta)\delta}{2} \Delta t + K \frac{(1 + \delta)\delta}{4} \Delta t^2 \right) \bar{\ddot{Z}}(t + \Delta t) = & \bar{F}(t + \Delta t) - \\ - \frac{1 - \delta^2}{2} \Delta t (2C + K\Delta t) \bar{\ddot{Z}}(t) - (C + K\Delta t) \bar{\dot{Z}}(t) - & K\bar{Z}(t) + \\ + K \frac{(1 + \delta)\delta}{4} \Delta t^2 \bar{\ddot{Z}}(t - \Delta t) + C \frac{(1 - \delta)\delta}{2} \Delta t \bar{\dot{Z}}(t - \Delta t). \end{aligned} \quad (4)$$

На рис. 4-6 приведены копии графических экранов программного комплекса "STENKA", реализующего предложенный подход. Этот комплекс предназначен для исследования процессов линейного деформирования пластинчатых систем, выполненных из изотропного материала при статическом или динамическом воздействии. В программном комплексе разработан алгоритм автоматической генерации разновидностей треугольной сетки конечных элементов для связанных областей прямоугольного очертания. Исходными данными для этого являются только габариты области и число её разбиений по направлению осей координат. Дальнейшая корректировка конфигурации конечно-элементной области производится также в графическом режиме путем изменения координат соответствующих узлов или перетаскиванием нужного узла в новое место на схеме. Автоматически после этого производится пересчёт всех необходимых матриц. Ввод исходных данных по нагрузке, граничным условиям производится с помощью стандартных для среды Windows элементов управления (Check Box, Option Button, HScroll Bar и др.). По результатам расчета НДС на жестком диске формируются массив данных, который доступен для импорта, например, в пакет математического моделирования MatLab [3], что может потребоваться при более детальной визуализации и анализа.

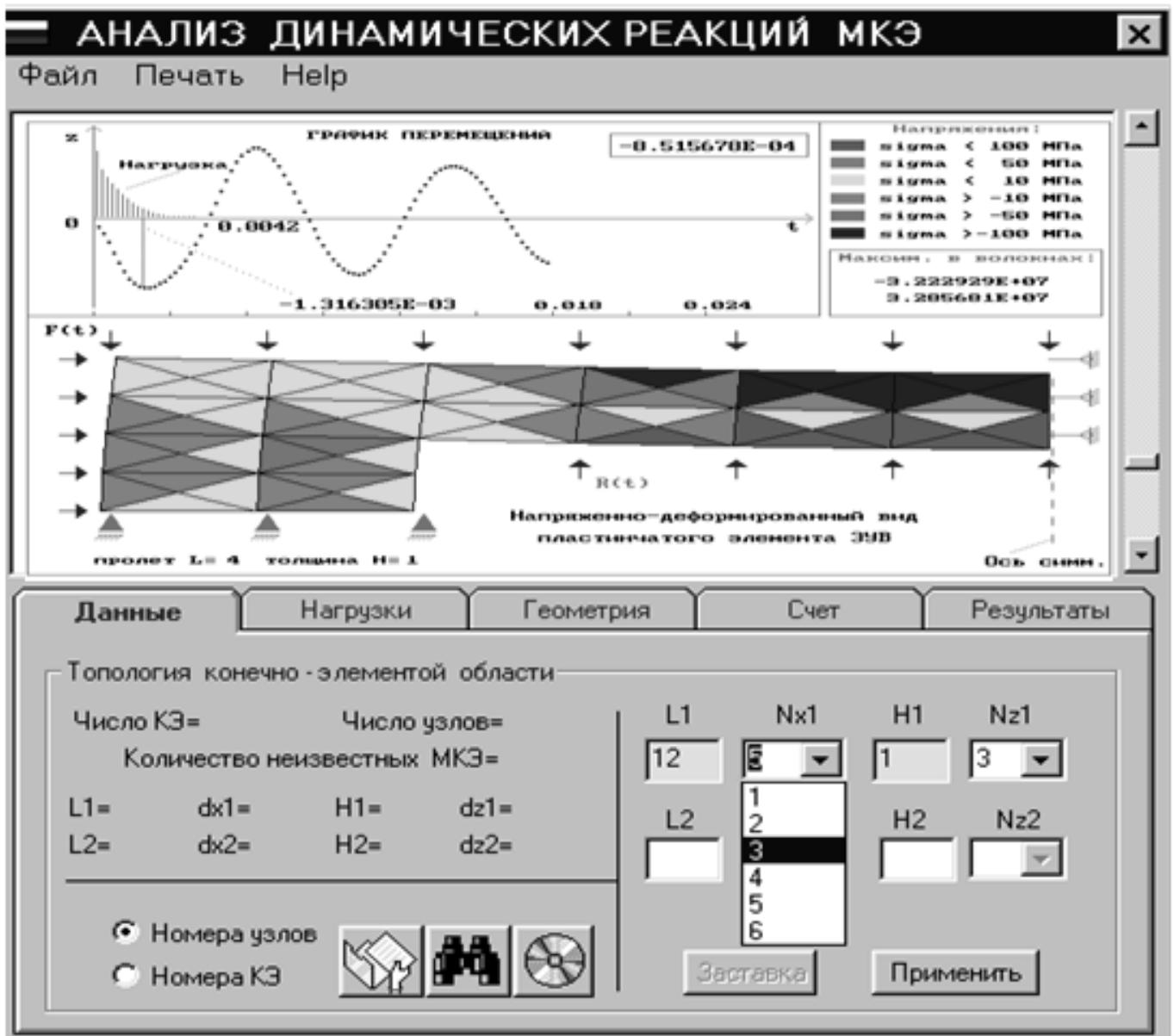


Рис. 4. Интерфейс программного комплекса “STENKA”.

В результате применения представленного подхода и анализа полученных расчетных данных для ЗУВ различных пролетов и толщин следует ряд общих выводов:

- в пролетной части пластин их напряженно-деформированное состояние в пределах упругости имеет балочный (арочный) характер;
- наиболее рациональные отношения толщин фронтального и тыльного слоев двухслойного пластинчатого полотна минимальной массы лежат в диапазоне 2...1;
- уточнение расчетных моделей ЗУВ пластинчатого типа (учет податливости комингса) приводит к уменьшению максимальных значений нормальных напряжений в полотнах до 20%.

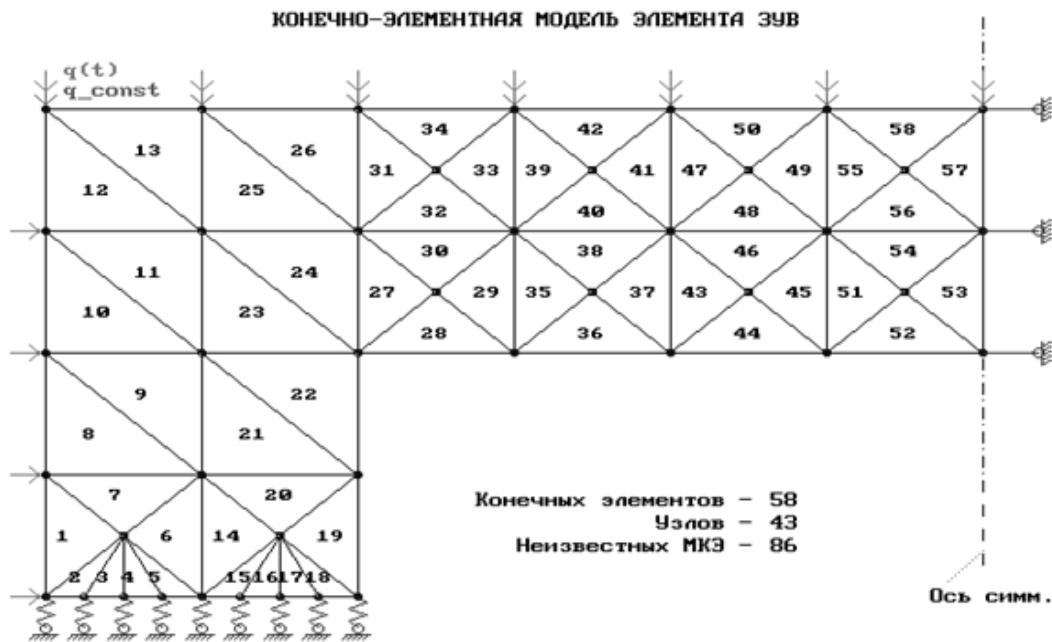


Рис. 5.

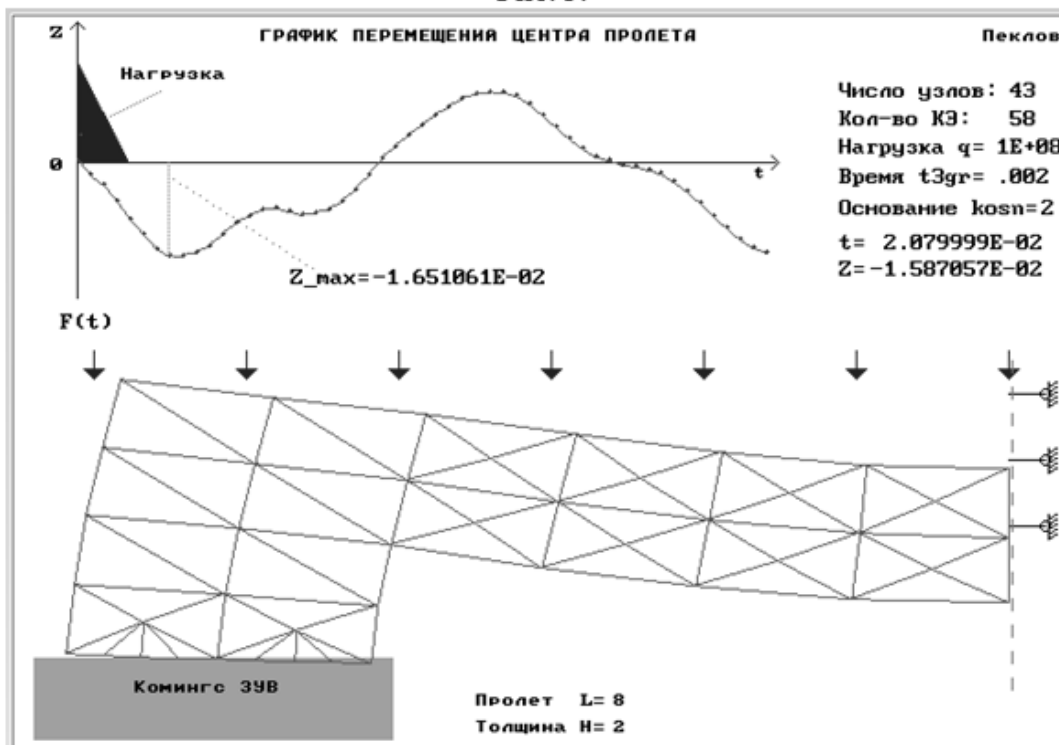


Рис. 6. Деформированный вид пластинчатого элемента ЗУВ.

Список литературы:

1. Маругин В.М., Пеклов П.Н. О взаимодействии основных конструктивных элементов защитных устройств входов в сейсмостойких сооружениях. Сейсмостойкое строительство, 1998, № 2. С. 17-19.
2. Пеклов П.Н. Исследование колебаний ЗУВ фортификационных сооружений пластинчатого типа при импульсных нагрузках. Модифицированный метод Ньюмарка. В сборнике межвуз. Семинара "Расчет спец. сооружений по предельным состояниям". Л.: СПбВВИСУ, 1994. -С.41-42.

3. Дьяконов В.П. . Matlab 17(a) + Simulink 15/6. Работа с изображениями и видеопотоками. М.: СОЛОН-Пресс, 2017. - 400с.

Военная педагогика

УДК 355.232.6:378.147.88:004.92

Тарасова Т.Е., Тарасов А.В.

Tarasova T.E., Tarasov A.V.

Разработка и применение информационной графики в обучении военнослужащих

Design and using of information graphics in the training of military specialists studying

Аннотация:

В статье рассматривается новая педагогическая технология в военных вузах, направленная на усиление мотивации изучения и применения на практике курсантами военных вузов различных информационных технологий. Разработка и использование информационной графики в подготовке военных специалистов в ходе обучения их в высшем учебном заведении Министерства обороны. Приводится краткий обзор графических редакторов для создания объектов инфографики.

Abstract:

The article discusses the new educational technology in military academies, aimed at strengthening motivation of study and application of various information technologies in practice by the cadets of military educational establishments. It also touches upon the problems of design and use of information graphics in the course of military specialists studying in the Ministry of Defence Academy. Summary of graphic editors for creating infographic objects is given in the article.

Ключевые слова:

Инфографика, информационные технологии, визуализация данных, обучение военнослужащих

Keywords:

Infographics, information technologies, data visualization, military training

В последнее время в обиходе стал активно использоваться термин «инфографика», хотя, как таковые объекты информационной графики существовали практически всегда. Областью их

использования были научные и образовательные организации, а также средства массовой информации и пропаганды.

Первыми примерами инфографики, получившими всемирную известность, можно назвать чертежи и рисунки Леонардо да Винчи, поясняющие строение органов человека, а также процессы сборки и эксплуатации различных машин и механизмов того времени. Самый простой тип современной инфографики - представление данных в виде графиков, диаграмм, карт, логических и временных схем и т.д. Более сложный тип инфографики - визуализация информации при помощи художественных комбинированных графических форм, позволяющих соединить различные факты в историю, установить некоторые логические связи и предположить определенную интерпретацию описываемых фактов. В статье М.А. Фроловой подробно рассмотрен исторический путь, который прошла технология инфографики, пока не предстала перед потребителями в современном востребованном виде. [4]

Современной науке не обойтись без качественных и правильных иллюстраций, чтобы представлять результаты своей работы широкой аудитории. Уже больше десяти раз журнал Science при поддержке Национального научного фонда США проводил конкурс, где обычно конкурсантами из разных стран мира представляются сотни визуализаций. «Если рассматривать инфографику не только как «красивые картинки», но и как инструмент визуализации логики и смысла - то он превращается в мощное оружие» [3].

Возникновение, развитие, современные технологии применения инфографики в разных областях деятельности исследовали Р.Ю. Ахатова, Е.А. Баранова, Т.В. Соловьева, К.В. Нефедьева и другие ученые и педагоги.

Существуют различные толкования термина «инфографика» Так, по мнению Ахатовой Р. Ю., «инфографика - это графический способ подачи информации, данных и знаний. Это визуальное отображение данных, содержащее небольшую по объему, но значимую и правильно оформленную информацию» [1]. Нефедьева К.В. считает, что «инфографика - новый, эффективный способ, который позволяет донести информацию, данные и знания посредством визуальных образов» [2]. Однако все эти определения касаются важных общих составляющих: инфографика - это способ визуализации данных, а также быстрое и четкое представление сложной информации.

По нашему мнению, «инфографика» это одна из форм представления образной информации, графический способ создания и подачи данных, с использованием законов восприятия визуальной информации, дизайна, типографики.

Ее главной целью является не только красочное и запоминающееся изображение анализируемых объектов, но и получение логически выстроенного визуального ряда, статистических параметров, объективно отображающего исследуемые события, объекты или явления.

Современное состояние и развитие информационных технологий позволяет создавать инфографику в печатном виде, в статическом электронном, в анимационном или ином мультимедийном варианте, в веб-формате. Применительно к военной сфере в формате инфографики традиционно выполняют структурные схемы объектов, карты динамики боевых действий, устройство сложной техники, узлов и агрегатов, элементы военной формы и аксессуаров, мероприятия по охране труда и др. (рис. 1).



Рис. 1. Примеры инфографики в военной сфере [3,8]

В предисловии к русскому изданию книги У. Боумана “Графическое представление информации” В. Венда перечисляет ряд общих принципов компоновки графического средства, выработанных в ходе экспериментальных эргономических исследований, и полностью согласовывающихся с психологией восприятия визуальной информации:

- принцип обобщения и унификации - в пределах всего графического комплекса одни и те же элементы должны иметь единую систему графических образов;
- принцип автономности - части графического сообщения, передающие самостоятельные сведения, следует обособить и четко отделить от других частей;
- принцип использования привычных ассоциаций и стереотипов, особенно в области научно-технических изысканий и др. [7].

Принципы, выделенные автором предисловия, составляют основу алгоритмического мышления, представленного алгоритмом выполнения определенных действий. В связи с этим мы считаем, что инфографика эффективна тогда, когда следует показать этот алгоритм, технологический процесс, социологические и статистические данные, соотношение объектов в пространстве и времени и т.д.

По нашему мнению, в современной системе образования, включая обучение военнослужащих, необходимо активно использовать наглядные и печатные и мультимедийные пособия, являющиеся разновидностью инфографики. Можно выделить некоторые особенности создания инфографики:

- наличие идеи, визуальной концепции или истории события и достоверности информации на изображении;
- акцент на главном;
- наличие логики следования;
- простота и лаконичность графической реализации идеи, простые по конфигурации линии, недопустимость неоднозначности и неявных визуальных трактовок и т.д.
- высокая степень структурированности, систематизации.

Для профессионального создания объекта инфографики требуется специальная подготовка в области дизайна художественного, графического и компьютерного. Работа обычно ведется в коллективе и при консультации специалистов в конкретной области знаний или технологий, которые, собственно говоря, и являются заказчиками документа. В качестве подобного примера можно привести материалы, представленные на сайте <http://infographicsmag.ru>, авторы которого ведут on-line журнал “Инфографика” [4].

В учебных заведениях периодически возникает необходимость быстро и доступными, простыми средствами подготовить динамические визуализированные данные к открытому занятию, к заседанию кафедры, к конференции. При этом полученный графический файл должен будет выполнять роль самостоятельной презентации или может быть добавлен отдельным компонентом в иной презентационный документ. В дальнейшем разработанный файл можно разместить на информационных тематических порталах, в блогах и т.д.

Для получения качественного графического материала требуется квалифицированное владение растровыми и векторными компьютерными редакторами. К таким редакторам относятся, например, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, CorelDraw, MS Visio, MS Publisher и др. Альтернативой названным программным продуктам являются свободно распространяемые GIMP, Inkscape, Scribus и др. [8, 9]. Указанные редакторы удобно применять для создания статических плакатов, каталогов, буклетов как для печати на бумажном носителе, так и для представления в электронной форме через мультимедийные визуальные средства отображения информации.

В сети интернет существует ряд доступных массовому пользователю *on-line* сервисов для разработки интерактивной инфографики, такие как, например, <http://visage.co/>, <http://www.easel.ly/>, <http://infogr.am/>, <http://visual.ly/>, <http://vizualize.me/>, <https://www.canva.com>, <https://piktochart.com/> и многие другие [5, 6, 10]. Все перечисленные ресурсы предлагают зарегистрированным пользователям примерно одинаковые возможности для создания, редактирования и размещения созданных объектов инфографики. Русскоязычным интерфейсом обладает сервис [canva.com](https://www.canva.com).

Для примера рассмотрим основные приемы по работе с сервисом *infogr.am* из личного аккаунта пользователя. В результате выбора пункта меню “*Create*” (*Создать*) будут предложены варианты для создания или объекта инфографики или графиков. В открывшемся перечне шаблонов можно подобрать подходящий стиль оформления или отказаться от шаблона в пользу индивидуального дизайна.

В правой части рабочего поля размещены кнопки для вставки графических объектов, таких как график, карты, текстовое поле, картинки и видео. В случае выбора добавляемого объекта типа «график» на вкладке “*Edit data*” откроется таблица для заполнения данными (рис. 2). Их можно заносить вручную, заполняя ячейки таблицы, а также загрузить имеющийся *Excel*-документ. Загрузка осуществляется по нажатию на кнопку “*Load data*”. Дополнительные опции настройки становятся доступны на вкладке “*Settings*”, такие как цветовая схема отображения элементов диаграммы, подписи под осями и размерность шкалы. Одним из вариантов диаграммы является облако слов - *Wordcloud*, которое составляется из набора задаваемых автором слов. В зависимости от параметра значимости, задаваемого в таблице данных, будет варьироваться размер слов.

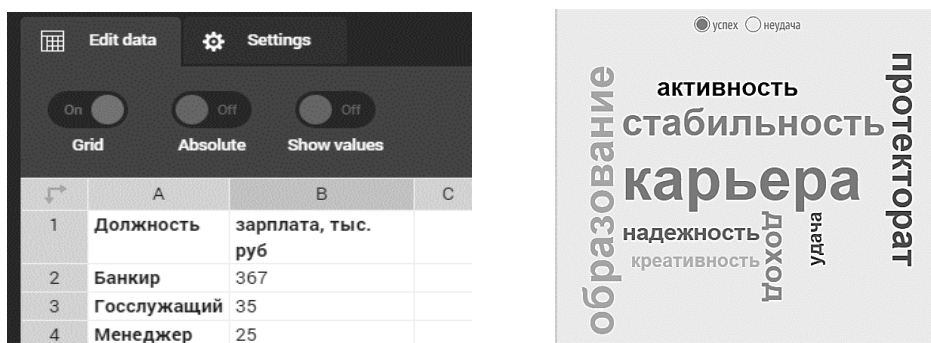


Рис. 2. Окно ввода/редактирования данных для диаграмм.

Диаграмма по типу *Облако слов*

Ресурс позволяет добавлять и оформлять текстовые поля, заголовки и другие аналогичные объекты непосредственно на “странице” инфографики. При выборе текстового блока “*Facts&Figure*” занесение данных осуществляется в диалоговом окне настройки, где можно выбрать тип маркера, ввести числовое значение нужной статистики, прописать пояснение.

Размещение изображения или видео с *Youtube* или *Vimeo* в создаваемом документе выполняется стандартным образом через выбор сохраненного на компьютере файла или ссылкой на ресурс в сети интернет. При этом рациональным является использование готовых графических форм, собранных в коллекции векторных и растровых клипартов. Сервис *infogr.am* позволяет редактировать изображения только в плане масштабирования, поэтому перед размещением картинки на странице, ее рекомендуется обработать в подходящих графических редакторах. Полученный документ

информационной графики можно разместить далее на сайте или в социальных сетях, скопировав сгенерированный код и вставив его в общий код страницы сайта.

Сервис *canva.com* в целом предлагает вышеописанные возможности, а также позволяет скопировать полученный файл в форматах *.png*, *.pdf*, *.jpeg* на локальный компьютер без размещения в сети интернет. На ресурсе имеется обширная библиотека шаблонов для создания электронных презентаций, одностраничных документов, типа открытка (визитка, афиша и др.). Слайды изначально обладают индивидуальным авторским дизайном, который, тем не менее, можно изменить под свои цели и задачи. Созданные таким образом материалы будут заметно отличаться от привычных документов, разработанных в MS PowerPoint.

В системе военного образования накладывается ряд ограничений на полноценное и широкое использование информационных технологий, что обусловлено спецификой учебных заведений Министерства обороны. Поэтому обучение курсантов и слушателей курсов переподготовки и повышения квалификации проводится только на программных продуктах, разрешенных в военных вузах и чаще всего без использования тематических сетевых интернет-ресурсов. При изучении отдельных разделов дисциплин «Информатика» и «САПР» курсантами ВИ(ИТ) на текущих учебных и дополнительных консультационных занятиях, проводимых по кафедре «Военной архитектуры, систем автоматизированного проектирования и естественнонаучных дисциплин», а также на профильных курсах переподготовки и повышения квалификации офицеров, преподавателями ПМК «Информатика» проводится обучение технологии разработки информационной графики средствами компьютерных программных продуктов [8]. Для обучения используются GIMP, MS Visio. Базовые навыки, получаемые обучающимися при изучении растрового редактора GIMP, позволяют им выполнять действия по кадрированию изображений, цветокоррекции, наложению текстовых надписей, созданию несложных монтажных композиций. Здесь же подробно разбираются особенности различных форматов графических файлов, знание которых необходимо для обоснованного выбора конечного варианта сохранения документа и последующего его использования в инфографике.

В качестве основы для инфографики может быть использован любой векторный редактор. Общая технология создания объектов инфографики на тематических занятиях с курсантами и слушателями осуществляется в следующей последовательности. После выбора темы разрабатывается общая концепция разрабатываемого документа. Для подбора материалов обучающимися просматривается информационно-справочная литература, систематизируются и структурируются в удобной для восприятия форме исследуемые данные. В настоящее время имеется достаточно широкий выбор библиотек графических форм, так называемых клипартов, из которых на определенных условиях можно использовать имеющиеся в них изображения. Скорее всего, они потребуют некоторой доработки в растровом или векторном редакторе. Окончательная сборка объекта инфографики производится в выбранном программном продукте, или в установленном на

персональном компьютере или при необходимости на on-line сервисах из разрешенных к выходу в интернет точек. В тренировочном режиме на занятиях по дисциплинам «Информатика», «САПР», «Информационные технологии в управлении охраной труда» обучающимися и слушателями были разработаны документы в формате инфографики на темы «История развития компьютерной техники», «Устройство ЭВМ», «Языки программирования», «Основы электробезопасности» и другие.

Статистика показывает, что после проделанной работы уровень усвоения теоретического и практического материала у обучающихся возрастает минимум на 30 % в сравнении с изучением анализируемых тем стандартными педагогическими методами за счет детальной проработки изучаемой темы. Нами отмечен повышенный интерес курсантов к более глубокому изучению графических редакторов, теории дизайна и практического приложения полученных знаний и навыков с целью дальнейшего их использования в профессиональной деятельности. Все выполненные обучающимися работы были использованы при защите практических, лабораторных работ, на курсовом проектировании, и оценены на высокий балл.

При обучении курсантов военных вузов важным является развитие навыков структурирования получаемых знаний в наглядной форме по разным дисциплинам учебного плана. Результатом такой работы могут стать опорные конспекты (по Шаталову В.Ф.), плакаты, интерактивные презентации, веб-документы, фрагменты электронных учебных пособий. Создание объектов инфографики является очень трудоемким и затратным по времени процессом. По этой причине деятельность курсантов в указанном направлении целесообразно осуществлять на дополнительных консультационных занятиях, в рамках ВНОК под руководством преподавателей.

Полученные знания обучающиеся смогут широко применять при подготовке к дипломному проектированию, защите научной диссертации, а также в дальнейшей профессиональной деятельности в процессе эксплуатации промышленных объектов и при решении управленческих задач.

Список литературы:

1. Ахатова Р. Ю. Возможности применения инфографики в процессе обучения // Молодой ученый. — 2016. — №11. — С. 133-135.
2. Нефедьева К.В. Инфографика — визуализация данных в аналитической деятельности// Труды Санкт-Петербургского государственного университета культуры и искусств. — 2013. — т. 197. — с. 89—93.
3. <http://infographer.ru/tag/nauchnaya-infografika> (дата обращения 05.09.2017 г.)
4. <https://cyberleninka.ru/article/v/istoriya-vozniknoveniya-i-razvitiya-infografiki> (дата обращения 02.09.2017 г.)
5. <http://infogr.am> (дата обращения 01.09.2017 г.)

6. <https://www.canva.com> (дата обращения 01.09.2017 г.)
7. Боумен У. Графическое представление информации. Москва, «МИР». – 1971.
<http://booksee.org/book/758894>
8. Тарасова Т.Е. Комплексный подход к организации и разработке элементов системы электронного корпоративного обучения. В сборнике: Электронное обучение в ВУЗе и в школе. Материалы сетевой международной научно-практической конференции. 2015. с. 276-279.
9. Тарасова, Т.Е. Использование графических редакторов (СПО) в учебном процессе высшей школы//Региональная информационная образовательная среда: материалы международной конференции. - СПб.: ГАОУ ДПО «ЛОИРО», 2013.
10. <http://infographicsmag.ru> (дата обращения 01.09.2017 г.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Аверьянов Владимир Константинович, доктор технических наук, профессор, член-корр. РААСН советник генерального директора ПАО «Газпром Промгаз», e-mail: V.Averyanov@spb.oao-promgaz.ru

Бирюков Александр Николаевич, доктор технических наук профессор, Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева (ВИ(ИТ) ВАМТО), заведующий кафедрой «Технология, организация и экономика строительства», e-mail: kaf.1viit@mail.ru

Бирюков Юрий Александрович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Гидротехнические сооружения, строительные конструкции и механика твердого тела» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: kaf.1viit@mail.ru

Блинов Андрей Валентинович, кандидат технических наук доцент, доцент кафедры «Системы жизнеобеспечения объектов военной инфраструктуры», ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: a9112110227@yandex.ru

Головачёв Алексей Васильевич, кандидат педагогических наук доцент, ведущий инженер отдела ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: mmevitu@mail.ru

Джанбеков Борис Алиевич, Фонд Содействия Реализации Национальных Программ «Эльбрус», Президент; e-mail: bordjan@rambler.ru;

Дудурич Богдан Богданович, старший преподаватель кафедры «Технология, организация и экономика строительства» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: dudurich@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Averianov Vladimir K., doctor of technical sciences professor, corresponding member RAACS, Advisor to the Director General PSC "GazpromPromgaz", e-mail: V.Averyanov@spb.oao-promgaz.ru

Biriukov Alexander N., doctor of technical Sciences Professor, Military Technical Institute of the Military Academy of logistics named after army General A.V. Khrulev (MTI MAL), head of the Department "Technology, organization and Economics of construction", e-mail: kaf.1viit@mail.ru

Biryukov Yury A. candidate of technical Sciences, lecturer of the Department "Hydraulic structures, building structures and solid mechanics" MTI MAL, e-mail: kaf.1viit@mail.ru

Blinov Andrey V., candidate of technical Sciences associate Professor, associate Professor of department "Life support systems for military infrastructure", MTI MAL, e-mail: a9112110227@yandex.ru

Golovachev Alexey V., candidate of pedagogical Sciences, associate Professor, leading engineer of the Department, MTI MAL, e-mail: mmevitu@mail.ru

Dzhanbekov Boris A., the Fund of Assistance to Implementation of National Programmes "Elbrus", President; e-mail: bordjan@rambler.ru

Dudurich Bogdan B., senior lecturer of the Department "Technology, organization and Economics of construction" MTI MAL, e-mail: dudurich@mail.ru

Коженов Юрий Владимирович, технический директор ООО «Техно-Эко», e-mail: skins-3f@list.ru

Kozhenov Yriy V., technical Director Ltd «Techno-Eco», e-mail: skins-3f@list.ru

Мележик Алексей Александрович, заведующий лабораторией Научно-технического центра «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» ПАО «Газпром Промгаз», e-mail: amelezhik@mail.ru

Melezhik Aleksey A., head of laboratory of the Scientific-technical centre "the Complex development of engineering infrastructure", JSC "GazpromPromgaz", e-mail: amelezhik@mail.ru

Пеклов Павел Николаевич Кандидат технических наук доцент, преподаватель кафедры «Гидротехнические сооружения, строительные конструкции и механика твердого тела» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: ppn59@mail.ru

Peklov Pavel N., Candidate of technical Sciences, associate Professor, lecturer in "Hydraulic structures, construction of structures and solid mechanics" MTI MAL, e-mail: ppn59@mail.ru

Продоус Олег Александрович, доктор технических наук профессор, ООО «ИНКО-инжиниринг», генеральный директор, e-mail: enco@pro.ru;

Prodous Oleg A., doctor of technical Sciences Professor, Ltd "INKO-engineering", General Director, e-mail: enco@pro.ru

Тарасов Анатолий Владимирович, кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Военная архитектура, автоматизированные системы проектирования и естественнонаучные дисциплины» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: tarasovate@yandex.ru

Tarasov Anatoly V., candidate of technical Sciences, lecturer of the chair "Military architecture, computer-aided design systems and natural Sciences" MTI MAL, e-mail: : tarasovate@yandex.ru

Тарасова Татьяна Евгеньевна, кандидат педагогических наук доцент, доцент кафедры «Военная архитектура, автоматизированные системы проектирования и естественнонаучные дисциплины» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: tarasovate@yandex.ru

Tarasova Tatyana E., candidate of pedagogical Sciences associate Professor, associate Professor of the Department "Military architecture, automated design systems and natural Sciences" MTI MAL, e-mail: tarasovate@yandex.ru

Тищенко Владимир Александрович, кандидат архитектуры, начальник кафедры «Гидротехнические сооружения, строительные конструкции и механика твердого тела» ВИ(ИТ) ВАМТО, e-mail: vat_73@mail.ru

Tishchenko Vladimir A., candidate of architecture, head of the Department "Hydraulic structures, building structures and solid mechanics" MTI MAL, e-mail: vat_73@mail.ru

Толмачев Владимир Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, директор Научно-технического центра «Комплексное развитие инженерной инфраструктуры» АО «Газпром Промгаз», e-mail: V.Tolmachev@spb.oao-promgaz.ru

Tolmachev Vladimir N., doctor of technical Sciences, senior researcher, Director of Scientific and technical center "Complex development of engineering infrastructure" of JSC "Gazprom Promgaz", e-mail: V.Tolmachev@spb.oao-promgaz.ru

Шипилов Андрей Александрович, кандидат технических наук; ООО "СпецСтройПроект"; генеральный директор; e-mail: shipilov2000@mail.ru

Shipilov Andrey A., candidate of technical sciences, Ltd "SSP", general Director, e-mail: shipilov2000@mail.ru