

СТРОИТЕЛЬСТВО И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Материалы
IX Международной
научно-практической конференции

ISBN 978-985-891-172-0



9 789858 911720

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Военно-транспортный факультет

СТРОИТЕЛЬСТВО И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Материалы
IX Международной научно-практической конференции

Под общей редакцией *Д. В. Ляпорова*

Гомель 2024

УДК 624.19/8
ББК 39.112
С86

Редакционная коллегия:

Д. В. Ляпоров (отв. редактор), **П. Г. Демидов** (зам. отв. редактора),
В. В. Петруевич (отв. секретарь)

Р е ц е н з е н т – декан строительного факультета канд. техн. наук, доцент
Д. И. Бочкарев (БелГУТ)

Строительство и восстановление искусственных сооружений :
С86 материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред.
Д. В. Ляпорова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бело-
рус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 186 с.
ISBN 978-985-891-172-0

Изложены материалы IX Международной научно-практической конфе-
ренции «Строительство и восстановление искусственных сооружений», по-
зволяющие обобщить достигнутые результаты и наметить пути дальнейшего
внедрения новых способов и технологических приемов мостовых восстанови-
тельных работ.

Материалы сборника могут быть полезны как для профессорско-преподава-
тельского состава университета, так и для курсантов и студентов.

УДК 624.19/8
ББК 39.112

ISBN 978-985-891-172-0

© Оформление. БелГУТ, 2024

УВАЖАЕМЫЕ УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ!

От имени оргкомитета IX Международной научно-практической конференции «Строительство и восстановление искусственных сооружений» приветствую вас и желаю всем плодотворной работы в обобщении достигнутых результатов, обсуждении перспективных конструкций и технических средств для восстановления железнодорожных мостов и определении пути дальнейшего совершенствования способов и технологических приемов мостовых восстановительных работ.

Выражаю уверенность, что обмен мнениями по этим и другим вопросам, активное сотрудничество специалистов в различных направлениях деятельности позволят найти взвешенное, комплексное решение многих важнейших проблем, т. к. мировой опыт локальных войн и конфликтов свидетельствует о том, что проблема повышения темпов восстановления мостов, снижения трудоемкости и материалоемкости восстановительного процесса остается актуальной и требует своего дальнейшего разрешения.

Благодарю вас за участие в работе нашей конференции и желаю всем успехов в решении научных проблем.

***Начальник военно-
транспортного факультета
подполковник Д. В. Ляпоров***

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 624.21/.8:378

РОЛЬ И МЕСТО ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОГО ФАКУЛЬТЕТА В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

С. М. БОБРИЦКИЙ

Учреждение образования

«Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Успешное социально-экономическое развитие любого государства, в том числе Республики Беларусь, несомненно, зависит от состояния его транспортной инфраструктуры, в состав которой неотъемлемо входят искусственные сооружения на железных и автомобильных дорогах.

Поддержание их функционирования в мирное и тем более в военное время – сложная интеллектуальная инженерная задача. Решением этой задачи уже на протяжении более 20 лет занимается коллектив нашего военно-транспортного факультета (далее – факультет) во взаимодействии с железнодорожными, ныне транспортными, войсками Республики Беларусь, а также пограничной службой Республики Беларусь.

Закономерно в тематике конференции представлены основные направления деятельности факультета в области совершенствования системы транспортного обеспечения Республики Беларусь: военная логистика, строительство искусственных сооружений, техническое прикрытие и восстановление искусственных сооружений, машины и оборудование при строительстве и восстановлении искусственных сооружений, повышение качества подготовки инженерных кадров.

Каждое из перечисленных направлений занимает важное место в общей системе обеспечения транспортной безопасности Республики Беларусь.

Военная логистика сегодня является наиболее перспективным направлением, обеспечивающим оперативные действия войск и их снабжение на театре современных военных действий.

Ввиду уязвимости искусственных сооружений на железных и автомобильных дорогах при воздействии противником современными средствами поражения требуется принятие оперативных решений по передвигению и снабжению войск через барьерные объекты.

Для решения этих задач на факультете коллективом авторов создана методика, суть которой заключается в использовании цифровой карты местности для осуществления поиска рационального маршрута выполнения

воинской перевозки с учетом возможностей сети железных и автомобильных дорог, а также наличия речного судоходства [1].

Следующим немаловажным направлением в военной логистике, которым активно занимаются офицеры и курсанты факультета, является разработка и совершенствование универсальных многооборотных средств крепления ВВСТ на железнодорожном подвижном составе, которые, как показала практика в первые месяцы проведения СВО, позволила в разы повысить показатели оперативности погрузки войск. Мы активно участвуем в разработке программ и проведении испытаний образцов УМК как Российского, так и отечественного производства.

По поручению командования транспортных войск факультету была доверена разработка общих технических нормативных документов по разработке требований по транспортабельности и методам государственных испытаний на транспортабельность ВВСТ. В начале 2024 года вышла уже вторая редакция нормативно-технического документа, это свидетельствует о том, что мы продолжаем его научное сопровождение.

Кроме того, только за последние 10 лет на факультете разработано более 15 научно-исследовательских работ по тематике «Разработка схем размещения и крепления различных образцов ВВСТ на подвижном железнодорожном составе в интересах Вооруженных Сил Республики Беларусь и транспортных войск».

Строительство искусственных сооружений. Факультет принимает непосредственное участие в данном направлении деятельности: от выполнения поручений от наших заказчиков в лице транспортных войск и пограничной службы Республики Беларусь по разработке проектной документации по строительству объектов до практического участия в их строительстве в ходе выездных практических занятий, а также практик и стажировок. Один из последних капитальных мостов длиной более 100 м.

Офицеры и курсанты факультета в рамках научной деятельности осуществляют работу над инновационными проектами, такими как разработка уникального, не имеющего аналога в Республике Беларусь металлического вантового пешеходного моста, на всех стадиях создания: конструирование, расчет, изготовление, испытание несущих элементов, возведение.

Инновационный проект «Быстровозводимые мосты малой грузоподъемностью» [2, 3] представляет собой простые, легкие, многофункциональные и надежные конструкции, которые уже несколько лет активно используются пограничной службой для инженерного обеспечения государственной границы Республики Беларусь.

Работа над созданием проектов мостовых сооружений дала толчок в развитии на факультете направления по проведению полевых испытаний разработанных конструкций с использованием современных приборов неразрушающего контроля [4].

Техническое прикрытие и восстановление искусственных сооружений. В настоящем докладе предлагается осветить только верхушку данного «айсберга» в виде отдельных проектов, и исключительно достижений, полученных на факультете. А на секционных докладах предлагается более детально раскрыть полученные результаты в данных направлениях.

В области совершенствования способов ведения технической разведки и на основе опыта СВО на Украине активно внедряются современные портативные приборы визуального и инструментального сбора данных об объектах восстановления, а также беспилотные летательные комплексы с навесным сканирующим оборудованием, позволяющие в кратчайшее время получить детальные данные о гидрогеологическом профиле мостового перехода и характеристик местности.

С применением разработанных программных продуктов по оценке объемов и характеру разрушений мостовых сооружений можно прогнозировать выбор способа восстановления по старой оси и на обходе, а также потребность в накоплении требуемого количества мостовых конструкций и материалов.

При использовании оперативно полученных данных технической разведки о характеристиках места возведения мостового перехода совместно с разработанными на факультете программными продуктами по ускоренному проектированию мостов на жестких опорах появляется возможность автоматизированной разработки конструктивных схем мостового перехода с малыми затратами во времени и высокой достоверностью полученных данных в том числе по потребности материалов и выходу на графики производства работ. При этом оптимизация построения схем может быть задана от наличия конструкций пролетных строений.

На факультете совместно с IT-ротой учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь» разработана обучающая программа [5], позволяющая оперативно в автоматизированном режиме на основе введенных исходных данных создавать схему инвентарного автодорожного моста САРМ-М с потребностью материалов и графиком производства работ.

Кроме того, группой офицеров факультета были переведены в электронные программные комплексы методы по определению показателей восстановления для различных способов с использованием расчетных производственных возможностей мостовых воинских частей [6]. Они предназначены для поддержки принятия решений по разработке схем по вариантам восстановления мостов на железных и автомобильных дорогах, которые уже получили положительные отзывы с войск. А достоверность получаемых результатов по составлению схем мостов апробированы в ходе многочисленных практических занятий и проведенных педагогических экспериментов.

С целью сохранения и накопления баз данных, а также в рамках работы научного кружка «3D-моделирование инженерных систем» на кафедре военно-специальной подготовки факультета осуществляется разработка 3D-моделей типовых и табельных конструкций деревянных и металлических опор и пролетных строений с возможностью в последующем их совершенствования, а также создания конструкторской документации. Для сравнения, ранее данными вопросами занимались проектные институты.

Особое внимание на факультете уделено вопросам совершенствования мероприятий по повышению живучести в отдельных направлениях, маскировки и ложных мостовых сооружений. В данном направлении выполнен ряд научных исследований и получены следующие результаты:

- разработан защитный навес для железнодорожной платформы под маскировку перевозимой техники под перевозку круглого леса;
- предложено к использованию универсальное маскировочное покрытие на основе спанбонда;
- созданы ложные мостовые переходы как дублирование реальных, а также введение в заблуждение противника;
- разработаны комплекты маскировки и защиты из местных материалов.

Проведены натурные испытания защитных свойств покрытия по теплопроводности материала в окружающей среде. Испытания проводились в 2024 году (февраль и апрель) в дневное и ночное время с применением тепловизора и беспилотного летательного аппарата со съемкой в инфракрасном диапазоне.

Полученные результаты свидетельствуют о хороших защитных свойствах материала, особенно при совместном использовании с местными материалами (кустарники, ветки, дерн и др.).

Общими принципами формирования конструктивных схем мостов являлась высокая степень схожести, в том числе применение фрагментарно реальных конструктивных решений (устои, свайные фундаменты) и табельных мостовых конструкций (полулодки, секции понтонов).

Апробация упрощенной конструкции ложного низководного железнодорожного моста и подходов к нему показала хорошие результаты в ходе учений и высоко оценена начальником Генерального штаба Вооруженных Сил Республики Беларусь.

По инициативе факультета апробированы предложения по созданию водяных завес на табельных наплавных мостах НЖМ-56 и МЛЖ-ВФ-ВТ, целью которых является уменьшение теплового следа от нагрева металла конструкций мостов и создание помех при лазерном наведении боеголовок высокоточного оружия.

На факультете активно ведется разработка учебных изданий по направлению технического прикрытия и восстановления искусственных сооружений, в которых сохранен опыт ряда поколений мостовиков, опыт военных

конфликтов и учтен прогресс развития современной военной науки и практики.

Машины и оборудование при строительстве и восстановлении искусственных сооружений. В интересах транспортных войск Республики Беларусь факультетом разработаны многофункциональные и многоцелевые машины на комбинированном ходу. Возможности данных машин уникальны: выполнение погрузо-разгрузочных работ, разборка завалов, содержание и ремонт железных и автомобильных дорог, маневровые работы на железнодорожном пути и многое другое в зависимости от применяемого съемного оборудования.

В рамках научно-исследовательской работы и разработки дипломных проектов по актуальной тематике транспортных войск на факультете накоплен опыт по модернизации устаревших либо малоэффективных образцов специальной техники для выполнения крановых, погрузо-разгрузочных, земляных работ.

Повышение качества подготовки инженерных кадров. Особое внимание на факультете уделено образовательной деятельности, а именно подготовке высококвалифицированных кадров в интересах транспортных войск и других заказчиков. Для успешной их подготовки используются всевозможные формы и методы обучения по всем видам учебных занятий и современные технические средства обучения, лабораторной и полевой базы.

Подготовка построена по принципу золотого сечения: обучение – наука – практика.

На первом этапе обучения курсанты и студенты получают теоретические знания в специализированных аудиториях и классах факультета и университета, более того в оборудовании средствами обучения принимают непосредственное участие курсанты и студенты (макет местности) [7, 8].

Далее курсанты и студенты осуществляют практическое обучение на учебных местах и площадках учебно-полевого центра военно-транспортного факультета на образцах ВВСТ по своим направлениям специальности и специализациям (профилизациям).

На факультете для старших курсов проводятся тактико-специальные и показательные практические занятия, направленные на отработку действий подразделений по предназначению с имитацией действий и противодействия воздействию ДРГ и НВФ с параллельным апробированием новых способов по совершенствованию тактической маскировки, средств связи, наблюдения, тактических действий в бою.

На заключительном этапе подготовки каждого курса в ходе практик и стажировок на базе учебно-полевого центра факультета и воинских частей и подразделений Вооруженных Сил, транспортных войск, пограничной службы Республики Беларусь осуществляют практическое обучение в составе подразделений при выполнении задач по предназначению в том числе с выездом на объекты проведения учебно-практических задач.

Факультет за время своего существования по праву занял лидирующее место в области строительства и восстановления искусственных сооружений, обладая высоким потенциалом профессорско-преподавательского состава, способного совместно с курсантами и студентами разрешать, как показала практика, самые смелые идеи и решения с отличным качеством.

Список литературы

1 **Бобрицкий, С. М.** Методика поиска рационального маршрута выполнения воинской перевозки в условиях воздействия противника на мостовые сооружения с использованием цифровой карты местности / С. М. Бобрицкий, П. Г. Демидов // VII Междунар. науч. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения : сб. науч. ст. В 3 ч. Ч. 1 / Государственный военно-промышленный комитет Респ. Беларусь. – Минск : Четыре четверти, 2017. – С. 309–313.

2 Система основных параметров сборно-разборного металлического мостового пролетного строения грузоподъемностью до 1 т под однопутное движение : отчет о НИР / А. А. Поддубный [и др.]. – Гомель, БелГУТ. – 57 с.

3 Обоснование основных параметров элементов сборно-разборного металлического наплавного моста грузоподъемностью до 0,5 т : отчет о ОКР / А. А. Поддубный [и др.]. – Гомель, БелГУТ, 2023. – 47 с.

4 **Бобрицкий, С. М.** Оценка безотказной работы несущих элементов табельных железнодорожных мостов с применением современных измерительных приборов и программных продуктов / С. М. Бобрицкий // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 158–160.

5 **Бобрицкий, С. М.** Активные методы обучения и применение современных инновационных технологий / С. М. Бобрицкий, П. Г. Демидов // Инновационная железная дорога. Новейшие и перспективные системы обеспечения движения поездов. Проблемы и решения : материалы Междунар. науч.-теорет. конф. / под общ. ред. М. Г. Яшина – СПб., Петергоф : ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2021. – С. 243–247.

6 **Бобрицкий, С. М.** Применение макетов местности в образовательном процессе / С. М. Бобрицкий, В. В. Томашов, В. В. Петрусевич // Пути совершенствования подготовки курсантов и студентов военных факультетов в учреждениях высшего образования : материалы Междунар. науч.-метод. конф. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 12–17.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ВОЙСКАМИ ВС РФ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

К. А. БЫСТРОВ

*Главное управление начальника Железнодорожных войск,
г. Москва, Российская Федерация*

Железнодорожные войска в своём роде уникальны, подобных по своему составу и характеру выполняемых задач в мире нет (рисунок 1). Свою важность и необходимость для обороны страны Железнодорожные войска ВС РФ доказали и продолжают доказывать на всём протяжении своего существования.

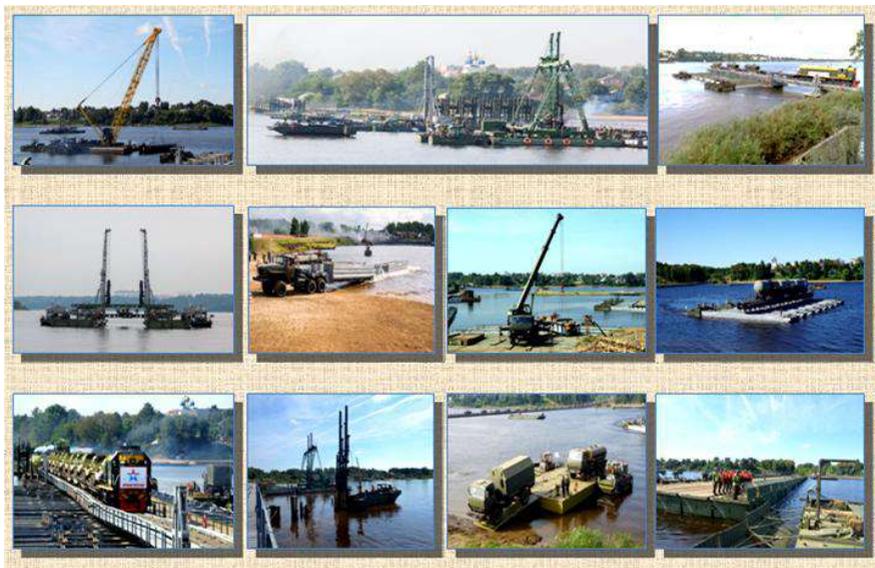


Рисунок 1 – Выполнение железнодорожными войсками задач по штатному предназначению

На протяжении всей своей истории войска проявляли и продолжают проявлять способность профессионально и оперативно в любой обстановке и в любое время выполнять поставленные перед ними задачи.

Какие же задачи выполняют Железнодорожные войска по строительству и восстановлению искусственных сооружений на современном этапе?

Первый показ мощи военных мостовиков за последние десятилетия был продемонстрирован в 2000 году в ходе учения «Рубеж-2000», где была выполнена задача по наведению НЖМ-56 через реку Енисей у г. Абакан.

С 2001 по 2010 гг. выполнялись текущие задачи при выполнении различных видов работ на объектах капитального строительства, ротные, батальонные и бригадные учения и другие мероприятия боевой подготовки.

В результате проведенного реформирования и проведения анализа деятельности была активизирована подготовка личного состава к действиям по штатному предназначению.

С 2010 года мостовые и понтонно-мостовые подразделения Железнодорожных войск ежегодно стали участвовать в крупномасштабных мероприятиях во многих регионах Российской Федерации.

В период с 2010 по 2017 год проведен ряд масштабных специальных учений Железнодорожных войск с практическим строительством и наведением военных железнодорожных мостов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Участие железнодорожных войск в учении «Восток-2010»

В качестве проверки производственных возможностей *ождбр*, дислоцирующейся в г. Абакан, был сооружен через Минусинскую протоку комбинированный железнодорожный мост НЖМ-56, РЭМ-500, СРП, применены различные типы мостовых опор (рисунок 3).



Рисунок 3 – Участие железнодорожных войск в учении «Центр-2011»

Ождбр, дислоцирующаяся в г. Абакан, повторила подвиг учений «Рубеж-2000», передислоцировав железнодорожным транспортом комплект моста из г. Красноярск (более 300 вагонов), построив обход длиной 6,0 км навела наплавной железнодорожный мост НЖМ-56 длиной 488 м через реку Енисей на течении реки более 2,0 м/с, применив полный комплект якорного оборудования, обеспечив пропуск и железнодорожной, и автомобильной нагрузки. Также в июне 2011 г. личный состав этой бригады был задействован в восстановлении разрушенного моста через реку Абакан у станции Камышта направления Аскиз – Саяногорск (рисунок 4).

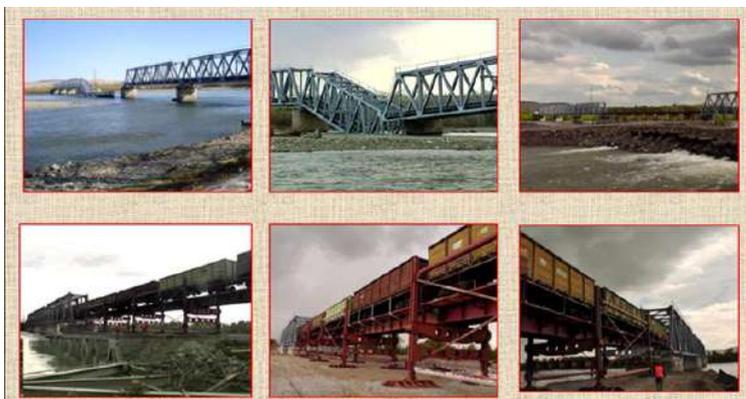


Рисунок 4 – Восстановление разрушенного железнодорожного моста через р. Абакан у ст. Камышта

В результате подмыва русловой опоры моста произошло обрушение двух пролетных строений. К разрушенному водной стихией капитальному железнодорожному мосту в течение двух суток был передислоцирован комплект металлической сборно-разборной эстакады РЭМ-500. После проведения технической разведки и комплекса мероприятий по устройству и отсыпке скального основания в створе разрушенного капитального железнодорожного моста по разработанной проектной документации смонтирована эстакада РЭМ-500 (предназначенная для краткосрочного восстановления), проведено уникальное сопряжение с опорами и фермами капитального моста.

Ождбр, дислоцирующаяся в г. Волгограде навела наплавной железнодорожный мост через Волжскую протоку в г. Волгоград и построила комбинированный железнодорожный мост через реку Карповку. По результатам данного учения личный состав получил высокие оценки, а приглашенный на данные учения ЗМО ФРГ такого никогда не видел, выражал интерес к действиям ЖДВ (рисунок 5).



Рисунок 5 – Участие железнодорожных войск в учении «Запад-2013»

На всех полигонах Железнодорожных войск были наведены наплавные железнодорожные мосты и смонтированы металлические эстакады, осуществлен массовый маневр войск.

Учение началось с внезапной проверки *ождбр*, дислоцирующейся в г. Абакан, Верховным Главнокомандующим ВС РФ, которая показала, что соединение уже дважды наводило мост через реку Енисей, на момент проверки выполнило эту задачу в минимальные сроки, время наведения моста без учета доставки конструкций (массой до 3000 т) с учетом укомплектованности и обученности личного состава составило до трех суток. По мосту пропускались железнодорожные составы в дневное и ночное время (рисунок 6).



Рисунок 6 – Участие железнодорожных войск в учении «Восток-2014»

В этот период мостовые и понтонно-мостовые подразделения Железнодорожных войск достигли наивысшего мастерства в строительстве подходов к наплавным железнодорожным мостам, монтаже эстакад РЭМ-500 через малые водотоки и наведении наплавных железнодорожных мостов НЖМ-56 через крупные водные преграды Енисей, Волга, Амур, Зея и Буряя. Проведение данных учений предусматривало выполнение полного комплекса задач от приведения воинских частей в высшие степени готовности, погрузки и вывоза имущества мостов, выдвигания личного состава и техники, размещения на местности, выполнения задач по предназначению Железнодорожных войск и пропуска по построенным обходам и мостам современных автомобильных и железнодорожных нагузков (рисунок 7).

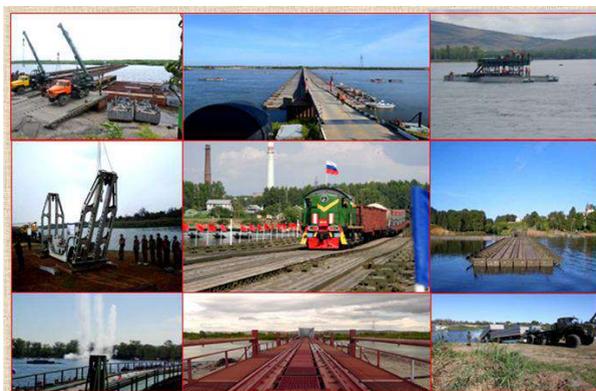


Рисунок 8 – Действия мостовых частей железнодорожных войск

Также в ходе ежегодных плановых тактико-специальных учений (ротных, батальонных, бригадных) мостовыми и понтонно-мостовыми подразделениями наводится до 5000 м наплавных мостов НЖМ-56, монтируется до 3500 м эстакад РЭМ-500.

Результативным и плодотворным стал 2015 год. Хочется отдельно остановиться на том, что в летнем периоде обучения успешно были проведены крупномасштабные учения, соединение ЗВО навело через судоходную реку наплавной железнодорожный мост НЖМ-56 из двух комплектов общей длиной 800 м, с длиной выводного парома самой максимальной 112,5 м, устройством комплекта якорного закрепления якорями, устройством автомобильной паромной переправы в районе действий, строительством эстакады РЭМ-500 на обходе, применением полного комплекта мостовой техники СРК, УСА, УКА, МСК, МСК-2*1250 на плашкоуте, ПСК, катера, толкачи, водолазные станции, АНС и др. (рисунок 8).

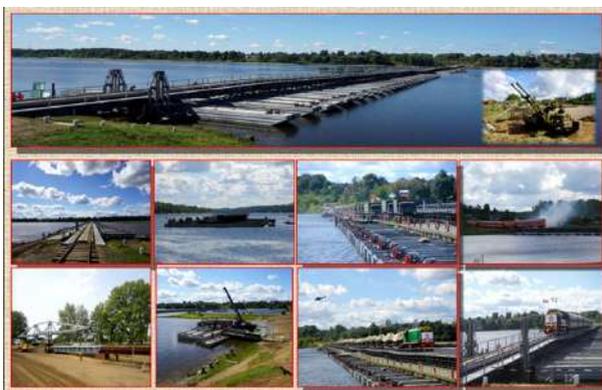


Рисунок 8 – Участие железнодорожных войск в учении «Центр-2015»

По наведенной переправе интенсивно осуществлялись пропуски воинских эшелонов и пассажирских поездов, проходили колонны автомобильной и бронированной техники, передислоцировались воинские подразделения и перевозились материальные средства.

Все мероприятия проводились в условиях, близких к боевым, неоднократно личный состав ЖДВ во взаимосвязи с боевыми подразделениями ВС РФ (авиация, ПВО, ПРО, РХБЗ, разведка и др.) оттачивал свое мастерство, отработывались нормативы по специальной подготовке.

Соединение ЦВО, построив 5-километровый обход существующего железнодорожного моста, форсировало р. Вятку и навело наплавной железнодорожный мост длиной 400,0 м, организовало железнодорожную паромную переправу (чем войска не занимались с 1995 года). Также все мероприятия

проходили в тесном взаимодействии с общевоинскими подразделениями ВС РФ. Хочется отметить, что данный объект явился новым, и личному составу путевых подразделений и подразделений механизации приходилось прорубать дорогу через густой лес и непроходимые болотистые места.

Смонтирован мостовой переход длиной 250 м из имущества современного моста-эстакады железнодорожной ИМЖ-500, наведен наплавной железнодорожный мост НЖМ-56 длиной 340 м, оборудованы железнодорожные и автомобильные переправы из табельного имущества.

Весь этот комплект переходов и мостовых переправ эффективно себя показал для массовой переброски войск (рисунок 9).



Рисунок 9 – Участие железнодорожных войск в учении «Кавказ-2016»

Важной задачей явилась стыковка двух типов наплавных мостов НЖМ-56 и МЛЖ-ВФ-ВТ, наведен комбинированный железнодорожный мост длиной 1000 м, оборудовано две железнодорожные, две автомобильные переправы, применено все имеющееся табельное оборудование.

Данный мостовой переход показал себя эффективным средством для обеспечения прерванного движения на железнодорожных магистралях (рисунок 10).

Задачи маневров «Восток-2018» также обещают быть эффективными и направленными на полный охват штатного предназначения ЖДВ.

Результатом подобных учений, несомненно, является пропуск по построенным и наведенным мостам реальной железнодорожной и автомобильной нагрузки, воинских эшелонов с военной техникой и автомобилями с грузами, и эти результаты радуют руководство страны, руководство Минобороны России, руководителей Минтранса России, ОАО «РЖД», а также гражданское население, которое с изумлением наблюдает за результатами деятельности военных железнодорожников и выражает массу слов восхищения (рисунок 11).

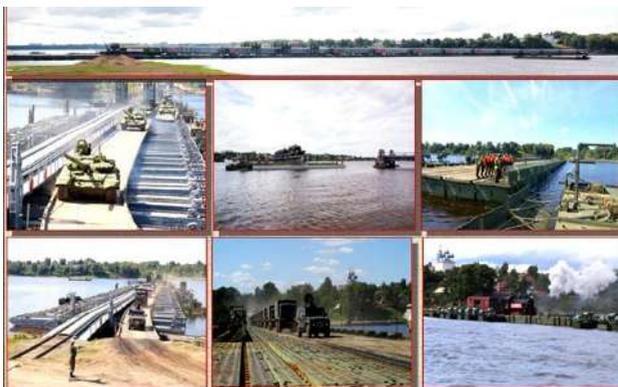


Рисунок 10 – Участие железнодорожных войск в учении «Запад-2017»

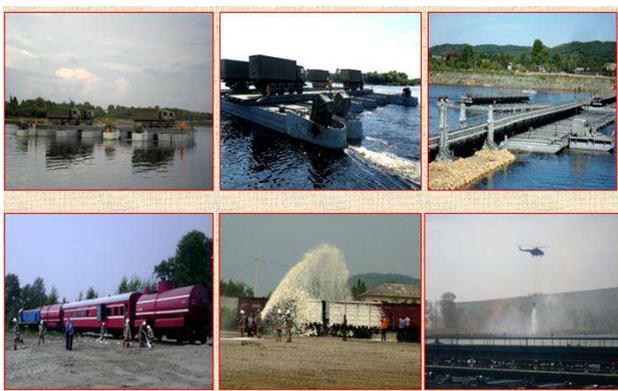


Рисунок 11 – Участие железнодорожных войск в учении «Восток-2018»

Во всех регионах страны проводятся ротные, батальонные и бригадные учения во всех железнодорожных бригадах, в ходе которых силами путевых, мостовых, понтонно-мостовых батальонов и батальонов механизации строятся железнодорожные обходы, временные и краткосрочные железнодорожные мосты, наводятся наплавные мостовые переправы и паромы (рисунок 12).

Транспортные железнодорожные магистрали находятся под надежным прикрытием соединений и воинских частей ЖДВ.

Важность поддержания железнодорожных магистралей в работоспособном состоянии, обеспечивающем бесперебойное движение железнодорожного подвижного состава, передислокацию войск и подвоз материальных средств, остается актуальной на протяжении многих лет.



Рисунок 12 – Проведение ротных, батальонных и бригадных учений в железнодорожных бригадах

Актуальность совершенствования системы вооружения, в том числе техники и конструкций для восстановления искусственных сооружений, на основании перспективных исследований и разработок в области науки и военных технологий выходит на совершенно новый модернизированный уровень. Разрабатываемые образцы становятся вооружением нового поколения. Это вытекает из простой жизненной истины: система вооружения и военной техники Вооруженных Сил государства, желающего самостоятельно развиваться в современном мире и отстаивать свои национальные интересы, не может базироваться на разработках прошлого века. Она должна развиваться в ногу со временем и соответствовать современному уровню научно-технического прогресса.

Специальная техника Железнодорожных войск – это отдельная номенклатура в общей системе вооружения и военной техники Министерства обороны Российской Федерации, предназначенная для применения в процессе выполнения Железнодорожными войсками задач согласно штатному предназначению и обеспечивающая выполнение специализированных видов работ.

К специализированным видам работ относятся в том числе восстановление и строительство искусственных сооружений на железных дорогах.

В настоящее время укомплектованность техникой позволяет мостовым и понтонно-мостовым частям Железнодорожных войск выполнять задачи согласно штатному предназначению. Это можно подтвердить на примерах успешного участия в проводимых ежегодно масштабных учениях, которые были рассмотрены ранее.

В то же время стоящие на вооружении Железнодорожных войск из представленных выше образцов приняты на снабжение в прошлом веке. Разра-

ботка подавляющего большинства образцов осуществлялась в 50–80-х годах XX в., с последующей их модернизацией.

Исходя из этого, давно возникла необходимость создания перспективных образцов специальной техники и конструкций для восстановления и строительства военных мостов.

В Железнодорожных войсках ВС РФ с 2005 года проводится совершенствование и модернизация техники и имущества для восстановления мостов на железных дорогах.

В 2005 году после проведения ряда серьезных испытаний принят на снабжение наплавной унифицированный железнодорожный мост-лента МЛЖ-ВФ-ВТ, который наряду с модернизированным комплектом наплавного железнодорожного моста НЖМ-56 дал движение цепочке развития наплавных железнодорожных мостов для перекрытия широких водных преград (рисунок 13).



Рисунок 13 – Наплавной унифицированный железнодорожный мост-лента МЛЖ-ВФ-ВТ

Мост-лента МЛЖ-ВФ-ВТ серийно изготавливается предприятиями промышленности и поставляется в отдельные понтонно-мостовые железнодорожные батальоны. С 2015 года в указанном комплекте глобально модернизированы используемые для сборки и наведения технические средства.

В 2013 году разработан и принят на снабжение мост-эстакада железнодорожный ИМЖ-500, который наряду с эстакадой РЭМ-500 обеспечил мостовые части и подразделение мобильным, унифицированным, обладающим широким спектром использования и повышенной грузоподъемностью, быстро возводимым, технологически безопасным мостовым имуществом для перекрытия малых водотоков, брешей и др. (рисунок 14).

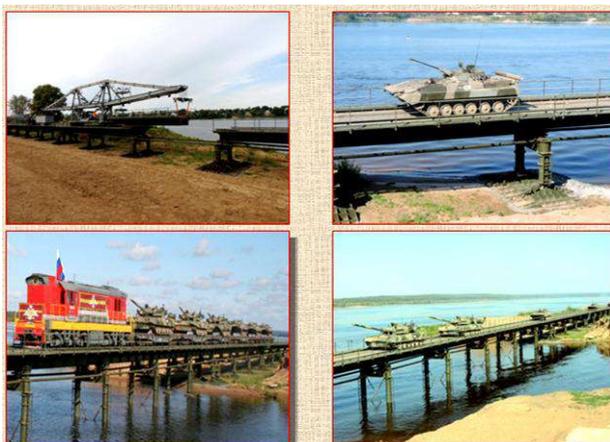


Рисунок 14 – Мост-эстакада железнодорожный ИМЖ-500

На замену ряда копровых агрегатов и установок с 2015 года в копровые подразделения поставляется универсальный сваебойный агрегат УСА-2, принят на снабжение в 2017 году УСА-2М (рисунок 15).



Рисунок 15 – Универсальный сваебойный агрегат УСА-2М

Сваебойный агрегат предназначен для забивки свай массой до 5 т, а также выполнения монтажных и погрузо-разгрузочных работ. Он способен перемещаться в пределах строительной площадки с навешенным копровым оборудованием и дизель-молотом. На агрегат возможна навеска бурового оборудования, гидрокабестана для завинчивания свай, вибропогружателя и люльки для работ на высоте. Агрегат способен самостоятельно выдвигаться

на объект работ, перевоза навесное оборудование на штатном прицепе, выполнять работы как на суше, на урзе воды, так и на воде с плашкоута.

Разработанные тележки универсального комбинированного хода не предполагают какого-либо вмешательства в конструкцию пневмоколесного транспортного средства (рисунок 16). Они обеспечивают размещение и движение пневмоколесной техники по железнодорожному пути. Применение универсального комбинированного хода в Железнодорожных войсках представляет интерес с точки зрения использования транспортных средств в качестве локомотивов для маневровой работы; в качестве буксира сборно-разборных кранов на железнодорожном ходу; для размещения грузоподъемных кранов и их использования в качестве альтернативы железнодорожным кранам; для размещения пневмоколесных экскаваторов и обеспечения выполнения ими земляных работ с железнодорожного пути.

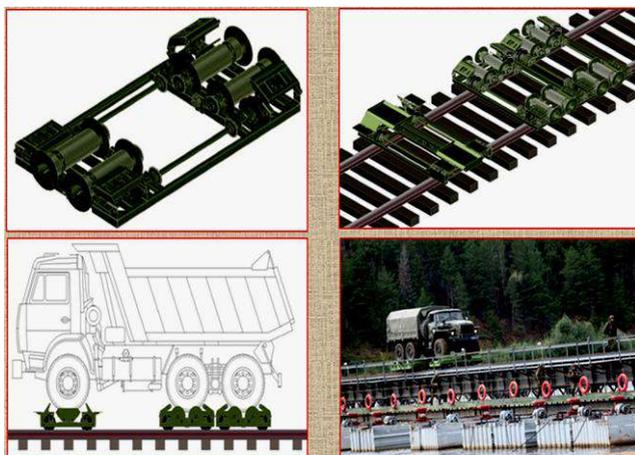


Рисунок 16 – Тележки универсального комбинированного хода

В целях увеличения темпов наведения наплавных железнодорожных мостов и обеспечения работ на воде в интересах ЖДВ разработан плавающий самоходный понтон (толкач) ПСТ-1 (рисунок 17). Он оснащен современным дизелем типа ЯМЗ-534, днищевой системой охлаждения, уменьшенной осадкой и другими преимуществами по сравнению с существующими толкачами; оборудован современными устройствами управления, навигации и системами безопасного судовождения.

Ведутся разработки по созданию технических средств и технологий по эффективной расчистке завалов как на суше, так и на воде (рисунок 18).

В целях замены выполняемых задач копрами ПКК и МСК ведутся разработки по созданию технологий по выполнению комплекса свайных работ на воде (рисунок 19).



Рисунок 17 – Плавающий самоходный понтон (толкач) ПСТ-1

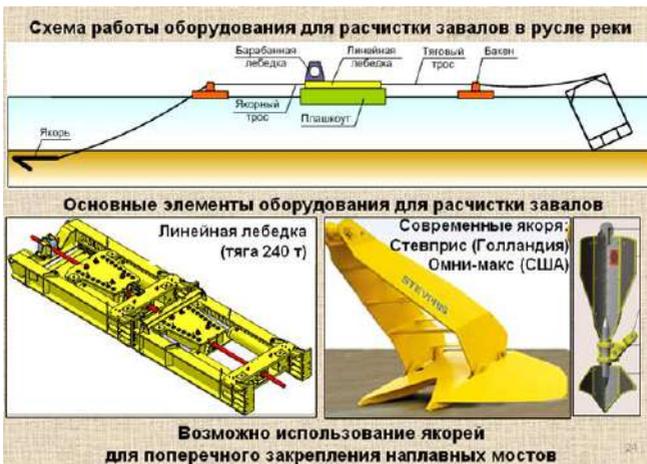


Рисунок 18 – Комплект оборудования для расчистки завалов

Дальнейшее увеличение производительности свайных работ возможно за счет применения технологии бескопровой погружки свай. При бескопровой забивке применяются грузоподъемный кран, подвешенное на его крюк погружающее устройство (молот или вибропогружатель) и направляющий каркас-кондуктор (рисунок 20).

Прорабатываются технологии по погружению деревянных свай и металлических труб вибропогружателями.

Также уменьшение времени сооружения фундаментов возможно при использовании винтовых свай.

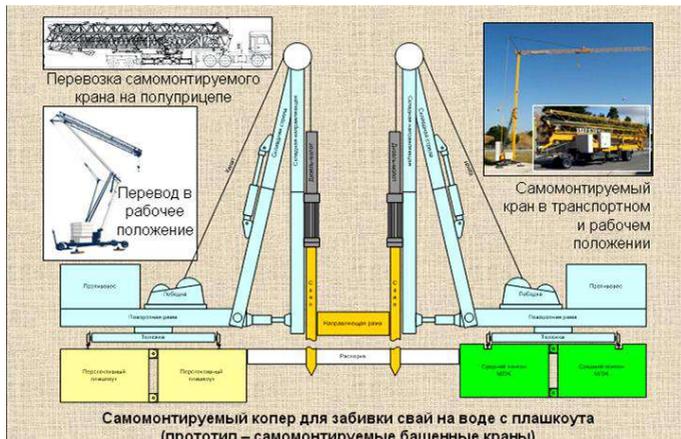


Рисунок 19 – Копер для забивки свай на воде



Рисунок 20 – Погружение свай вибропогружателями

Винтовые сваи обладают в 2–4 раза большей несущей способностью по грунту в сравнении с забивными сваями при одинаковом времени погружения, поэтому в фундаменте будет меньше свай и время его сооружения будет меньше. Также уменьшение количества свай значительно упрощает проектирование и сооружение свайных фундаментов низководных мостов, в которых размещение необходимого количества забивных свай является сложной задачей.

В настоящее время создана установка для завинчивания свай УЗС-85 на базе автомобильного крана грузоподъемностью 32 т (рисунок 21).



Рисунок 21 – Установка для завинчивания свай УЗС-85

Установка пролетных строений военных железнодорожных мостов, в том числе эстакад, выполняется посредством сборно-разборного консольного крана грузоподъемностью до 70 т.

В 2013 г. была обоснована и эскизно проработана конструкция консольно-шлюзового крана грузоподъемностью 80 т с бесчелночной технологией монтажа пролетных строений типа СРП и эстакад за счет шлюзования (пропуска) пролетных строений через кран (рисунок 22). Конструктивное решение этого крана позволит уменьшить время его сборки и увеличить темп установки пролетных строений ориентировочно в 1,5 раза.



Рисунок 22 – Консольно-шлюзовой кран

В ЖДВ ведутся работы по созданию перспективных образцов инвентарного имущества ЖДВ:

- мобильного плашкоута для выполнения строительно-монтажных работ на воде (рисунок 23);
- комплекта универсальных мостовых конструкций для восстановления железнодорожных мостов (рисунок 24).



Рисунок 23 – Мобильный плашкоут для выполнения строительно-монтажных работ на воде

Мобильный плашкоут будет создан взамен плашкоута ПМ-70. Он предназначен для размещения технических средств, оборудования, материалов и конструкций для выполнения строительно-монтажных работ на воде при сооружении военных железнодорожных мостов.

Перспективный плашкоут будет обладать следующими основными преимуществами по сравнению с устаревшим аналогом:

- увеличенная транспортабельность, т. к. его размеры в плане соответствуют размерам двадцатифутового контейнера, а установленные стандартные контейнерные фитинги и замки не выступают за борт понтона.
- увеличенное число схем сборки плашкоута за счет возможности соединения понтонов бортами и транцами в любых сочетаниях;
- возможность закрепления существующего и перспективного оборудования за универсальные точки крепления, равномерно распределенные на палубе понтонов.



Рисунок 24 – Комплект универсальных мостовых конструкций

В комплект будет входить оборудование, оснастка, инструменты и приспособления для удобства и безопасной эксплуатации плашкоута.

Комплект универсальных мостовых конструкций должен заменить пролетные строения типа СРП и СРП-НС, надстройки опор УЖВ-ЛТМП и фундаменты из местных материалов.

Предназначение – восстановление железнодорожных мостов на старой оси и на обходе.

Область применения – железнодорожные мосты через судоходные каналы и неширокие водные преграды.

Состав комплекта:

- пролетные строения;
- модернизированные инвентарные надстройки опор;
- кондукторы-ростверки для бескопровой забивки свай.

В заключение хочется сделать вывод, что специальная техника для восстановления и строительства военных мостов постоянно совершенствуется с целью обеспечения требуемых производственных возможностей мостовых и понтонно-мостовых частей Железнодорожных войск в современных условиях. Мостовые и понтонно-мостовые части ЖДВ всегда в готовности выполнять задачи по строительству и восстановлению мостовых переходов.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДОРОЖНО-КОМЕНДАНТСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК ОПЕРАТИВНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ. ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭТОЙ СИСТЕМЫ

Д. Ю. БОГДАНОВ

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

В рамках данной статьи решалась задача структурно-функционального моделирования соответствующей организационно-технической системы – системы дорожно-комендантского обеспечения (СДКО). Следует отметить, что действующими нормативными актами наличие такой подсистемы в составе СДКО не определено, что в некоторой степени определяет новизну авторского подхода. В результате моделирования СДКО будут определены ее состав и структура, перечень выполняемых системой задач, а также основные показатели и критерии оценки эффективности системы по ее функциональным свойствам [1–3].

Исходя из того, что СДКО как обособленная организационно-техническая система военного назначения нами рассматривается, по сути, впервые, зададим рабочее определение этого понятия. Под СДКО понимается *совокупность иерархически и функционально взаимосвязанных органов управления, а также спецформирований, организующих, планирующих и реализующих выполнение основных задач комендантского и дорожного обеспечения войск (сил) на соответствующих объектах* в полосе (зоне) ответственности, на направлении, операционном направлении и т.д.

СДКО является одной из составляющих подсистемы транспортного обеспечения и частично выполняет задачи оперативного (боевого) обеспечения войск (задачи комендантской службы).

Исходя из конечной задачи моделирования, в качестве основных подсистем СДКО могут быть выделены три: управляющая, целевого функционирования и обеспечивающая.

При этом в качестве элементов управляющей подсистемы нами традиционно выделены органы, пункты и средства управления. Органы управления ДКО будут представлены органами управления *отдельных дорожно-комендантских воинских частей и подразделений*, а также органами управления каждого из спецформирований МПЭБ, привлекаемого для выполнения задач ДКО войск.

Управление ДКО будет осуществляется с пунктов управлений (ПУ) отдельных дорожно-комендантских воинских частей и подразделений, взаи-

модействующих с ПУ спецформирований МПЭБ; на объектах ДКО – с диспетчерских пунктов (ДП). В качестве средств управления будут использоваться штатные стационарные, передвижные и переносные средства связи (в перспективе – АСУ).

Подсистема целевого функционирования по содержанию решаемых задач условно может быть разделена на две составляющие: подсистемы комендантского и дорожного обеспечения. Кроме того, в качестве отдельного элемента этой подсистемы целесообразно выделить объекты ДКО. Элементами подсистемы комендантского обеспечения являются дорожно-комендантские подразделения, дорожного обеспечения – дорожно-эксплуатационные подразделения и спецформирования МПЭБ, привлекаемые для выполнения задач ДКО войск. К объектами ДКО отнесены военные автомобильные дороги (ВАД), мостовые переходы через крупные водные преграды, средние мосты и путепроводы, места пересечения автомобильных дорог в одном уровне, а также узлы коммуникаций.

Элементами обеспечивающей подсистемы являются подразделения боевого, технического и тылового обеспечения.

На следующем этапе моделирования СДКО для каждой подсистемы и каждой решаемой обобщенной задачи или частной нами был сформирован перечень основных показателей и критериев оценки эффективности.

Так, например, обобщенными показателями эффективности *подсистемы управления СДКО* на k -м этапе операции нами определены: *оперативность* выработки и принятия решений ($O_k^{yпр}$ $O_k^{yпп}$), их качество, иначе – *степень рациональности* ($R_k^{yпп}$), а также *функциональная затратность*, иначе – *уровень расходов* всех видов ресурсов ($Z_k^{yпп}$).

Обобщенный показатель (критерий) оценки *оперативности управления* ДКО, может быть выражен как минимизируемое отношение фактического (T_k^{ϕ}) и допустимого ($T_k^{доп}$) времени, затраченного на сбор ($t_k^{\phi.с.и}$) и анализ ($t_k^{\phi.а.и}$) данных оперативно-тыловой (тактико-тыловой) обстановки, выработку решений ($t_k^{\phi.в.р}$), постановку задач ($t_k^{\phi.п.з}$), планирование ($t_k^{\phi.пл}$), координацию действий сил и средств ДКО ($t_k^{\phi.к.д}$), а также контроль их состояния ($t_k^{\phi.к.сиС}$), т. е. отношение фактической и допустимой продолжительности цикла управления [5-6]:

$$O_k^{yпп} = \frac{T_k^{\phi}}{T_k^{доп}} \rightarrow \min \text{ при } T_k^{\phi} \leq T_k^{доп}, \quad (1)$$

$$T_k^{\phi} = t_k^{\phi.с.и} + t_k^{\phi.а.и} + t_k^{\phi.в.р} + t_k^{\phi.п.з} + t_k^{\phi.пл} + t_k^{\phi.к.д} + t_k^{\phi.к.сиС}. \quad (2)$$

При этом допустимая продолжительность цикла управления СДКО ($T_k^{доп}$) определяется аналогично выражению (3).

Обобщенный показатель (критерий) оценки *рациональности решений* по ДКО на k -м этапе операции может быть определен как максимизируемое значение функционала:

$$R_k^{\text{упр}} = f(Q_k^{\text{п.и}}; Q_k^{\text{д.и}}; R_k^{L.\text{ВАД}}; R_k^{\text{э.п.ВАД}}; R_k^{\text{р.СисС}}; N_k^{\text{к.д}}) \rightarrow \max, \quad (3)$$

где $Q_k^{\text{п.и}}$ – показатель (критерий) оценки полноты информации, необходимой для выработки решения; $Q_k^{\text{д.и}}$ – показатель (критерий) оценки достоверности этой информации; $Q_k^{\text{д.и}}$ – показатель (критерий) оценки достоверности этой информации; $R_k^{L.\text{ВАД}}$ – показатель (критерий) оценки рациональности решения по эксплуатационным показателям ВАД; $R_k^{\text{э.п.ВАД}}$ – показатель (критерий) оценки рациональности решения по эксплуатационным показателям ВАД; $R_k^{\text{р.СисС}}$ – показатель (критерий) оценки рациональности решения о распределении сил и средств ДКО по объектам на ВАД; $N_k^{\text{к.д}}$ – показатель (критерий) оценки степени координации действий.

Обобщенный показатель (критерий) оценки *функциональной затратности* подсистемы управления СДКО может быть выражен как минимизируемое отношение фактической (Z_k^ϕ) и допустимой ($Z_k^{\text{доп}}$) величин совокупных расходов всех видов ресурсов: финансовых ($z_k^{\phi.\text{с}}$), материальных ($z_k^{\text{м.с}}$), технических ($z_k^{\text{т.с}}$), трудовых ($z_k^{\text{тр}}$), энергетических ($z_k^{\text{эн}}$):

$$Z_k^{\text{упр}} = \frac{Z_k^\phi}{Z_k^{\text{доп}}} \rightarrow \min \text{ при } Z_k^\phi \leq Z_k^{\text{доп}}, \quad (4)$$

$$Z_k^\phi = z_k^{\phi.\text{с}} + z_k^{\text{м.с}} + z_k^{\text{т.с}} + z_k^{\text{тр}} + z_k^{\text{эн}}. \quad (5)$$

В соответствии с методологическим подходом, описанным в [3, 4] математическим выражением критерия оценки эффективности *подсистемы целевого функционирования СДКО* может считаться целевая функция, экстремизация которой является отображением цели оптимизируемой операции.

Применительно к СДКО, так же как и для СТЛО, основными операционными свойствами, определяющими эффективность функционирования системы (т. е. обобщенными показателями), могут считаться *результативность* (степень достижения целей функционирования системы), *оперативность* (быстрота выполнения задач) и *ресурсоемкость* (совокупные затраты, связанные с функционированием системы). Наиболее общие математические модели оптимизации СТЛО выглядят следующим образом [4, 5]:

$$\begin{array}{ccc} W \rightarrow \max & T \rightarrow \min & C \rightarrow \min \\ \left\{ \begin{array}{l} C \leq C_{\text{выд}} \\ T \leq T_{\text{зад}} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} W \geq W_{\text{треб}} \\ C \leq C_{\text{выд}} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} W \geq W_{\text{треб}} \\ T \leq T_{\text{зад}} \end{array} \right. , \end{array} \quad (6)$$

где W – фактическая результативность выполнения мероприятия (задачи, процесса); $W_{\text{треб}}$ – минимальная требуемая результативность; T – фактиче-

ская продолжительность выполнения мероприятия (задачи, процесса); $T_{\text{зад}}$ – максимальная заданная (допустимая) продолжительность; C – объем фактически затраченных ресурсов для выполнения мероприятия (задачи, процесса); $C_{\text{выд}}$ – объем выделенных ресурсов.

Обобщенный показатель (критерий) оценки *результативности* СДКО на k -м этапе операции ($R_k^{\text{ц.ф}}$) может быть определен как максимизируемое значение функционала:

$$R_k^{\text{ц.ф}} = f(R_k^{\text{к.о}}; R_k^{\text{д.о}}) \rightarrow \max, \quad (7)$$

где $R_k^{\text{к.о}}$ – обобщенный показатель (критерий) оценки результативности выполнения задач комендантского обеспечения войск (сил); $R_k^{\text{д.о}}$ – обобщенный показатель (критерий) оценки результативности выполнения задач дорожного обеспечения.

Основными задачами *комендантского обеспечения* являются регулирование движения и обслуживание воинских автомобильных колонн на участках ВАД, т. е.:

$$R_k^{\text{к.о}} = f(R_k^{\text{ДП}}; R_k^{\text{ПР}}; R_k^{\text{ПО}}; R_k^{\text{ДЗ}}). \quad (8)$$

При этом частными показателями (критериями) результативности выполнения этих задач могут считаться возможности (соответствие возможностей) подразделений *одкб* (*одкр*) по развертыванию ДП ($N_k^{\text{ф.ДП}}; N_k^{\text{тр.ДП}}$), ПР ($N_k^{\text{ф.ПР}}; N_k^{\text{тр.ПР}}$) и разнотипных ПО ($N_k^{\text{ф.ПО}}; N_k^{\text{тр.ПО}}$), а также по установке дорожных знаков ($N_k^{\text{ф.ДЗ}}; N_k^{\text{тр.ДЗ}}$) на участках ВАД – всего не менее шести показателей (критериев).

В свою очередь, задачами *дорожного обеспечения* являются подготовка, эксплуатационное содержание, техническое прикрытие и восстановление объектов ДКО:

$$R_k^{\text{д.о}} = f(R_k^{\text{п.г.д.}}; R_k^{\text{с.г.д.}}; R_k^{\text{з.р.}}; R_k^{\text{э.с.}}; R_k^{\text{о.б.у.}}; R_k^{\text{з.л.}}; R_k^{\text{и.м.к.}}; R_k^{\text{с.м.к.}}; R_k^{\text{в.з.п.}}; R_k^{\text{в.д.п.}}). \quad (9)$$

Частными показателями (критериями) результативности выполнения этих задач могут считаться возможности (соответствие возможностей) подразделений *одкб* (*одкр*) по профилировке грунтовых дорог ($N_k^{\text{ф.п.г.д.}}; N_k^{\text{тр.п.г.д.}}$), строительству новых грунтовых дорог ($N_k^{\text{ф.с.г.д.}}; N_k^{\text{тр.с.г.д.}}$), выполнению земляных работ ($N_k^{\text{ф.з.р.}}; N_k^{\text{тр.з.р.}}$), эксплуатационному содержанию объектов ДКО ($N_k^{\text{ф.э.с.}}; N_k^{\text{тр.э.с.}}$), подготовке обходов барьерных участков на ВАД ($N_k^{\text{ф.о.б.у.}}; N_k^{\text{тр.о.б.у.}}$), заготовке круглого леса ($N_k^{\text{ф.з.л.}}; N_k^{\text{тр.з.л.}}$), изготовлению конструкций низководных дорожных мостов НДМ ($N_k^{\text{ф.и.м.к.}}; N_k^{\text{тр.и.м.к.}}$), постройке НДМ ($N_k^{\text{ф.с.м.к.}}; N_k^{\text{тр.с.м.к.}}$), восстановлению разрушенного земляного полотна

$(N_k^{\text{ф.в.з.п.}}; N_k^{\text{тр.в.з.п.}})$, восстановлению разрушенных дорожных покрытий $(N_k^{\text{ф.в.д.п.}}; N_k^{\text{тр.в.д.п.}})$ – всего не менее десяти показателей (критериев).

Анализ этого набора задач (их разнообразие и разноразмерность показателей) предопределяет использование для оценки их результативности универсального выражения вида:

$$R_k^i = \frac{N_k^{\text{ф.}i}}{N_k^{\text{тр.}i}} \rightarrow \max \text{ при } N_k^{\text{ф.}i} \geq N_k^{\text{тр.}i}, \quad (10)$$

где R_k^i – показатель (критерий) результативности функционирования СДКО-й частной задаче на k -м этапе операции; $N_k^{\text{ф.}i}$ – показатель фактических возможностей СДКО по выполнению i -й задачи на k -м этапе операции; $N_k^{\text{тр.}i}$ – показатель требуемых возможностей СДКО по выполнению i -й задачи на k -м этапе операции.

Таким образом, анализ динамики показателей функциональности СДКО войск (сил) в ходе боевых действий (операций) показывает, что устойчивое функционирование системы в условиях воздействия комплекса негативных факторов возможно только путем целенаправленного воздействия на каждую из входящих в ее состав подсистем путем корректировки управляемых параметров в целях недопущения их критического снижения, т. е. выхода за пределы критических критериальных значений. В целях определения набора таких параметров нами выполнено структурно-функциональное моделирование СДКО: описаны состав и структура системы, перечень задач, выполняемых ее подсистемами (элементами), обоснован набор показателей и критериев оценки эффективности по основным ее операционным свойствам. На основе полученных результатов могут разрабатываться рекомендации по оптимизации состава, структуры и процессов функционирования СДКО в прогнозируемых условиях.

Список литературы

- 1 **Родин, В. Н.** Восстановление (строительство) ВАД / В. Н. Родин. – М., 1991. – 295 с.
- 2 **Цивилев, А. А.** Эксплуатация военно-автомобильных дорог : учеб. пособие / А. А. Цивилёв, Э. П. Кучинский. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 221 с.
- 3 **Богданов, Д. Ю.** Научно-прикладные аспекты моделирования, оценки и повышения эффективности системы тылового обеспечения войск (сил) в военное время : [монография] / Д. Ю. Богданов. – Минск : ВА РБ, 2022. – 320 с.
- 4 **Богданов, Д. Ю.** Структурная и функциональная модели системы материального обеспечения войск оперативного объединения и принципы классификации решаемых задач / Д. Ю. Богданов. – Минск : ВА РБ, 2011. – 287 с.
- 5 **Бусленко, Н. П.** Моделирование сложных систем / А. П. Бусленко. – М. : Физматлит, 1968. – 356 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СОСТАВОМ ПРОТЕКТ-01 НА АСФАЛЬТОБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д. И. БОЧКАРЕВ, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основные процессы, сопровождающие эксплуатацию асфальтобетонных покрытий на этапах жизненного цикла, происходят непосредственно на их поверхности, вследствие ее контакта с внешней средой и колесами транспортных средств. Поэтому профилактическая обработка разработанным авторами составами гидрофобными профилактическими (далее – СГП) оказывает влияние на транспортно-эксплуатационные свойства асфальтобетонных покрытий посредством воздействия на их верхний слой [1–3].

При распределении на покрытии СГП, заполняя его микротрещины и дефекты, проникают в объем асфальтобетона, осуществляют гидрофобизацию поверхности и оказывают влияние:

- на физико-механические свойства (таблица 1) согласно СТБ 1033–2016;
- эксплуатационные характеристики (коэффициент сцепления с капитальным или облегченным типом дорожной одежды согласно ТКП 45-3.03-19 и ТКП 45-3.03-227 должен быть не менее 0,35 при его измерении автомобильной установкой ПКРС-2 по ГОСТ 30413 или другими средствами измерений согласно СТБ 1566, показания которых должны быть приведены к показаниям ПКРС-2).

Одновременно с этим представляет интерес влияние профилактической обработки на битум. Определение эластичности битума БНД 70/100, а также с добавкой 5, 10, 15 % СГП выполняли по методике согласно СТБ 1220–2020.

Таким образом, водонасыщение, остаточную пористость, коэффициент морозостойкости и коэффициент сцепления можно считать основными, а влияние на материалы асфальтобетонного покрытия (битум) дополнительными критериями, характеризующими эффективность применения профилактических композиций, направленных на улучшение или замедление ухудшения существующих до обработки свойств асфальтобетонного покрытия.

Исследование влияния профилактической обработки на водонасыщение асфальтобетонной смеси

Определение количества воды, поглощенной образцом при заданном режиме насыщения, определяли согласно СТБ 1115-2013. Полученные результаты позволяют установить закономерности влияния содержания компонентов СГП на водонасыщение обрабатываемого покрытия (рисунок 1).

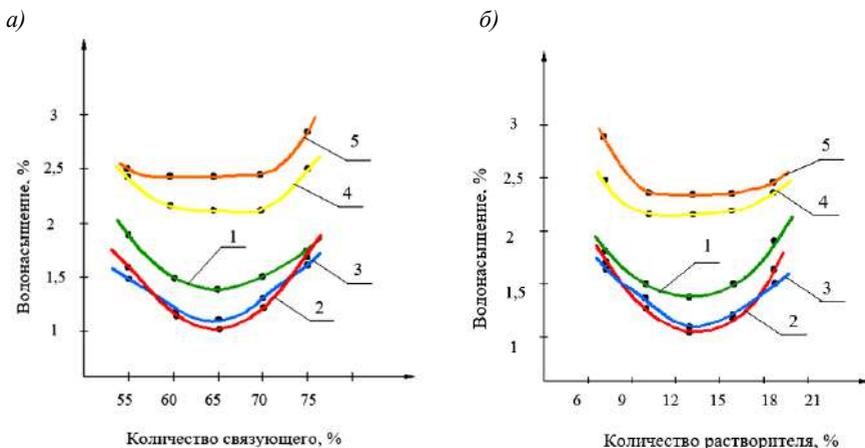


Рисунок 1 – Влияние количества материалов (*а* – количество связующего; *б* – количество растворителя) СГП на водонасыщение асфальтобетонных образцов (1 – тип А; 2 – тип Б; 3 – тип В; 4 – тип Г; 5 – тип Д)

Анализируя полученные результаты, стоит отметить снижение водонасыщения у обработанных образцов на 30–40 %, при этом следует признать, что наиболее высокие гидрофобные свойства были выявлены у 3-го варианта рецептуры СГП, имеющего мас. %: связующее (нефтешлам) – 70; минеральный наполнитель (дефекат) – 12; органический растворитель (керосин) – 13; гидрофобизатор – остальное. Худшие показатели гидрофобных свойств у вариантов 1 и 5 ввиду слишком большого и недостаточного количества растворителя соответственно.

Исследование влияния СГП на морозостойкость асфальтобетонной смеси. Оценка влияния профилактической обработки на морозостойкость асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги может быть получена посредством анализа коэффициента морозостойкости. Сущность метода заключается в оценке потери прочности при сжатии предварительно водонасыщенных образцов, приготовленных в лаборатории согласно СТБ 1115–2013, после воздействия на них 50 циклов замораживания-оттаивания.

Проведение испытаний и обработку результатов произвели согласно СТБ 1115–2013.

Полученные результаты позволяют установить закономерности влияния содержания компонентов СГП на коэффициент морозостойкости обрабатываемого покрытия (рисунок 2).

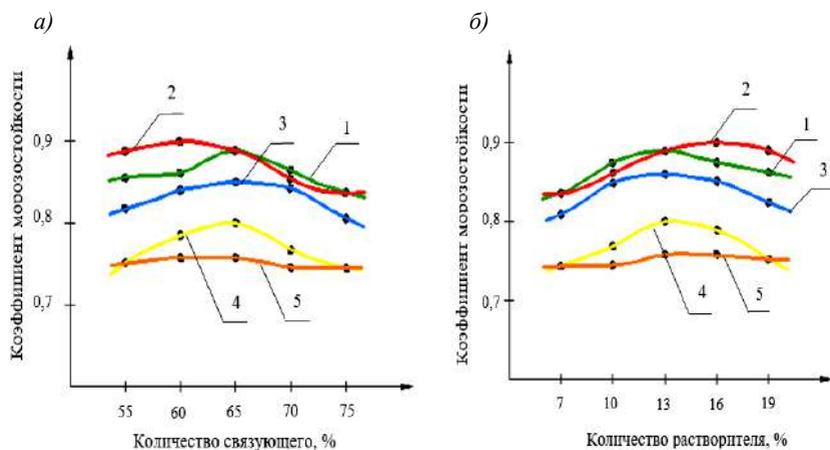


Рисунок 2 – Влияние количества материалов (а – связующее; б – растворитель) СГП на коэффициент морозостойкости асфальтобетонных образцов:
 1 – тип А; 2 – тип Б; 3 – тип В; 4 – тип Г; 5 – тип Д

Анализ рисунка 2 показывает, что у образцов из асфальтобетонной смеси типа Б наблюдается наиболее высокий коэффициент морозостойкости, что может быть обусловлено однородностью материала и равномерным проникновением в его объем СГП. Для образцов из асфальтобетонных смесей типов В, Г и Д (вследствие наличия в их составе значительного количества мелкофракционных минеральных компонентов) и типа А, у которого количество крупного заполнителя (свыше 50 до 65 % от массы) и вяжущего (4,5–5,5 % от массы) СТБ 1033–2016 не обеспечивает достаточную гомогенность и равномерное проникновение СГП в объем материала при обработке.

Исследование влияния СГП на остаточную пористость асфальтобетонной смеси. Оценка влияния СГП на остаточную пористость асфальтобетонной смеси выполнена на образцах согласно методике, изложенной в СТБ 1115–2013, полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний по определению остаточной пористости

Показатель	Тип асфальтобетона, из которого изготовлены керны	Способы обработки			
		Чистый образец (средний по результатам 3 испытаний)	Рецептуры СГП (средний по результатам 3 испытаний)		
			2	3	4
Остаточная пористость, %	Тип А	1,6	1,3	1,2	1,35
	Тип Б	2,9	2,4	2,4	2,5

Анализируя полученные результаты стоит отметить, что уменьшение остаточной пористости на 12–25 % свидетельствует об эффективности профилактической обработки. При этом анализ полученных результатов показывает, что наиболее низкие значения остаточной пористости обеспечивает 3-й вариант рецептуры СГП.

Исследование влияния профилактической обработки на коэффициент сцепления асфальтобетонного покрытия. При проведении лабораторных испытаний на установке ТММ-32 было выполнено сравнение значений коэффициента сцепления у чистых образцов, а также образцов, которые обработаны дорожным клеем, применяемым для увеличения коэффициента сцепления автомобильных колес с дорожным покрытием при проведении соревнований по дрег-рэйсингу, и образцов, которые обработаны СГП (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты определения коэффициента сцепления в лабораторных условиях на установке ТММ-32А

Характеристика образцов		$m_{об}, кг$	$G, Н$	n дел (средний по результатам 5 испытаний)	$F_{тр}, Н$	f (средний по результатам 5 испытаний)
Обработка клеевым составом (PJ-1 Track Bite (США))	Образец 1.1	0,547	5,36	70	4,25	0,595
	Образец 1.2	0,634	6,21	78	4,9	0,592
Обработка СГП	Образец 2.1	0,518	5,08	69	4,2	0,579
	Образец 2.2	0,626	6,13	85	5,0	0,571
Чистый асфальтобетон	Образец 3.1	0,827	8,10	95	6,1	0,536
	Образец 3.2	0,858	8,41	100	6,4	0,541

Кроме того, в данной работе экспериментальное определение коэффициента сцепления непосредственно на обработанном покрытии осуществлялось прибором ударного действия типа ППК конструкции Ю. В. Кузнецова согласно СТБ 1566–2005 и измерителем коэффициента сцепления портативным ИКСп-2М. При проведении испытаний под резиновыми имитаторами поверхность асфальтобетонного покрытия была обработана различными композициями, температура окружающего воздуха составляла +10 °С. Полученные результаты позволяют установить закономерности влияния содержания компонентов СГП на коэффициент сцепления обрабатываемого покрытия (рисунок 3).

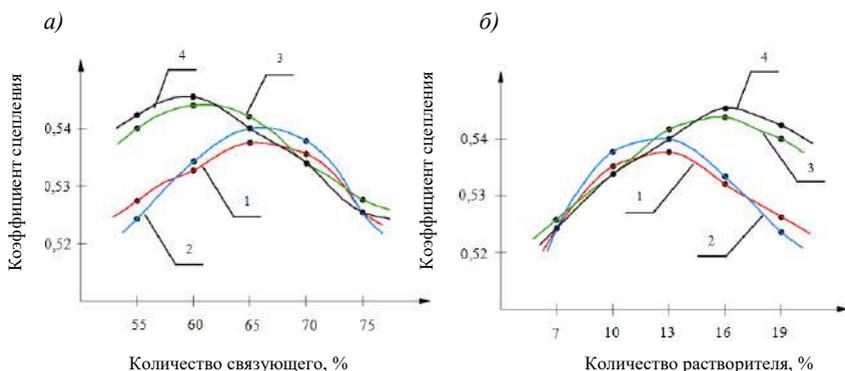


Рисунок 5 – Влияние количества компонентов СГП (*а* – связующее; *б* – растворитель) на коэффициент сцепления асфальтобетонного покрытия:

1, 3 – измерения ПКК через 5 и 20 мин соответственно; 2, 4 – измерения ИКСп-2М через 5 и 20 мин соответственно

Исходя из представленных в работе результатов экспериментальных исследований, можно сделать следующие выводы:

- эффективность СГП подтверждается проведенными исследованиями;
- экспериментально установлены закономерности влияния рецептур СГП на водонасыщение (снижение на 30–40 %), коэффициент морозостойкости (повышение на 10–12 %) и остаточную пористость (снижение на 12–25 %) обработанных асфальтобетонных смесей;
- наиболее оптимальные показатели обеспечивает 3-й вариант рецептуры СГП, имеющий мас. %: связующее (шлам от очистки резервуаров) – 65, минеральный наполнитель – 12, растворитель – 13 и гидрофобизатор – остальное;
- в лабораторных и дорожных условиях установлены закономерности влияния рецептур СГП на коэффициент сцепления. При этом установлено, что обработка СГП повышает коэффициент сцепления на 4–7 % вследствие увеличения адгезии асфальтобетонной поверхности с колесами автотранспортных средств

Список литературы

1 Гидрофобный состав для профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог : пат. ВУ 24097 / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич. – опуб. 30.10.2023.

2 **Петрусевич, В. В.** Исследование влияния состава гидрофобного профилактического «ПРОТЕКТ-01» на физико-механические свойства материалов асфальтобетонных покрытий / В. В. Петрусевич // Наука и техника. – 2023. – № 4. – С. 294–300.

3 **Петрусевич, В. В.** Основные принципы системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов текущего содержания автомобильных дорог / В. В. Петрусевич // Автомобильные дороги и мосты. – 2024. – № 1. – С. 4–13.

Секция I

ВОЕННАЯ ЛОГИСТИКА. ПРОВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОПАГАНДИСТСКОЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ

УДК 623.6:004.94

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ДОРОЖНО-КОМЕНДАНТСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЙСК (СИЛ) В БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЯХ (ОПЕРАЦИИ) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С. С. АСЮТИН¹, Д. Ю. БОГДАНОВ¹, И. В. АКУЛИЧ²

¹Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

²Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В статье определены направления повышения эффективности системы дорожно-комендантского обеспечения войск (сил) в боевых действиях (операции) с использованием структурно-функционального моделирования соответствующей организационно-технической системы (далее – СДКО). В результате моделирования СДКО будут определены ее состав и структура, перечень выполняемых системой задач, а также основные показатели и критерии оценки эффективности системы по ее функциональным свойствам [1, 2].

Эффективное целевое функционирование СДКО по всей совокупности частных задач может быть описано в виде динамики соответствующих показателей результативности в пределах допустимых значений ($R_k^{\phi,i} \geq R_k^{\text{кр},i}$) с учетом ограничений по показателям оперативности и ресурсоемкости, где $R_k^{\text{кр},i}$ – критический, нижний уровень. Невыполнение этого ограничения означает, что в дискретный момент времени значение частного показателя, характеризующего эффективность решения одной или нескольких задач СДКО вышло за пределы допустимого (допустимых). При этом совокупное состояние СДКО может быть охарактеризовано как «нефункциональное», т. е. система не способна функционировать с достаточной эффективностью с учетом возложенных на нее задач (иначе – неспособна).

При подготовке, а также на различных этапах ведения войсками (силами) боевых действий (операции) нагрузка (содержание и объем возлагаемых

задач) на СДКО будет различной. Неравномерными будет также и интенсивность воздействия на систему со стороны противника и динамика собственных функциональных возможностей системы, которая, как правило, характеризуется тенденцией к снижению:

$$\Delta R^\Phi = 1 - R^\Phi(t) \text{ при } \Delta R^\Phi \rightarrow 1, R^\Phi(t) \rightarrow R^{\text{кр}} \text{ или } R^\Phi(t) \rightarrow R^{\text{разр}}, \quad (1)$$

где ΔR^Φ – показатель снижения результативности функционирования СДКО по i -й задаче; $R^\Phi(t)$ – показатель результативности функционирования СДКО в линейное время t ; $R^{\text{кр}}$ – уровень результативности функционирования СДКО, с достижением которого она начинает разрушаться (необходимо восстановление ее боеспособности); $R^{\text{разр}}$ – уровень функциональности невосстановимо СДКО.

Это означает, что в ходе специальных и боевых действий (операции) значения показателей ($R_k^{\Phi,i}$) будут уменьшаться или колебаться от верхнего предела ($R_k^{\Phi,i} = 1$) к нижнему и с течением времени достигнут критического уровня ($R^{\text{кр}}$). При этом верхний предел функционирования СДКО, как правило, определяется с учетом военно-экономической целесообразности. Его превышение ($R_k^{\Phi,i} > 1$) либо нецелесообразно (например, снижает мобильность и живучесть ЧУТ), либо требует неоправданно высоких материальных затрат.

Таким образом, основная цель рациональной организации СДКО заключается в создании и поддержании такой конфигурации (состава и структуры) системы, которая обеспечивает нахождение значений всех существенных параметров системы в области ее устойчивого функционирования

$$(\Delta R^\Phi = 1 - R^\Phi(t) \in (R^{\text{кр}}, 1) \text{ при } \Delta R^\Phi \rightarrow \min). \quad (2)$$

Подводя итог, стоит отметить, что устойчивое функционирование системы в условиях воздействия комплекса негативных факторов возможно только путем целенаправленного воздействия на каждую из входящих в ее состав подсистем. На основе полученных результатов могут разрабатываться рекомендации по оптимизации состава, структуры и процессов функционирования СДКО в прогнозируемых условиях.

Список литературы

- 1 Цивилев, А. А. Эксплуатация военно-автомобильных дорог : учеб. пособие / А. А. Цивилёв, Э. П. Кучинский. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 221 с.
- 2 Богданов, Д. Ю. Научно-прикладные аспекты моделирования, оценки и повышения эффективности системы тылового обеспечения войск (сил) в военное время : [монография] / Д. Ю. Богданов. – Минск : ВА РБ, 2022. – 320 с.

МНОГООБОРОТНЫЕ СРЕДСТВА КРЕПЛЕНИЯ ТЕХНИКИ НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

С. В. КИРИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Успешное выполнение задач по предназначению воинскими частями и подразделениями Вооруженных Сил Республики Беларусь зависит от своевременной доставки их в районы предназначения, а также от своевременного снабжения войск.

Важным этапом, требующим значительных затрат времени при выполнении воинских перевозок, является погрузка вооружения, военной и специальной техники (далее – ВВСТ) на открытый подвижной состав. Продолжительность погрузки и выгрузки воинских эшелонов значительно зависит от способов закрепления ВВСТ на железнодорожном подвижном составе, обученности личного состава воинских эшелонов правилам погрузки, размещения и крепления ВВСТ на железнодорожном подвижном составе, подготовки водителей (водителей-механиков), а также перевозимой техники [1].

В настоящее время крепление ВВСТ на железнодорожном подвижном составе в основном осуществляется при помощи деревянных упорных брусьев и проволочных растяжек.

У этих способов крепления есть ряд недостатков:

1 Проволоку, гвозди, а в некоторых случаях и деревянные бруски, для крепления ВВСТ на железнодорожном подвижном составе можно использовать только один раз.

2 Закрепление проволочными растяжками и деревянными брусками требует определённых навыков у личного состава и значительного запаса времени на их установку.

3 Существует вероятность ослабления проволочных растяжек в пути следования, что приводит к необходимости их периодического подкручивания [2].

Для крепления гусеничной техники на железнодорожном подвижном составе используются металлические шпоры (рисунок 1). Данные шпоры имеют ряд недостатков. Например, при закреплении ВВСТ данным способом, шпора препятствует перемещению закрепленной машины только в поперечном направлении. Для предотвращения перемещения гусеничной машины в продольном направлении необходимо, чтобы у перевозимого образца ВВСТ была исправна тормозная система. В состав современных комплектов металлических шпор (например, шпоры Ш-188 (рисунок 2), используемые для закрепления модернизированных танков Т-72Б3), помимо самих металлических шпор, предназначенных для крепления образца ВВСТ

на железнодорожной платформе, входят скобы стопорения гусениц (Ш-188) (рисунок 3), которые препятствуют перемещению образца ВВСТ в продольном направлении.



Рисунок 1 – Металлическая шпора



Рисунок 2 – Шпора Ш-188



Рисунок 3 – Скоба Ш-188

Кроме того, для крепления колесной техники используются многооборотные средства крепления.

1 Универсальные многооборотные крепления УМК ЛК-00.000РЭ.

Применяются для закрепления военной колесной техники массой до 16 тонн, диаметром колеса техники до 1260 мм, при её перевозке железнодорожным транспортом в составе воинских эшелонов и транспортов под охраной. Комплект УМК ЛК состоит из четырех продольных, четырех поперечных упоров, дополнительных элементов крепления (четырёх крепёжных планок, двадцати четырёх саморезов) и одного Г-образного ключа (рисунок 4).



Рисунок 4 – Крепление колесной техники на базе МЗКТ-500200 при помощи УМК ЛК-00.000РЭ

2 Многооборотные средства крепления колесной техники МККТ Л1.

МККТ Л1 предназначены для крепления колесной техники (автомобилей, тягачей, прицепов и установок, смонтированных на их базе) на железнодорожном подвижном составе для перевозки в составе воинских эшелонов и транспортов под охраной и без охраны массой до 20,6 тонн диаметром колеса до 1260 мм (рисунок 5).



Рисунок 5 – Крепление техники при помощи МККТ Л1

К недостаткам данных многооборотных средств крепления можно отнести массу самих комплектов (она составляет 153,55 кг для МККТ Л1 и 271 кг для УМК ЛК), что не позволяет быстро и безопасно их переносить к месту погрузки экипажами машин. Кроме того, цепи, используемые в качестве растяжек, также имеют довольно большую массу.

Вместо тяжелых цепных растяжек для закрепления ВВСТ предлагается использовать более легкие стяжные ремни (рисунок 6). Стяжные ремни оснащены храповым механизмом, который предотвращает ослабление растяжек в пути следования.

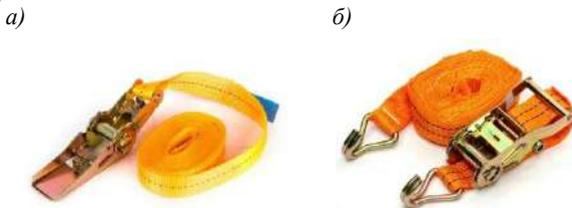


Рисунок 6 – Стяжные ремни:
а – однокомпонентный, б – двухкомпонентный

Применение стяжных ремней позволит:

- 1) сократить время на погрузку (выгрузку) и закрепление ВВСТ на железнодорожном подвижном составе, а также уменьшить сроки доставки воинских эшелонов и транспортов к месту назначения;
- 2) уменьшить массу крепежного материала;
- 3) существенно снизить затраты Министерства обороны Республики Беларусь на материалы, применяемые для закрепления ВВСТ при перевозке железнодорожным транспортом.

Список литературы

- 1 Кирик, С. В. Анализ средств крепления техники на железнодорожном подвижном составе / С. В. Кирик // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. А. Поддубного ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 85–88.
- 2 Кирик, С. В. Повышение эффективности воинских перевозок / С. В. Кирик, Д. В. Малашков // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. А. Поддубного ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 38–39.

ЕВРО-АЗИАТСКАЯ ИНТЕРМОДАЛЬНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

*В. В. ЛЕВТРИНСКИЙ, С. В. КИСЕЛЕВА, В. Г. ШЕВЧУК,
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Белорусская железная дорога связана с железными дорогами сопредельных стран: Латвии (*Latvijas dzelzceļš*), Литвы (*Lietuvos Geležinkeliai*), Польши (*Polskie Koleje Państwowe*), России (Российские железные дороги) и Украины (Укрзалізниця). Белорусская железная дорога выполняет 63 % грузооборота в стране, доля пассажирооборота железнодорожного транспорта в общем пассажирообороте транспортной системы Республики Беларусь составляет порядка 33 % [1]. Обеспечивается формирование около 2 % ВВП, 2,1 % всех налоговых поступлений в бюджет страны.

Географическое положение Республики Беларусь предопределило ее роль в качестве транзитной дорожной державы, а железные дороги – это важнейший элемент транспортной системы государства и в то же время мощная централизующая сила, без которой немислимо его экономическое, социальное и культурное развитие. Белорусская железная дорога представляет собой одну из важнейших отраслей экономики республики, поскольку производственные, торговые и другие сферы непосредственно зависят от ее состояния и надежной работы. Для страны, строящей свой суверенитет и одновременно имеющей теснейшие связи с соседями, железная дорога составляет одно из основных национальных достояний. Республика Беларусь находится на перекрестке основных транспортных маршрутов, связывающих государства Западной Европы с Востоком, регионы Черноморского побережья со странами Балтийского моря.

Территорию Беларуси пересекают два общеевропейских транспортных коридора, определенных по международной классификации на Второй общеевропейской конференции по транспорту на о. Крит (Греция) в марте 1994 г. под номером II (Запад – Восток) и под номером IX (Север – Юг) с ответвлением IX-В.

23 января 1995 г. Россия, Беларусь, Польша и Германия при участии Комиссии Европейского Союза подписали Меморандум о взаимопонимании по развитию транспортного коридора под номером II. Открытие внутренних водных путей для иностранного судоходства на участке Азов – Астрахань, использование преимуществ Северного морского пути для международных перевозок позволит создать уникальные условия для функционирования сбалансированной по техническим и эксплуатационным параметрам Евро-Азиатской интермодальной транспортной системы (объединяет различные

виды транспорта, устанавливает единые специальные типы подвижного состава, инфраструктуры пересадочных узлов и терминалов и др.)

Мультимодальная перевозка грузов – транспортировка грузов по одному договору, но выполненная по меньшей мере двумя видами транспорта; перевозчик несёт ответственность за всю перевозку, даже если эта транспортировка производится разными видами транспорта (например, железной дорогой, морским транспортом, автомобильным транспортом и т. д.). Перевозчик при этом не должен обладать всеми видами транспорта, и в практике это чрезвычайно редкое явление. Такая перевозка часто осуществляется субперевозчиками (в морском праве называемыми действительными перевозчиками). Перевозчик, ответственный за всю перевозку, называется мультимодальным транспортным оператором (МТО).

Мультимодальная перевозка грузов с использованием ИТЕ (интермодальной транспортной единицы) называется интермодальной перевозкой грузов. Груз находится в ИТЕ на всем протяжении пути.

Интермодальная перевозка грузов – система организации перевозки груза с использованием нескольких видов транспорта. Перевозка груза в ИТЕ выполняется под ответственность одного оператора-перевозчика, по единому документу, по варианту «от двери до двери», которая оплачивается по единой сквозной ставке, с освобождением грузоотправителя от забот в части выбора маршрута, средств транспорта, станций (портов) отправления, перегрузочного оборудования, складских помещений и пр. [4].

В качестве ИТЕ применяют контейнеры – многооборотное транспортное оборудование, которое совмещает функции транспортной тары и укрупненной грузовой единицы. Процесс массовой контейнеризации транспорта и экономики начался в 60-е гг. XX в., иногда называется «мировой контейнерной революцией».

Малком Перселл Маклин (англ. Malcom Purcell McLean; 14 ноября 1913 г., Макстон, Северная Каролина, США – 25 мая 2001 г., Нью-Йорк) – американский предприниматель, осуществивший революцию в международной торговле путём внедрения контейнерных перевозок. Международный зал морской славы объявил Малкома Маклина человеком столетия. В день его похорон подали сигнал контейнерные суда всего мира [5].

ДФЭ (двадцатифутовый эквивалент), TEU (*twenty foot equivalent unit*), – условная единица измерения количественной стороны транспортных потоков, пропускной способности контейнерных терминалов или вместимости транспортных средств. Эквивалентна размерам контейнера длиной 20 футов (6,1 м). Несмотря на то, что TEU является мерой объёма, можно оценить наибольшую массу, приходящуюся на один TEU. Максимально допустимая масса загруженного 20-футового контейнера равна 24 т. Если вычесть вес тары (2,4 т), 1 TEU будет равен 21,6 т. [6].

Для перевозки контейнера по железной дороге нужен специализированный подвижной состав – фитинговая платформа.

К 2024 г. общий объем транзита только за счет изменения торговых отношений составит [7] чуть менее 600 тыс. грузеных ДФЭ при базовом сценарии развития торговли (рисунок 1).



Рисунок 1 – Прогноз динамики транзитных грузоперевозок через территорию России и стран ЕАЭС

Список литературы

1 О Белорусской железной дороге [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://page-title>. – Дата доступа : 13.03.2024.

2 Левтринский, В. В. «Умный» мост – инновации в мостостроении / В. В. Левтринский, В. Г. Шевчук // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 76–82.

3 Шевчук, В. Г. Интеллектуализация автострэд: от дорожных знаков и указателей до систем «умное шоссе» / В. Г. Шевчук, В. В. Левтринский // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 105–111.

4 Бутов, А. М. Рынок перевозок грузов железнодорожным транспортом / А. М. Бутов. – М. : НИУ ВШЭ, 2016. – 68 с.

5 Малком Маклин: человек XX века [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://top-fwz1.mail.ru>. – Дата доступа : 13.03.2024.

6 Колик, А. В. Комбинированные железнодорожно-автомобильные перевозки в цепях поставок / А. В. Колик. – М. : Техполиграфцентр, 2018 г. – 301 с.

7 Перспективы развития мировой экономики (ПРМЭ). Замедление роста, неустойчивый подъем. МВФ, 9 апреля 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2019/03/28/world-economic-outlook-april-2019>. – Дата доступа : 13.03.2024.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА КРЕПЛЕНИЯ ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ В СОСТАВЕ ВОИНСКИХ ЭШЕЛОНОВ И ТРАНСПОРТОВ

Р. О. ПУЗАНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современная военная техника представляет собой сложные и мощные машины, способные выполнять широкий спектр задач на поле боя. Однако, помимо их боевых характеристик, важным аспектом является их безопасная и эффективная транспортировка. В контексте современных военных операций, где скорость и мобильность играют решающую роль, обеспечение быстрой и надежной транспортировки гусеничной техники становится неотъемлемой частью стратегического планирования.

Системы крепления гусеничной техники на транспортных средствах приобретают особое значение в современных условиях, где оперативность доставки техники на место действия и ее сохранность становятся ключевыми факторами успеха в боевых операциях. Именно поэтому тема средств крепления гусеничной техники привлекает все большее внимание как в среде военных стратегов и инженеров, так и в области научных исследований и разработок.

Закрепление на платформах танков и других ВГМ с исправными тормозными устройствами и ходовой частью, расположением центра массы над полом платформ не выше 1,5 м можно осуществлять одним из следующих способов:

- универсальными многооборотными креплениями (первый способ);
- металлическими шпорами (второй способ);
- деревянными упорными брусками и проволочными (табельными) растяжками (третий способ);
- металлическими упорными башмаками и деревянными вкладышами (четвертый способ);
- деревянными упорными брусками и вкладышами (пятый способ);
- струбцинами-растяжками и струбцинами (шестой способ).

Для перевозки гусеничной техники в основном используются второй и третий способы крепления. Эти способы имеют недостатки:

- металлические гвозди и проволка, которые являются одноразовыми средствами крепления;
- при использовании металлических шпор техника закрепляется только от поперечного смещения [1].

Следовательно, в современных условиях необходимо совершенствовать способы крепления техники.

Данная проблема отчасти была решена следующим способом:

1 Для крепления танков Т-72Б3 используются шпоры Ш-188, которые служат для закрепления техники от поперечного смещения, и скобы С-188, которые служат от продольного смещения техники (рисунок 1).



Рисунок 1 – Выгрузка танка Т-72Б3

2 УМК-СР применяется для перевозки гусеничной техники (БМП-1, БМП-2 и установок, смонтированных на их базе) массой до 14.0 тонн, с шириной трака гусениц не более 300 мм при их транспортировании на железнодорожных платформах в составе воинских эшелонов и транспортов с сопровождением. В состав комплекта входят скоба с фиксатором, стержень с захватом, клин, гайка, шайба, растяжка жесткая для (рисунок 2) [2].

В процессе эксплуатации металлические элементы растяжки могут подвергаться коррозии, поэтому в качестве растяжек предлагается использовать многоразовые крепёжные ремни.



Рисунок 2 – Закрепление гусеничной техники при помощи комплекта УМК-СР

Крепежные многоразовые ремни и ленты с регулируемой длиной и защелками для быстрого крепления, а также стальные цепи с натяжителями для тяжелой техники из высокопрочного полиэстера выдерживают нагрузку до 15 тонн (длина от 1 до 15 метров).

Данные ремни и ленты имеют большой ряд преимуществ по сравнению с металлической проволокой и гвоздями, которые сейчас используются для крепления гусеничной техники. Их применение ограничено, т. к. они имеют одноразовое свойство. Многоразовые ремни и ленты, за счет того, что они сделаны из полиэстера, а не из металла, можно использовать несколько раз (рисунок 3).



Рисунок 3 – Использование ремней при перевозке гусеничной техники

В заключение, можно сказать что, инновационные подходы в сфере современных средств крепления гусеничной техники для перевозки в составе воинских эшелонов и транспортов представляют собой значительный шаг вперед в обеспечении безопасности, эффективности и готовности военных операций.

Внедрение крепежных ремней позволит сократить время на погрузочно-выгрузочные операции, снизить риски травмирования военнослужащих и повысить боеготовность подразделений.

Список литературы

1 Гордюк, А. Г. Военные сообщения : учеб. пособие / А. Г. Гордюк, М. Г. Козлов. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 265 с.

2 Кирик, С. В. Анализ средств крепления техники на железнодорожном подвижном составе / С. В. Кирик // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. А. А. Поддубного ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 85–88.

ВОЕННАЯ ЛОГИСТИКА

О. В. РАБУС

Комендатура военных сообщений (железнодорожного участка и станции Гомель) управления военных сообщений, Республика Беларусь

Во все времена и эпохи функционирование общества и государства было невозможно без чётко выстроенного снабжения. Снабжения продовольствием, промышленными и повседневными товарами.

Наравне с мирным развитием, общество также вело войны. Локальные и глобальные конфликты являются частью человечества с древнейших времён. Армия нуждается в регулярном, бесперебойном и отлаженном снабжении абсолютно всем. От сугубо гражданских потребностей в виде одежды, обуви и предметов быта, до специальных военных потребностей, таких как боеприпасы, военная техника, оружие, запчасти, медицина и многое другое.

Военная логистика отличается от гражданской логистики во многих отношениях. Военная логистика сосредоточена на обеспечении вооружённых сил предметами снабжения и услугами, необходимыми им для выполнения своей миссии, которая может включать обеспечение потребностей персонала в зонах боевых действий, транспортировку предметов снабжения и оборудования, а также координацию передвижения персонала и оборудования. Гражданская логистика, с другой стороны, сосредоточена на эффективном перемещении товаров и услуг между поставщиками и клиентами и включает в себя такие виды деятельности, как управление запасами, транспортировка и обслуживание клиентов. Кроме того, военная логистика требует более сложного уровня планирования и координации из-за уникального характера военных операций и необходимости действовать в различных условиях.

Но прежде чем построить идеальную систему, нужно разобраться в проблемах и обозначить слабые точки. Итак, проблемы военной логистики:

1 Удовлетворение потребности в быстрой доставке. Потребность вооружённых сил в быстрой доставке предметов снабжения и материалов может стать проблемой для специалистов по планированию материально-технического обеспечения.

2 Обеспечение надлежащего уровня запасов. Может быть трудно поддерживать надлежащий уровень запасов из-за неопределённости спроса, непредсказуемой погоды и других переменных.

3 Соответствие особым требованиям. У военных есть уникальные требования, когда дело доходит до поставок, такие как конкретные специфика-

ции для определенных предметов. Логисты должны обеспечить выполнение этих требований.

4 Адаптация к меняющимся условиям. Военным, возможно, потребуются быстро изменить свою сеть поставок в соответствии с меняющимися сценариями, такими как развертывание в новом регионе или реагирование на чрезвычайную ситуацию.

5 Обеспечение безопасности поставок. Обеспечение безопасности поставок может быть сложной задачей в опасных или нестабильных регионах. Логисты должны разрабатывать системы и процессы, обеспечивающие сохранность поставок.

6 Отслеживание и запись. Ведение точного учета поставок и материалов имеет решающее значение для эффективного управления логистикой. Логисты должны обеспечить, чтобы все поставки и материалы отслеживались, регистрировались и учитывались.

7 Использование технологий. Логисты должны уметь использовать новейшие технологии для обеспечения точного и эффективного управления логистикой.

Проблемы обозначили и вроде бы они на первый взгляд крайне тесно переплетаются с проблемами гражданской логистики, вот только в случае разрыва цепочек поставок или непрогнозируемого увеличения логистических плеч последствия могут быть самыми печальными, а порой и катастрофичными.

Как решить проблемы военной логистики?

1 Внедрять передовые технологии. Военные должны инвестировать в передовые технологии, такие как искусственный интеллект, роботизированные системы и автоматизация, для повышения эффективности логистических операций.

2 Создайте централизованную систему логистики. Создавая централизованную систему логистики, военные могут лучше управлять запасами, оптимизировать процессы и снизить затраты.

3 Улучшить подготовку. Важно улучшить подготовку военного персонала в области логистических операций для обеспечения точности и эффективности.

4 Улучшить коммуникацию. Важно улучшить коммуникацию между отделами материально-технического обеспечения и военным персоналом для обеспечения бесперебойных операций.

5 Оптимизировать процессы. Оптимизация логистических процессов может помочь снизить затраты и повысить эффективность.

6 Стимулировать сотрудничество. Важно развивать сотрудничество между отделами материально-технического обеспечения и другими подразделениями вооруженных сил для обмена передовым опытом и улучшения координации.

Несмотря на специфичный подход к военным грузоперевозкам, доверить военную логистику можно гражданским специалистам. Гражданские специалисты обладают знаниями и опытом для предоставления широкого спектра услуг по материально-техническому обеспечению, от стратегического планирования до тактической реализации. Гражданские специалисты также могут оказывать поддержку в таких областях, как управление цепочками поставок, управление запасами и активами, а также управление транспортной.

Требования к специалистам по военной логистике:

- знание принципов, практик и процедур логистики;
- отличные организационные навыки и навыки решения проблем;
- возможность управлять несколькими задачами одновременно;
- способность работать под давлением и соблюдать сроки;
- сильные коммуникативные и межличностные навыки;
- способность следовать инструкциям и работать независимо;
- предпочтителен военный опыт;
- может потребоваться допуск секретности для определённых операций.

Список литературы

1 **Лисейчиков, Н. И.** Военная логистика / Н. И. Лисейчиков. – Минск : НИИ ВС РБ, 2020. – 449 с.

2 **Военная логистика** [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://novelco.ru/>. – Дата доступа : 23.03.2024.

УДК 656.212

СУЩЕСТВУЮЩИЙ ПОРЯДОК ПЛАНИРОВАНИЯ ПОДВОЗА МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВОЙСКАМ. ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В. П. СТЕПУК

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь», г. Минск

Планирование и организация подвоза материальных средств (МС) войскам – это сложный процесс, при осуществлении которого органам управления тыловым обеспечением (ТыЛО) оперативного объединения (ОО) необходимо решать ряд задач:

- определение потребности в подвозе МС войскам;
- определение возможностей автомобильного и железнодорожного транспорта и потребности в нем;

- распределение объема задач по участкам подвоза и между видами транспорта;
- проведение расчетов на выполнение погрузочно-выгрузочных работ;
- планирование и организация движения на военно-автомобильных дорогах (далее – ВАД), путях подвоза и эвакуации (далее – ППЭ).

Для того, чтобы успешно решать эти задачи, своевременно и качественно спланировать и организовать подвоз МС войскам, органы военного управления ТыЛО должны умело владеть научно-методическим аппаратом в виде математических зависимостей и применять его по определенным методикам.

При анализе существующих на сегодняшний день методик для выполнения расчетов по планированию подвоза исходят в первую очередь из наличия времени на принятие решения и опираются на элементарную математику. Так, при наличии достаточного количества времени (последовательном методе работы органов военного управления тыловым обеспечением) на принятие решения расчеты могут выполняться в полном объеме, позволяющем получить наиболее точные результаты. При ограниченном времени (параллельном методе работы) расчеты, как правило, выполняются по методикам ускоренного (оперативного) расчета, которые позволяют в короткие сроки получить результаты, но с неточностями (погрешностями).

В основном органами управления ТыЛО ОО применяется методика упрощенного (оперативного) расчета, не учитывающая множество факторов и показателей, влияющих на эффективность системы подвоза МС войскам. Исследования применения данной методики указывают на отсутствие существенных показателей (исходных данных), использование которых существенно повысит рациональность принимаемых решений по подвозу с целью получения наиболее точных прогнозируемых результатов:

- при расчетах возможностей автомобильного транспорта необходимо учитывать объемно-массовые характеристики грузов, расчетные показатели выхода техники из строя, плановых ремонтов и необходимости нахождения определенного процента техники в резерве;

- при определении потребности в подвозе МС в ходе ведения боевых действий (операции) стоит акцентировать внимание на интенсивности расхода и потерь и достоверности прогнозных данных. Данные по потребности МС будут иметь как детерминированный, так и стохастический характер. Поэтому при планировании необходимо использовать методики, учитывающие ошибки прогноза и реальные (фактические) данные, т. е. в процессе расчета на планируемый период учитывать ошибку прогноза, имевшую место в текущем периоде.

Таким образом, применение существующих методик-расчетов по планированию подвоза МС войскам, проводимых в ходе планирования ТыЛО боевых действий (операций), заставляют сомневаться в их адекватности и не

позволяют системе подвоза МС ОО своевременно адаптироваться под изменения тактико-тыловых показателей.

Исходя из проведённого анализа, можно сделать вывод, что планирование и организация подвоза МС в ходе подготовки и ведения боевых действий (операций) требует усовершенствования, а именно:

– усовершенствования научно-методического аппарата, применяемого для планирования подвоза МС войскам ОО;

– создания комплексной методики рационального планирования подвоза МС войскам ОО;

– внедрения методов и средств компьютерного моделирования, в том числе имитационного моделирования на основе работы транспортно-логистических систем.

В перспективе совершенствование методов и методик планирования подвоза МС войскам ОО целесообразно рассматривать с применением технологий искусственного интеллекта. При этом важнейшее значение будет иметь разработка и применение имитационных моделей системы подвоза материальных средств, которые в перспективе могут использоваться в том числе и для обучения искусственного интеллекта.

УДК 656.212.7/8.073.2

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПОГРУЗОЧНО-ВЫГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ГРУЗОВОГО МЕСТА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ВОИНСКИХ ПЕРЕВОЗОК

С. Н. ТИМАШКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Действующую методику расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции для погрузки воинских грузов с учетом методики расчета времени, необходимого на погрузку воинского эшелона [1, с. 180–182] можно представить в следующем виде:

$$E_M = \frac{T_{п}K}{t_{под}bg + t_{норм} + a(2t_1 + t_2) + t_{присм}d + t_3 + t_{форм}kc + t_4}, \quad (1)$$

где $T_{п}$ – продолжительность времени погрузки-выгрузки; K – коэффициент неполного использования места из-за различия норм на погрузку-выгрузку и неравномерность прибытия-отправления поездов (принимается 0,75–0,80); $t_{под}$ – время, необходимое на выполнение подготовительных мероприятий (осмотр подвижного состава, открытие бортов, инструктаж личного состава,

распределение крепежного материала и мостков, подготовка и рассредоточение ВВСТ), принимается равным 60 мин, но может уменьшаться при выполнении подготовительных мероприятий заблаговременно; b – коэффициент, учитывающий увеличение времени на выполнение подготовительных мероприятий в случае подачи воинского эшелона под погрузку по частям (если $a = 1$, то $b = 1$; если $a = 2$, то $b = 1,5$; если $a = 3$, то $b = 2$, $a = 4$, то $b = 2,5$ и т. д., a – число подач); g – коэффициент, учитывающий увеличение времени на очистку железнодорожного подвижного состава от снега и посыпку его песком (принимается в зимних условиях в зависимости от обильности снегопада от 1,5 до 2,0); $t_{\text{норм}}$ – норма времени на размещение и крепление ВВСТ воинского эшелона на железнодорожном подвижном составе; a – число подач при погрузке воинского эшелона, зависит от вместимости погрузочного пути и длины состава эшелона; t_1 – время, необходимое на подачу (уборку) вагонов к месту (с места) погрузки (принимается в зависимости от расстояния подачи (уборки) вагонов. При расстоянии до 1 км – 30 мин, до 5 км – 45 мин, до 10 км – 60 мин, до 20 км – 75 мин); t_2 – время, необходимое на закрепление вагонов и отцепку локомотива (принимается до 15 мин); $t_{\text{присм}}$ – время, необходимое на проведение проверки правильности размещения и крепления ВВСТ специалистами железнодорожного транспорта (принимается из расчета 2 мин на 1 грузовой вагон); d – коэффициент, учитывающий увеличение времени на проведение проверки правильности размещения и крепления ВВСТ при наличии негабаритных и длинномерных единиц ВВСТ, а также наличие у них поворотных частей, узлов и агрегатов (принимается 1,2 при наличии указанных единиц ВВСТ); t_3 – время, необходимое на проведение инструктажа личного состава подразделений и посадку его в вагоны (принимается 20 мин); $t_{\text{форм}}$ – время, необходимое на формирование воинского поезда (закрепление и ограждение состава, зарядку тормозной магистрали состава воздухом, опробование тормозов, коммерческий осмотр железнодорожного подвижного состава, маневровые работы) (принимается 60 мин); k – коэффициент, учитывающий необходимость пропуска (обработки) пассажирских поездов на станции при формировании воинского поезда (принимается 1,2); c – коэффициент, учитывающий увеличение времени на проведение маневровой работы по обеспечению прикрытия вагонов с взрывчатыми материалами (при наличии взрывчатых материалов принимается 1,2); t_4 – время, необходимое на пополнение воинского поезда вагонами попутного следования, подготовку маршрута и введение в график движения грузовых поездов (принимается при длине поезда до 10 условных вагонов $t_4 = 360$ мин, от 11 до 20 вагонов $t_4 = 240$ мин, от 21 до 30 вагонов $t_4 = 180$ мин, свыше 30 вагонов $t_4 = 120$ мин) [2, с. 56].

На основании выполненного анализа элементов указанной формулы можно сделать следующие выводы:

1 Формулы действующей методики расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции для погрузки воинских грузов и методики расчета времени, необходимого на погрузку воинского эшелона, имеют одинаковые обозначения временных элементов с индексами: t_2 , t_3 , t_4 . Данные элементы в двух методиках обозначают время разных технологических операций. Целесообразно в существующую методику расчета внести изменения по данным обозначениям с целью исключения двоякого толкования и понимания применяемых элементов расчета.

2 В методике расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции не применяется ни одного расчетного временного параметра – все временные параметры условны и унифицированы независимо от условий погрузки. В качестве расчетных параметров предлагается рассматривать: t_1 – время, необходимое на подачу вагонов к месту погрузки; t_5 – время на уборку состава после погрузки (выгрузки); $t_{\text{форм}}$ – время, необходимое на формирование воинского поезда (закрепление и ограждение состава, зарядку тормозной магистрали состава воздухом, опробование тормозов, коммерческий осмотр железнодорожного подвижного состава, маневровые работы).

3 Так как погрузочно-выгрузочная способность грузового места на железнодорожной станции определяется в эшелонах/сутки, элемент $T_{\text{п}}$ в исходных данных целесообразно обозначить как T и именовать суточным бюджетом времени, равным 1440 мин.

4 Коэффициент K , как указано в методике, учитывает неполное использование погрузочно-выгрузочного места по причине различных норм на погрузку-выгрузку и неравномерности прибытия (отправления) поездов и принимается 0,75–0,80. Числовое значение данного коэффициента ничем не регламентировано и не обосновано. Если суточный бюджет времени составляет 1440 мин, то с учетом использования данного коэффициента полезное время за сутки по методике уменьшается до 1080–1152 мин, т. е. на 360 и 288 мин соответственно. Эти издержки времени также ничем не регламентированы и необоснованно занижают погрузочно-выгрузочную способность грузового места и станции в целом.

5 Параметр t_3 методики расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции для погрузки воинских грузов, определяющий время на погрузку (выгрузку), целесообразно назвать нормой времени на размещение и крепление ВВСТ воинского эшелона на железнодорожном подвижном составе, и обозначить $t_{\text{норм}}$.

6 Время подачи $t_{\text{под}}$ определяется как время, необходимое на выполнение подготовительных мероприятий и принимается 60 мин. При этом значение данного параметра может уменьшаться при выполнении подготовительных мероприятий заблаговременно. Поэтому для практических целей важно обосновать условное значение, равное 60 мин и определить, на сколько это значение может уменьшаться при выполнении подготовительных мероприятий заблаговременно. При этом целесообразно изменить ин-

декс элемента на $t_{\text{подг}}$ во избежание двоякого понимания операции подачи подвижного состава.

7 Числовые значения коэффициента b в зависимости от числа подач существующей методикой расчета не обоснованы.

8 Если коэффициент g учитывает увеличение времени на очистку железнодорожного подвижного состава от снега и посыпку его песком, то его колеблющееся значение в зимних условиях в зависимости от обильности снегопада от 1,5 до 2,0 предусматривает увеличение времени подготовительных мероприятий $t_{\text{под}}$ от полутора до двух раз (по данной методике – до 2 часов времени).

9 Время t_1 на подачу вагонов к месту погрузки принимается в зависимости от расстояния подачи (уборки) вагонов в весьма широких пределах (от 30 мин для 1 км подачи до 75 мин для 20 км подачи). Целесообразно изменить обозначение данного элемента на $t_{\text{под}}$, нормировать различные варианты подачи (уборки) подвижного состава на места погрузки (выгрузки) воинских грузов с учетом длины расстояния подачи, фронта погрузки (выгрузки) грузов.

10 Параметр $t_{\text{форм}}$ фиксирует время формирования воинского поезда с учетом закрепления и ограждения состава, зарядки тормозной магистрали состава воздухом, опробования тормозов, коммерческого осмотра железнодорожного подвижного состава, величина которого также условно принимается равной 60 мин. Необходимо проанализировать варианты окончания формирования поездов на конкретных станциях согласно технологическому процессу работы станции с возможностью формирования на погрузочно-выгрузочном пути, вытягивания для формирования на опорную станцию и т. д.

11 Коэффициент k учитывает необходимость пропуска (обработки) пассажирских поездов на станции при формировании воинского поезда и принимается равным 1,2. Поэтому и в данном случае целесообразно определить более конкретно его значения, зависящие от целого ряда условий.

12 Время t_4 на пополнение воинского поезда вагонами попутного следования, подготовку маршрута и введение в график движения грузовых поездов принимается при существующей методике расчета от 120 до 360 минут. Необходимо более конкретно изучить данный элемент, так как накопление вагонов на состав поезда не осуществляется на погрузочно-выгрузочных фронтах.

13 В методике расчета времени, необходимого на погрузку воинского эшелона, не учитывается время ожидания погрузки и время ожидания уборки подвижного состава на путь погрузки (выгрузки) воинских грузов. Стоящие в знаменателе действующей методики расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции t_2 и t_4 целесообразно определить как время на ожидание погрузки и уборки соответственно.

14 Необходимо установить целесообразность использования t_2 в методике расчета времени на погрузку воинского эшелона, так как в действующей методике расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции для погрузки воинских грузов данный временной показатель не используется.

15 В существующей методике расчета продолжительности времени, в течение которого производятся погрузочно-выгрузочные операции, следует обратить особое внимание на элементы $t_{\text{форм}}$ и t_4 , определяющие соответственно время, необходимое на формирование воинского поезда и пополнение воинского поезда вагонами попутного следования, подготовку маршрута и введение в график движения грузовых поездов. Эти операции не влияют на занятость погрузочно-выгрузочного пути, а следовательно, не должны сокращать суточный бюджет времени и уменьшать погрузочно-выгрузочную способность грузового места (время на формирование воинского поезда влияет в случае отправки его с погрузочно-выгрузочного пути). Вместо этих элементов следует изучить возможность ввода в формулу ожидания уборки, определяемого переменной t_4 в действующей методике расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на станции [3].

Таким образом, предварительный анализ методики расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции при организации воинских перевозок показал, что отсутствует единое, системное представление с необоснованным использованием многочисленных коэффициентов, многие из которых таковыми не являются и могут быть рассчитаны посредством нормирования технологических операций.

В условиях современных вызовов вопросы качественного транспортного обеспечения воинских перевозок являются определяющими. Поэтому точность оценки наличной пропускной способности инфраструктуры железнодорожных станций лежит в плоскости использования актуальной методики расчета максимального количества воинских эшелонов и транспортов, которое может быть погружено или выгружено в четко обозначенные сроки с соблюдением всех требований безопасности производства погрузочно-выгрузочных и маневровых работ.

Список литературы

1 Тимашков, С. Н. Опыт организации воинских перевозок и погрузки-выгрузки грузов на местах общего пользования железнодорожных станций / С. Н. Тимашков // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов : междунар. сб. науч. тр. – Гомель : БелГУТ, 2023. – Вып. 6 – С. 174–185.

2 Гордюк, А. Г. Военные сообщения : учеб. пособие / А. Г. Гордюк, М. Г. Козлов. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 265 с.

3 Методическое пособие по расчету времени, необходимого на перевозку воинского эшелона. Приказ ЗМОТ – начальника тыла ВС № 10/298 от 10.03.2016 г.

УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ НЕСЕНИЯ СЛУЖБЫ КАРАУЛОВ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ВОИНСКИХ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

А. Д. ТРУБКИН, Н. Г. ГЕНЧИКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящий момент остро стоит проблема отсутствия электричества в вагонах ВОХР.

В данном докладе рассмотрим способы решения данной проблемы, а также затронем эффективность отопления и проветривания вагона.

1 Система преобразования энергии в электрическую

Дизельные генераторы славятся большей экономичностью и моторесурсом, нежели бензиновые. Однако их цена в 1,5–2 раза выше аналога, использующего бензин. Такие электроустановки могут функционировать в самых разных условиях, даже с сильной запыленностью и отрицательными температурами. Дизельные генераторные установки лучше всего подходят там, где сложно подключиться к газовой магистрали. Срок службы у них тоже достаточно долгий.

Дизель-генераторные агрегаты часто применяют для мастерских, на строительных площадках и на производствах. Нередко они встречаются и на промышленных предприятиях как постоянный или резервный источник электроснабжения объекта. При этом они достаточно безопасны и просты в использовании. В последних моделях решили проблему с выделением большого количества шума. Например, дизель-генераторную установку можно разместить в шумозащитном контейнере или кожухе.

Наряду с этим стоит выделить синхронные и асинхронные модели. Первые обладают меньшей точностью, однако отлично подходят для электроснабжения офисов, стройплощадок или холодильных установок. Синхронные модели могут спокойно справиться с электропитанием инструментов и двигателей при реактивной нагрузке до 65 % от своей номинальной мощности. Асинхронные установки обладают высокой точностью, обеспечивая нужное напряжение в сети. Поэтому их можно использовать с оборудованием, чувствительным к перепадам напряжения, например, медицинской аппаратурой. К ним допустимо подключать электрические инструменты и двигатели, реактивная мощность которых составляет до 30 % от номинальной мощности.

2 Компактная приточно-вытяжная установка

Теплый воздух из помещения проходит через очищающий фильтр, поступает в рекуператор и, передав ему большую часть тепла, удаляется при помощи вытяжного вентилятора. Холодный воздух, проходя через очи-

щающий фильтр, поступает в рекуператор, и, получив тепло от удаляемого воздуха, поступает в помещение при помощи приточного вентилятора (рисунок 1).

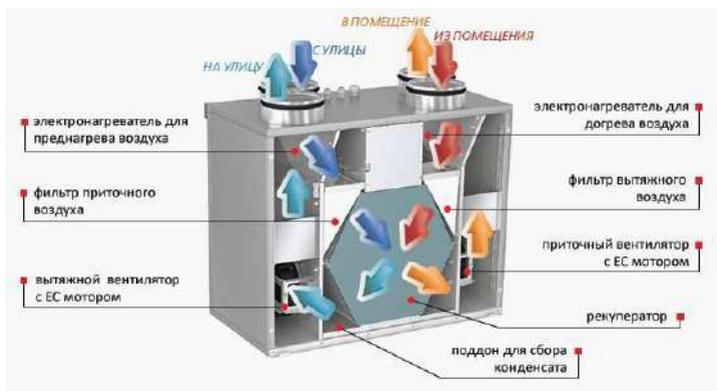


Рисунок 1 – Схема расчета энергопотребления

Рекуператор позволяет значительно уменьшить потери тепловой энергии и затраты на подогрев приточного воздуха в холодный период года.

Чтобы достигнуть высокого качества воздуха в квартире, необходимо настроить бризер на приток оптимального объема. Когда состояние воздуха в норме, можно снизить скорость бризера, чтобы уменьшить энергопотребление.

Основной показатель качества воздуха – уровень CO_2 . В зависимости от него можно настроить работу бризера: для этого достаточно установить датчики углекислого газа или специальные системы, которые позволяют наблюдать за состоянием воздуха в вагоне.

3 Освещение

Энергосберегающие (светодиодные лампы)

Мощность. Оказывает непосредственное влияние на потребление электроэнергии. В разных моделях варьируется от 7 до 250 Вт. Закономерность в этом случае проста: чем выше мощность, тем ярче свет. Важно учитывать, что процентное соотношение мощности с излучением энергосберегающих ламп в 5 раз выше, чем у ресурсов накаливания. То есть, если вы привыкли выбирать обычные лампы мощностью 100 Вт, в случае замены их «экономками», можно остановить выбор на источниках мощностью 20 Вт.

Форма колбы. Весьма вариабельный критерий. Помимо классики, существуют круглые, свечные и прочие версии изделий, выбор которых зависит от технических параметров приборов освещения и предпочтений потребителя.

Срок службы. Долговечность лампочек высчитывают в часах и годах. В среднем светодиодные устройства при оптимальных условиях использования прослужат около 10–15 лет, люминесцентные – 5 лет.

4 Эффективность системы

При мощности генератора 3,2 кВт и эффективном его использовании на 60 % мощности с итоговой мощностью 2 кВт возможно дать питание на приточно-вытяжную установку, а также освещение и 2 розетки для свободного пользования пассажирами.

Расход топлива при таком использовании до 1,5 л/ч, в зависимости от модели генератора и количества потребляемой энергии

УДК 656.254

ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СРЕДСТВ ФОТО- И ВИДЕОФИКСАЦИИ В СИСТЕМУ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ НА УЧАСТКАХ (ОБЪЕКТАХ) ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Я. В. ШУТОВ, П. А. КАЦУБО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современных военных конфликтах одной из важнейших задач эксплуатации автомобильных дорог (далее – АД) является дорожно-комендантская служба (далее – ДКС), организуемая в целях обеспечения непрерывного руководства движением; поддержания установленной очередности, порядка и дисциплины; контроля за соблюдением правил дорожного движения и мер маскировки; защиты, охраны и обороны участков (объектов) транспортной инфраструктуры [1].

Диспетчерский контроль за воинским движением и регулирование движения на участках АД с информированием участников движения о дорожной обстановке является одной из основных задач ДКС.

Организация диспетчерского контроля предусматривает обеспечение бесперебойного пропуска техники на АД в сложных условиях боевой обстановки, что требует четкого и непрерывного управления движением. Управление движением достигается непосредственным регулированием движения на АД посредством развертывания постов регулирования движения (далее – ПРД).

В современных условиях ведения боевых действий важнейшим вопросом является сохранность жизни личного состава в местах выполнения боевых задач.

Для минимизации потерь личного состава на ПРД важно применять современные технологии и методы, обеспечивающие безопасность и оптимизацию процесса диспетчерского контроля:

– автоматизированные системы управления транспортом (использование системы светофорного регулирования и управления движением, которая позволяет снизить роль человека на ПРД и обеспечивает автоматическое регулирование транспортного потока);

– использование камер, датчиков и фотоловушек для мониторинга (установка приборов для наблюдения за дорожным движением может помочь операторам диспетчерского пункта отслеживать текущую обстановку на дороге, выявлять нарушения и реагировать на них, минимизируя необходимость физического присутствия на ПРД);

– системы коммуникации и управления (использование современных средств связи и управления (например, цифровые системы радиации или спутниковая связь) позволяет операторам быть на связи с ПРД без физического присутствия на месте);

Применение этих подходов позволяет эффективно выполнять задачи диспетчерского контроля за транспортным потоком и минимизировать риск для личного состава на ПРД.

Использование фотоловушек для фиксации проходящего транспорта широко распространено в области контроля скорости, учета нарушений и контроля за безопасностью дорожного движения, контроля выполнения установленного порядка и плана движения, что соответствует некоторым задачам, выполняемым ПРД в системе организации ДКС. Камеры возможно устанавливать на дорогах, светофорах, перекрестках и других местах, где необходимо контролировать передвижение техники и личного состава.

Обработка данных и записей с фотоловушек также может быть использована для контроля, учета проходящих машин, а также своевременного обнаружения диверсионно-разведывательных групп (далее – ДРГ) и в последствии – их ликвидации.

Из проведенного анализа можно выделить основные принципы работы фотоловушек [2, 3]:

1 Детекция движения: фотоловушка оборудована датчиками движения, которые реагируют на изменение в инфракрасном спектре от нагретых объектов. Когда датчик регистрирует движение в зоне действия, он активирует камеру.

2 Фиксация изображения: камера фотоловушки срабатывает и фотографирует объект, вызвавший движение. Во многих моделях также может использоваться видеозапись.

3 Запись данных: полученное изображение или видео сохраняется на встроенной памяти или передается через сеть связи для хранения и анализа.

4 Уведомление обнаружения: в ряде случаев фотоловушки снабжены функцией отправки уведомлений или сигнализации обнаружения движения для оперативной реакции на происшествия.

Все фотоловушки делятся на две основные группы: с передачей данных оператору и без мобильной передачи данных.

Приборы с передачей данных целесообразно использовать с целью контроля за обстановкой на участках (объектах) транспортной инфраструктуры. При появлении объекта, излучающего тепло в зоне действия датчика прибора, он отправляет должностному лицу диспетчерского пункта фото или видео с камеры в момент срабатывания датчика. Фото или видео передается по сотовой сети благодаря установленной в фотоловушке сим-карты.

В настоящее время выпускаются камеры, поддерживающие 3G и 4G сети, по которым возможно передавать фото и видео.

Передача данных осуществляется:

1 На электронную почту (фото и видео практически не теряет качества).

2 С помощью мобильного приложения (возможность есть не на всех моделях фотоловушек).

3 Посредством передачи MMS (от англ. *Multimedia Messaging Service* – система передачи мультимедийных сообщений в сетях сотовой связи). Эта функция, как правило, доступна на моделях, которые передают информацию на электронную почту и мобильное приложение. Он оправдан только в местах, где недоступна мобильная интернет-связь, что является актуальным использованием в зоне проведения боевых действий, где зачастую есть только сотовая связь. Этот способ передачи данных имеет существенный недостаток – теряется качество видеоматериала.

Остальные функции мобильных фотоловушек такие же, как и у моделей без передачи данных. Фотоловушки без передачи данных используются, когда нет задачи оперативно реагировать на срабатывание датчика.

Отличаются друг от друга фотоловушки наличием различных настроек и качественными характеристиками.

Самые бюджетные приборы не имеют настроек (есть только кнопка включения). Такие приборы при каждом срабатывании датчика записывают на карту памяти 10-секундное видео и 3 фотографии.

Недостатком таких фиксаторов является низкое качество изображения.

Проведя анализ, можно выделить основные свойства фотоловушек:

1 Автономность и питание: приборы отличаются количеством используемых батареек, возможностью использования аккумуляторов, подключением внешних источников питания. Как правило, производители заявляют полгода автономной работы. Но это относится к работе в режиме ожидания. Реальная автономность зависит от количества срабатываний датчика, включений подсветки, настроенного разрешения записи, температуры на улице, наличием мобильной передачи данных, качеством батареек. В данном случае необходимо обратить внимание на приборы, позволяющие работу от аккумуляторов, с разъемом внешнего питания от 12 В, так как это облегчает задачу найти необходимый источник питания.

2 Поддержка карт памяти: основное количество ловушек поддерживает карты памяти до 128 Гб.

3 Разрешение записи достигает: фото до 36 Мп и видео 4 К.

4 Наличие и размер дисплея: дисплей нужен для настроек прибора на месте и проверки записей. Без дисплея настраивать можно, только подключив к портативному компьютеру (далее – ПК) саму ловушку, записав настройки на карту памяти на ПК или через мобильное приложение.

5 Инфракрасная (далее – ИК) подсветка: бывает невидимая (950 нм) и видимая (видно красные точки на камере 850 нм). Невидимая более скрытая от обнаружения, но она менее мощная и потребляет больше энергии. Кроме этого, ИК подсветка различается по дальности: от 10 до 36 метров.

6 Наличие лазерного целеуказателя: возможность настроить направление камеры ловушки на место возможного появления объекта.

7 Дальность действия и угол охвата ИК датчика. Дальность варьируется от 8 до 35 метров, угол до 120°. Необходимо учитывать, что угол должен быть шире, чем угол обзора камеры, так как между срабатыванием камеры и снимком есть порядка 1 секунды времени. Снимок, сделанный на расстоянии 30 метров будет неинформативным ввиду плохого качества изображения.

8 Скорость срабатывания триггера – это временной промежуток между срабатыванием датчика и производством снимка. Важно, чтобы этот показатель был как можно меньше, чтобы не получить пустой снимок.

9 Снимки по расписанию: на некоторых приборах есть режим записи не по срабатыванию датчика, а по расписанию. Эта функция нужна для фиксации какого-либо долговременного процесса, например, для фиксации действий противника на занимаемой территории.

10 Угол обзора камеры: бывает от 50 до 120°. Если необходимо детализированное изображение крупного плана, рационально использовать прибор с меньшим углом обзора. В случае, если важно выявление объекта срабатывания датчика и охват большей территории, то рационально использовать прибор с большим углом обзора.

11 Рабочие температуры. Большинство ловушек рассчитано на температуру от –30 до +50 °С.

12 Промежуток времени между снимками. Практически на всех моделях есть возможность настроить минимальный промежуток времени между снимками. Это необходимо для ловушек с передачей данных, чтобы при постоянном наличии объекта перед камерой не отправлялись один за другим одинаковые снимки.

13 Существуют модели с возможностью фиксации координат на снимки.

14 Наличие вспышки белого цвета: функция для получения красочного цветного изображения ночью, но при применении в разведывательных целях эта функция является демаскирующей.

При установке фотоловушек следует учитывать следующие факторы:

- закреплять прибор необходимо на неподвижном объекте;
- избегать попадания солнечных лучей на камеру и датчик;
- максимально замаскировать фотоловушку;

– не допускать наличия посторонних предметов между потенциальным объектом съемки и камерой.

Применение фотоловушек в боевых действиях может иметь несколько целей, таких как сбор разведывательной информации, обнаружение противника, наблюдение за перемещением вражеской техники и личного состава противника, в том числе мониторинга участков (объектов) транспортной инфраструктуры.

С совершенствованием технологий фотоловушки стали более доступны и эффективны в использовании, что делает их важным инструментом в выполнении задач ДКС.

В перспективе применения фото- и видеофиксации в зонах боевых действий наиболее успешным и надежным будет использование спутниковых каналов связи посредством передачи данных оператору (аналог глобальной спутниковой системы «Starlink» компании «SpaceX»).

Альтернативным способом является передача данных с фотоловушки оператору через ретранслятор, в качестве которого может выступать беспилотный летательный аппарат (далее – БЛА), что позволит увеличить эффективность использования и защиту передаваемой информации. Но этот способ является трудоемким, т. к. он требует разработки, и изготовления модулей связи, и внедрения их в системы БЛА. Однако БЛА-ретрансляторы применяются в зоне специальной военной операции для увеличения дальности управления и связи FPV-дронов-камикадзе (от англ. *First-Person View* – вид от первого лица).

Необходимо также рассмотреть возможность подключения к существующей системе фото- и видеоконтроля движения на автомобильных дорогах по согласованию с уполномоченными должностными лицами Государственной автомобильной инспекции Министерства внутренних дел.

Изучая опыт современных военных конфликтов, проводимых учений, необходимо рассмотреть опыт Амурского общевойскового объединения Восточного военного округа, в котором разведчики провели тренировку, где для обнаружения диверсионно-разведывательных групп условного противника использовали фотоловушки.

Диверсантам необходимо было незаметно проникнуть на территорию объединения, заминировать важные объекты и условно уничтожить командиров. На подступах к объекту были установлены камеры фотофиксации, которые зафиксировали условного противника и передали снимки оператору.

Устройства были установлены и замаскированы естественными средствами с учетом рельефа и особенностей местности. В случае обнаружения фотоловушкой движения она осуществляла передачу информации об обнаруженном объекте по беспроводной связи на командный пункт через беспилотный летательный аппарат. Такой метод можно использовать для разведки как в дневное, так и в ночное время, а также в значительной мере экономить ресурсы разведывательного подразделения для поиска и обнаружения ДРГ.

Обнаруженные группы были выслежены и уничтожены. Данная методика взята из опыта, полученного при проведении специальной военной операции.

Фотоловушки позволяют автоматически регистрировать и фиксировать проходящие объекты или людей, обеспечивая важные данные для обнаружения, наблюдения, обеспечения безопасности или зонального мониторинга определенной территории.

Таким образом, использование фотоловушек имеет ряд преимуществ и недостатков. К плюсам можно отнести скрытность установки (многие устройства имеют соответствующую маскирующую окраску), автономность работы (до полугода в режиме ожидания), работа в широком диапазоне температур (от -30 до $+50$ °С), оперативность передачи данных оператору, трудоемкость перехвата передаваемой информации (в случае использования спутниковой связи или с помощью ретранслятора-БЛА), невозможность определения местонахождения оператора (так как оператор работает только «на прием»), возможность вести качественную съемку в ночных условиях (при наличии инфракрасного модуля).

К недостаткам относятся сложность передачи информации (обязательное наличие мобильного интернета или сотовой связи в зоне установки), небольшая зона обзора камеры (до 120°), невысокая дальность обнаружения объекта (до 35 м), возможность перехвата передаваемой информации противником.

В том числе необходимо учитывать, что при обнаружении установленной фотоловушки противник может целенаправленно использовать ее для введения в заблуждение оператора. Например, путем многократных действий в ее поле зрения групп военнослужащих или подразделений с целью имитации прохода на данном направлении крупных сил. Или, наоборот, заметив фотоловушку, избегать попадания в ее поле зрения своих сил.

Список литературы

1 Наставление по комендантской службе : утверждено приказом Начальника Генерального штаба Вооруженных Сил – первым заместителем Министра обороны Республики Беларусь от 26.11.2021 № 677.

2 Сравнительный анализ фотоловушек и лесных камер [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://fotolovushki.ru/blog/fotolovushki-sravnenie/>. – Дата доступа : 23.04.2024.

3 В Амурской области военные использовали фотоловушки против диверсантов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hab.mk.ru/social/2023/04/20/v-amurskoy-oblasti-voennye-ispolzovali-fotolovushki-protiv-diversantov.html>. – Дата доступа : 23.04.2024.

Секция II

СТРОИТЕЛЬСТВО, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИКРЫТИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 624.21/8.046

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ В СИСТЕМЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

С. М. БОБРИЦКИЙ, В. В. ТОМАШОВ, П. А. КАЦУБО, Е. В. ПЕЧЕНЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В странах блока НАТО уже приняты и реализуются концепции «разведывательно-ударной операции», «борьбы со вторыми эшелонами». Рассматривается концепция быстрого глобального удара, которая предполагает возможность нанесения огневого поражения высокоточным оружием в неядерном оснащении в срок до 60 минут по стратегическим объектам в любой точке земного шара. Основным содержанием названных концепций являются сдерживание, дезорганизация и уничтожение вторых эшелонов (резервов) войск противника до того, как они могут быть введены в сражение. Сдерживание достигается созданием «узких» мест на путях движения войск путем разрушения мостов на железных и автомобильных дорогах с целью воспрепятствования выдвигания наших оперативных и стратегических резервов из глубины страны в район боевых действий, ограничения свободы их маневра [1].

Анализ характера разрушения существующих и восстанавливаемых мостовых переходов (далее – объектов) в последних военных конфликтах и проводимой в настоящее время специальной военной операции на территории Украины (далее – СВО) еще раз подтверждает, что для создания барьеров по рубежам (водным преградам) противник будет осуществлять постоянное и многократное их поражение с применением высокоточного оружия, беспилотных летательных аппаратов, а также диверсионно-разведывательных групп и незаконных вооруженных формирований (далее – ВТО, БЛА, ДРГ, НВФ). В связи с этим необходимо осуществлять постоянное совершенствование как существующих, так и разработку новых мероприятий комплекса по повышению живучести объектов [1].

Для обеспечения живучести объектов в условиях активного воздействия противника с применением ВТО и БЛА силами и средствами воинских частей (подразделений) транспортных войск будут осуществляться мероприятия тактической маскировки (рисунок 1). Сущность тактической маскировки состоит в том, чтобы скрыть демаскирующие признаки действительных и дублирующих объектов, имитировать действия сил и средств воинских частей (подразделений) [2].

Тактическая маскировка

Виды и средства		Способы и мероприятия	
Оптическая	Тепловая (инфракрасная)	Скрытие	Имитация
<ol style="list-style-type: none"> 1. Маскировочная одежда 2. Комплексы и маски 3. Макеты 4. Световые знаки 5. Осветительные комплексы 6. Застегающиеся шторы 7. Дымовые средства 8. Пиротехнические средства 9. Средства маскировочного окрашивания 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расширительные камеры 2. Устройства охлаждения 3. Тепловые экраны 4. Теплоизолирующие устройства 5. Ложные тепловые цели 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Скрытое управление войсками 2. Соблюдение маскировочной дисциплины 3. Распределоч. частей и подразделений на местности 4. Смена районов расположения 5. Содержание мостов в режиме «улыгивания» 6. Переход от эксплуатации моста ночью к паромной переправе днем 7. Постановка аэрозольных завес 8. Ослабление демаскирующих признаков 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство ложных мостовых переходов, мостов, подходов, строительномонтажных площадок 2. Устройство макетов конструкций и техники 3. Представление действующего моста (объекта) под разрушенный 4. Пропуск ложной поезда нагрузки 5. Постановка ложных аэрозольных завес
Радиолокационная	Звуковая (акустическая)	Демонстративные действия	Дезинформация
<ol style="list-style-type: none"> 1. Угловые отражатели 2. Радиорассеивающие покрытия 3. Радиопоглощающие покрытия 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Звуковещательные средства 2. Глушители 3. Звуковые фильтры 4. Пиротехнические средства 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Действия частей и подразделений на ложных объектах 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Распространение ложных сведений о составе восстановительных сил, оснащенности техникой, конструкциями и материалами, задачах и способах их достижения

Рисунок 1 – Виды, средства, способы и мероприятия тактической маскировки объектов

С целью снижения вероятности нанесения прицельных ударов ВТО предлагается рассмотреть вариант маскировки мостового перехода (рисунок 2).

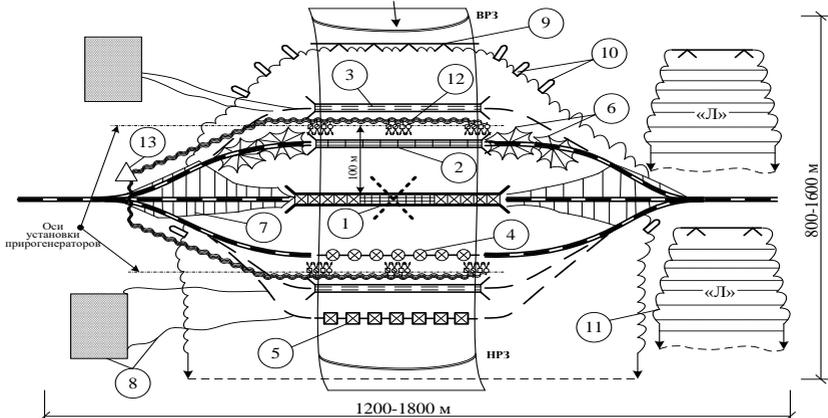


Рисунок 2 – Маскировка большого железнодорожного моста (вариант):

1 – восстановленный мост по старой оси при минимальном разрушении от воздействия одного боеприпаса ВТО; 2 – краткосрочный низководный мост на ближнем обходе или металлическая эстакада РЭМ-500; 3 – ложный деревянный мост; 4 – ложный мост из отражателей «Сфера-ПР» в створе с забитыми сваями под низководный мост; 5 – ложный мост из отражателей «Пирамида» или ложный наплавной мост; 6 – маскировка подходов к краткосрочным мостам на ближних обходах комплектами МКТ (МКС); 7 – зона перемещения грунта тела насыпи прикрываемого моста на подходы краткосрочных мостов (имитация); 8 – имитационные строительные площадки с передвижными макетами техники и личного состава; 9 – «гирлянда» дымовых шашек БДШ-5; 10 – дымовые машины (при отсутствии дымовые шашки); 11 – ложные дымовые завесы; 12 – пирогенаторы, установленные на плотках в русле и на пойме реки; 13 – приобъектный пункт управления

В зависимости от способа возведения дублирующего моста (низководный краткосрочный из местных материалов на свайных опорах; табельные мосты из инвентарного имущества РЭМ-500, НЖМ-56, МЛЖ-ВТ-ВФ, САРМ-М, БАРМ; паромные переправы) перечень мероприятий по повышению их живучести будет несколько ограничен конструктивным решением [2].

Обобщенно для каждого из приведенных способов восстановления в первую очередь необходимо выполнить мероприятия по снижению демаскирующих признаков моста и подходов к нему:

- маскировочное окрашивание (в русле реки в темный цвет, на пойме в цвет маски местности);

- маскировка подходов путем установки табельных маскировочных сетей, укладки дерна на свежем отсыпанном земляном полотне, засыпка в уровень головки рельса рельсошпальной решетки;

- установка макетов локальных повреждений элементов моста и рельсошпальной решетки (проезжей части);

- временное снятие русловых пролетов с помощью плавсредств;

- снижение теплового излучения от элементов конструкций моста путем поливки его водой из реки (в перспективе покрытие моста теплоизоляционной краской, пеной).

Дополнительные мероприятия по снижению демаскирующих признаков наплавных мостов:

- использование наплавного моста в режиме «пульсирования» – заключается в периодическом переключении движения с одного створа на другой и разборке (частичной или полной) выведенного из эксплуатации моста;

- использование наплавного моста ночью, а днем паромной переправы.

Также для снижения вероятности обнаружения и прицеливания для поражения дублирующего моста значительную роль будет играть применение ложных мостов, исполненных с высокой достоверностью демаскирующих признаков мостов на жестких и плавучих опорах.

При планировании трех и более створов на подходах появляется возможность организации устройства не только дублирующего моста с переключением движения в режиме «пульсирования», а также устройства ложных мостов как имитации действующих. В ходе возведения дополнительных створов для устройства моста на жестких опорах выполняются работы по сооружению фундаментов и созданию на некотором удалении от моста запаса надстроек опор (при необходимости) и пролетных строений, подготовленных к монтажу. На оси моста сооружаются только отдельные фундаменты опор – это позволяет противнику судить об устройстве моста в этом створе.

В последующем продолжительность восстановления движения будет определяться темпом установки надстроек опор и пролетных строений и составит для имеющихся конструкций и технических средств воинских частей (подразделений), в зависимости от длины моста, количества и типа пролет-

ных строений, от 6 до 20 часов. Это время сопоставимо со временем наводки наплавных мостов. Кроме того, применение дополнительных створов позволяет при необходимости быстро разобрать действующий мост, что обеспечивает сохранность пролетных строений.

Таким же образом оборудованные и скрытые дополнительные створы с подходами и береговыми частями наплавных мостов позволяют ускоренно наводить наплавные мосты из имущества НЖМ-56 и МЛЖ-ВФ-ВТ, а также паромных переправ.

Таким образом, рассмотренные выше основные мероприятия, направленные на повышение живучести мостовых переходов в условиях широкомасштабного применения противником высокоточного оружия, а также проведенные вероятностные расчеты подтверждают увеличение временных показателей продолжительности функционирования объектов инфраструктуры.

Список литературы

1 **Гулевич, В. В.** Современная война и мир: истоки и предпосылки вооруженных конфликтов XXI века (на примере украинского кризиса) / В. В. Гулевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – 208 с.

2 **Бобрицкий, С. М.** Восстановление искусственных сооружений : учеб.-метод. пособие / С. М. Бобрицкий, А. А. Поддубный. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 326 с.

УДК 624.21/.8.042/.046

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ МАЛОГАБАРИТНЫХ МОСТОВ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

С. М. БОБРИЦКИЙ, П. А. КАЦУБО, Е. В. ПЕЧЕНЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время при сооружении малогабаритных мостов все чаще применяются нетиповые конструкции. Данный факт свидетельствует о необходимости проектировать новые элементы конструкций, а также проводить испытания полученных образцов мостов.

Первоначальный этап проектирования включает моделирование элементов моста или конструкции в целом в программных комплексах, а также расчет на устойчивость, различные деформации, несущую способность и прочностные характеристики.

Проведение натуральных испытаний является логическим завершением данных процессов и является целью убедиться в прочности и надежности конструкции после его изготовления.

Испытания проводятся с использованием приборов неразрушающего контроля, в том числе толщиномера УТМ-МГ4, твердомера портативного динамического Константа ТУ, прогибомера ПСК-МГ4 (рисунок 1).

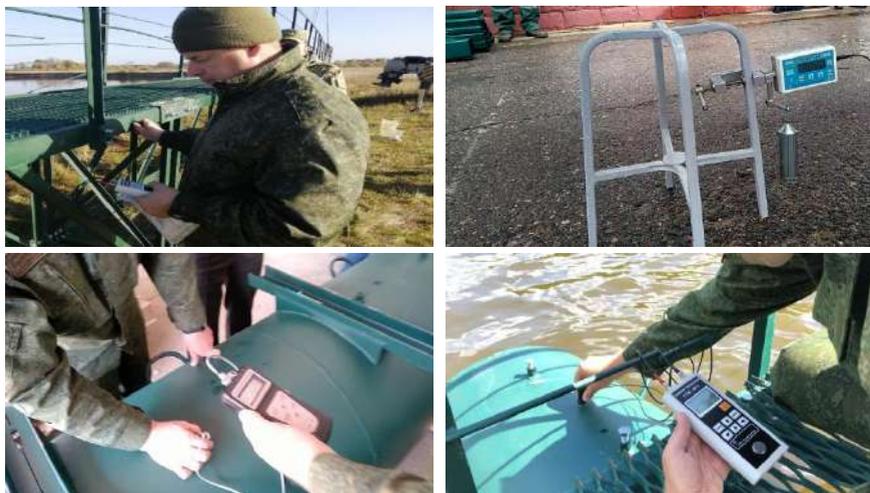


Рисунок 1 – Применение приборов неразрушаемого контроля

В ходе натурных испытаний проводятся следующие мероприятия:

- оценка геометрических характеристик элементов конструкции в соответствии с технической документацией;
- проверка конструкции на необходимые параметры, такие как устойчивость, жесткость, прочность, прогиб;
- сравнительный анализ конструктивных элементов в соответствии с конструкторской документацией;
- нагруженные конструкции нормативной нагрузкой с запроектированным запасом прочности.

Все проверяемые параметры сравниваются с нормативно допустимыми данными.

В рамках взаимодействия пограничной службы Республики Беларусь с военно-транспортным факультетом в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» научным коллективом факультета был проведен ряд натурных испытаний:

- пролетного строения СРММП-1.2 в рамках НИОКР «Обоснование основных параметров сборно-разборного металлического мостового пролетного строения грузоподъемностью до 500 кг под пешеходную нагрузку»;
- пролетного строения СРММП-2 в рамках НИОКР «Обоснование основных параметров сборно-разборного металлического мостового пролетного строения грузоподъемностью до 1 т под однопутное движение»;
- наплавной опоры МНПМ-1,0 в рамках НИОКР «Обоснование основных параметров элементов сборно-разборного металлического наплавного моста грузоподъемностью до 0,5 т».

Натурные испытания мостовых конструкций в полевых условиях представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Натурные испытания малогабаритных мостов в полевых условиях

Результаты натурных испытаний показывают, что расчетные данные, полученные при проектировании конструкций, а также моделировании приложенных нагрузок, соответствуют действительности. Отклонение натуральных и расчетных данных соответствует нормативным допускам.

Список литературы

1 **Кацубо, П. А.** Применение современных средств инженерно-строительных изысканий при проведении практических занятий / П. А. Кацубо, Е. В. Печенев, В. В. Петрусевиц // Сборник статей VII Междунар. межвуз. науч.-метод. конф., Санкт-Петербург, Петергоф, 28 декабря 2021 г. / Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулёва». – СПб., 2021. – С. 68–73.

2 **Печенев, Е. В.** Гидрологические и гидрометрические работы на мостовом переходе при чрезвычайных ситуациях / Е. В. Печенев, П. А. Кацубо, Р. Ю. Доломанюк // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. (Гомель, 25–26 ноября 2021) : в 2 ч. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2021. – Ч. 2. – С. 298–300.

3 **Поддубный, А. А.** Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов / А. А. Поддубный, Е. В. Печенев // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 42–44.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЛА

Р. А. БРЕУС, В. А. БАБОШИН, И. В. БОКК

*Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала
армии А. В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Большинство технических средств обследования военно-автомобильных дорог (далее – ВАД) морально устарели и далеко не в полной мере удовлетворяют современным требованиям.

В настоящее время в мировой практике наблюдается массовое внедрение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛА), в том числе в транспортной отрасли.

Применение БЛА в целях обследования и оценки объемов дорожных работ является перспективным, так как они могут использоваться в любых погодных условиях, в любой местности при минимально возможных затратах времени, людских и материальных ресурсов.

Исходя из технических характеристик приборов и инструментов, имеющих в подразделениях технической разведки (далее – ТР), в целях сокращения времени на проведение ТР, а также в случаях невозможности дальнейшего движения штатного транспортного средства вследствие значительных разрушений дороги или иных препятствий применяется БЛА коптерного типа, при этом могут определяться следующие эксплуатационные показатели ВАД: ширина проезжей части, радиусы кривых в плане, продольные уклоны, тип дорожного покрытия, наличие и площадь повреждений дорожного покрытия, места размещения и ориентировочные объемы местных дорожно-строительных материалов [1–4].

На рисунке 1 представлена блок-схема алгоритма ТР ВАД с применением БЛА, где отображены этапы проведения ТР, задачи, выполняемые на каждом из этапов, а также логическая последовательность выполнения задач по ТР ВАД с применением БЛА.

С помощью БЛА (коптера) выполняются такие задачи, как отыскание и определение характеристик обходов крупных населенных пунктов, узлов инженерных заграждений, разрушений, определение характеристик водных преград (ширины, скорости течения, створов и подходов), мостов (мостовых и подмостовых габаритов, длины, состояния конструктивных элементов, материала постройки, конструкции), а также детально обследовать опоры и пролетные строения мостов, определить тип конструкции пролетов и опор, характер повреждений и т. п.

Достаточно важным является точный расчет времени проведения ТР. Затраты времени на разведку дороги протяжением L км будут включать время проезда по дороге со скоростью v км/ч и время обследования n объектов. Если на обследование объекта j -го вида требуется время t_{ij} , то общая продолжительность разведки, t_p , составит (в часах):

$$t_p = \frac{L}{v} + K_y \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}, \quad (1)$$

где K_y – коэффициент увеличения затрат времени при работе в неблагоприятных условиях.

Так, например, сложные погодные-климатические условия K_1 при недостаточной освещенности K_2 в условиях заражения местности K_3 и т. д. Таким образом, $K_y = K_1 K_2 K_3$.

При этом условия ведения ТР могут быть разными и оказывать существенное влияние на общее время выполнения задачи по разведке. В случаях, когда помимо основного маршрута требуется обследовать запасный маршрут, подъезды L' , затраты времени на разведку возрастут пропорционально:

$$K_d = \frac{L + L'}{L}. \quad (2)$$

При этом средний темп разведки, км/ч, составит:

$$\tau_p = \frac{L}{t_p}. \quad (3)$$

При продолжительности работы разведывательного отделения в течение суток T его возможности Π_p будут равны

$$\Pi_p = \tau_p T. \quad (4)$$

По опыту учений «Запад-2021», в зависимости от сложности условий ведения ТР, с учетом среднего темпа рекогносцировки, возможности расчета по разведке дорог в течение облёта, пролёта, прохождения маршрута могут достигать 100–150 км, а при ведении подробной разведки 30–50 км в сутки.

Затраты времени (в часах) на подробную разведку мостового перехода, t_m в случае параллельного выполнения работ по обследованию водной преграды обычно определяются временем выбора и закрепления створа t_c и средним темпом производства гидрометрических работ τ_m :

$$t_m = (t_c + l\tau_m)K_y, \quad (5)$$

где l – ширина реки.

По опыту учений, разведка мостового перехода через реку шириной 100–200 м может занимать от 1–2 до 4–5 ч.

Расчитанные показатели затраченного времени и темпа ТР в зависимости от способа ее проведения приведены в таблице 1.

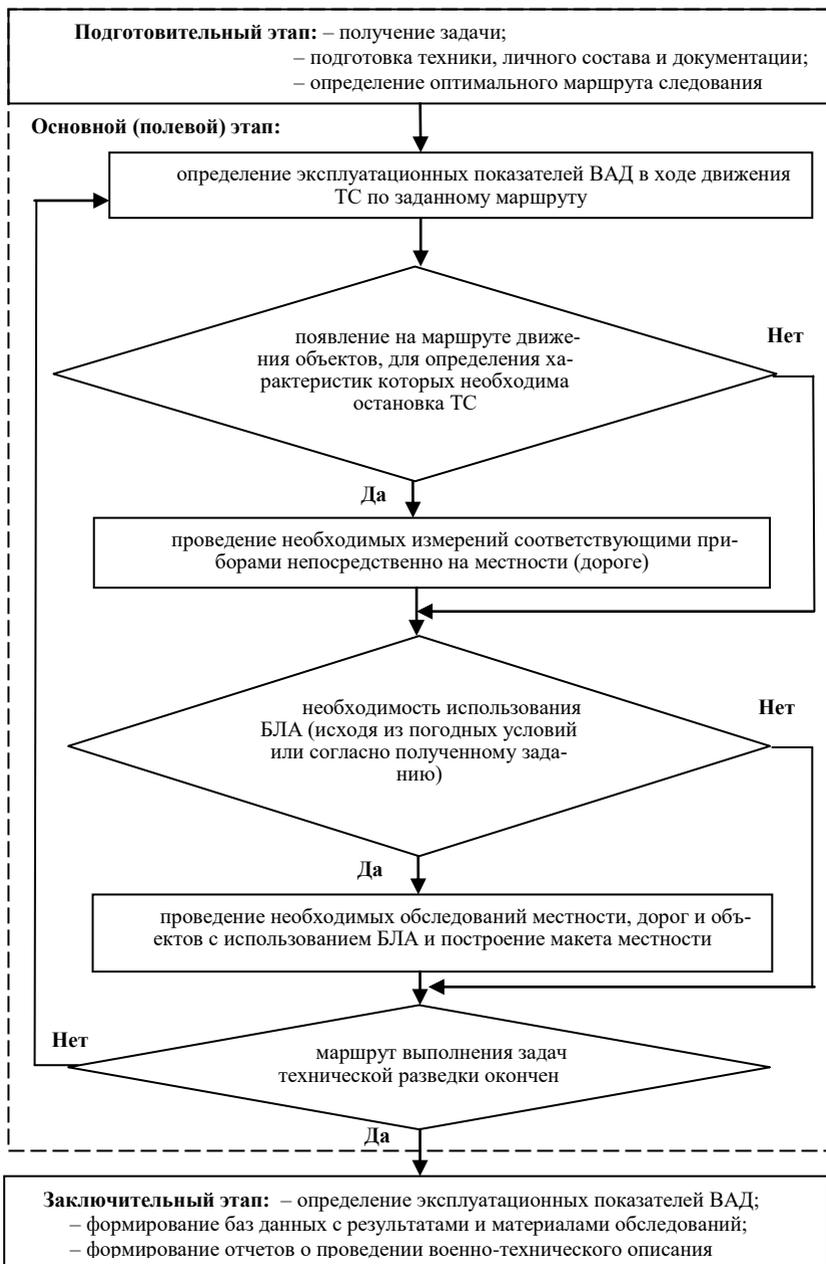


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма технической разведки ВАД

Таблица 1 – Показатели затраченного времени и темпа технической разведки в зависимости от способа ее проведения

Вид технической разведки	t_p , ч	v_p , км/ч
Наземная	9,8	20
Воздушная	2,7	74

Анализируя полученные показатели, можно сделать вывод, что темп проведения ТР с использованием БЛА выше в 3,5 раза по сравнению с классической подробной наземной разведкой ВАД.

Список литературы

1 **Тихонов, П. В.** Опыт применения БЛА различного назначения в современных военных конфликтах и локальных войнах / П. В. Тихонов // Вестник ГШ ВС РФ. – 2020. – № 2 (14). – С. 38–47.

2 Белорусская военная газета. Во славу Родины. – 26 мая 2020. – С. 6.

3 **Макаренко, С. И.** Сетевая война – принципы, технологии, примеры и перспективы : [монография] / С. И. Макаренко, М. С. Иванов. – СПб. : Научное издательство «Лань», 2018. – 898 с.

4 **Рунов, Е. А.** Применение БПЛА в войнах и вооружённых конфликтах. Краткий исторический обзор / Е. А. Рунов, О. В. Бобешко, С. В. Аверченко // Молодой учёный. – 2019. – № 44. – С. 276–278.

УДК 624.86.004.2

СОВРЕМЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТАМ ПЕРЕПРАВ

Р. А. БРЕУС

Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

В современных операциях военно-автомобильные дороги (далее – ВАД) занимают одно из важнейших мест среди транспортных коммуникаций на стратегических направлениях, так как именно по ним осуществляется более 60 % всего объема подвоза материальных средств воюющим войскам, который можно прервать на длительный срок, разрушая в первую очередь мостовые переходы.

Важным фактором, определяющим условия работы ВАД на рубеже крупной водной преграды, является воинское движение. Его интенсивность и состав окажут значительное влияние на потребность в силах и средствах транспортных войск, скажутся на мероприятиях его организации и дорожно-комендантской службы (далее – ДКС).

Проведенные исследования и опыт КШУ показали, что наиболее эффективной мерой обеспечения бесперебойного движения на рубеже крупной водной преграды будет район переправ (далее – РП). Состав показан на рисунке 1.

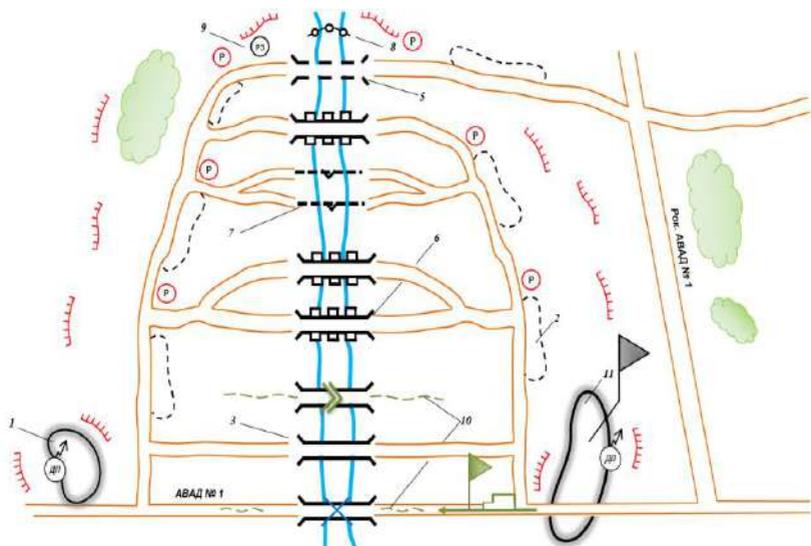


Рисунок 1 – Типовой состав и размещение основных элементов района переправ на ВАД: 1 – дорожно-комендантский гарнизон; 2 – район ожидания автомобильных колонн; 3 – деревянный низководный мост; 4 – ложный мост; 5 – строящийся деревянный мост; 6 – створы наплавного моста; 7 – створы паромных переправ; 8 – боновое заграждение; 9 – речная застава; 10 – имитация движения на подходах к ложному мосту; 11 – пункт управления коменданта дорожно-комендантского участка

Основные районы ожидания подготавливаются в 3–5 км от водной преграды. Это удаление исключает сопутствующее поражение автомобилей при нанесении по переправе ядерного удара. На таком удалении от существующего моста готовится дублирующая переправа. Расстояния между створами действующих переправ находятся в пределах 300–400 м. Это исключает сопутствующее поражение материальной части мостов и переправляемых колонн на смежном створе боеприпасами в обычном снаряжении.

Глубина РП может составить 40–50 км, а ширина 15–20 км. Резерв табельных, ремонтных средств и конструкций сосредотачивается на удалении 1–3 км от реки. Дорожные и мостовые части располагаются в 3–5 км от водной преграды. Там же организуются пункты заготовки мостовых конструкций.

Система защиты, охраны и обороны включает сторожевое и непосредственное охранение, укрытия для личного состава и техники, огневые позиции, полосы инженерных заграждений. Верховые и низовые участки реки оборудуются боновыми, сетевыми ограждениями и прикрываются речными заставами.

При планировании района переправы следует учитывать, что в условиях внезапного нападения противника, в первые 3–5 суток войны транспортные войска могут иметь не более 30 % установленного комплекта. В этот же период ожидается наиболее интенсивное воздействие противника. Кроме того, до 30 % сил и средств потребуются для организации охраны и обороны, выполнения мероприятий маскировки. Из них 70–80 % составят трудовые затраты на заготовку местных материалов.

Сжатые сроки боевого слаживания отмобилизованных воинских частей скажутся на обученности личного состава. В течение первых пяти-шести суток возможности мостовых и дорожных подразделений будут возрастать от 30–35 % до 80–90 % от нормативных значений. Если учесть к тому же санитарные потери, которые могут составить от 1,2 до 4,0 %, становится очевидной особая важность взаимодействия с местными дорожными организациями, управлением ГАИ МВД и подразделениями РТУП «Белорусское речное пароходство».

Исследования показали, что в результате такого взаимодействия возможности по эксплуатации и техническому прикрытию ВАД, а также восстановлению мостов, возрастают на 30–40 %.

В связи с ограниченными возможностями транспортных войск и активным воздействием противника, подготовка и обеспечение работы переправ организуются по стадиям.

На первой стадии используется сохранившийся капитальный мост при необходимости.

Вторая стадия предусматривает наводку мостовой переправы (комбинированного моста) из табельных средств и использование судов речного флота, строительство мостов на жестких опорах из табельного имущества, а также краткосрочное восстановление разрушенного капитального моста.

На третьей стадии готовятся комбинированные мосты с использованием местных плавсредств, применяются паромные переправы, строятся подводные мосты на жестких опорах.

На работу мостовых переходов также влияют мероприятия дорожно-комендантских подразделений, организация районов переправ, подготовка районов ожидания автомобильных колонн.

Тесная взаимосвязь в действиях восстановительных и дорожно-комендантских подразделений требует организации централизованного управления в районе переправ. Так, мостовые переходы через крупные водные преграды рассматриваются как дорожно-комендантские участки, общее

руководство которыми возлагается на соответствующего коменданта участка – командира *одкб*. Эти обязанности могут возлагаться и на специально назначенного начальника района переправ, подчиненного начальнику ВАД.

Проведенный анализ опыта и современных взглядов на обеспечение пропуска воинского движения через крупные водные преграды позволяет сформулировать основные требования к районам переправ:

1 Район переправ должен соответствовать требованиям живучести, которая достигается проведением комплекса мероприятий:

– содержания основной и дублирующей переправ с периодической сменной створов;

– защиты, охраны, обороны и маскировки;

– технического прикрытия действующих переправ;

– своевременной подготовки и восстановления сети дорог и переправ;

– организации системы районов ожидания автомобильных колонн.

2 Район переправ должен обеспечить бесперебойный пропуск движения с требуемой пропускной способностью. Это достигается: мероприятиями организации и регулирования движения в РП и на смежных участках ВАД; четкой согласованностью в действиях мостовых и дорожно-комендантских частей; обеспечением постоянного резерва пропускной способности переправ; поддержанием сети дорог в техническом состоянии, позволяющем движение колонн с требуемой скоростью.

3 В целях обеспечения четкого управления движения в РП и на подходах к нему необходимо создание системы управления с широкими полномочиями в решении всего комплекса задач, включающих управление движением, распределение функций и ответственности между частями и подразделениями, а также организацию взаимодействия.

4 Для организации РП требуется привлечение значительных сил и средств.

Обеспечение всех указанных требований в общем направлено на повышение эффективности района переправ: живучесть и бесперебойность движения, пропускная способность района есть показатели оперативной эффективности; затраты на организацию района переправ – показатель экономической эффективности.

Список литературы

1 Военные мосты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://news.rambler.ru/conflicts/48583789-vs-su-sekonomili-vs-rf-neskolko-soten-kalibrov-vzorvav-na-ukraine-300-mostov/>. – Дата доступа : 25.05.2024.

2 **Стучинский, В. И.** Пути противодействия реализации концепции США и НАТО «многодоменная битва / В. И. Стучинский, М. В. Корольков // Военная мысль. – 2021. – № 7. – С. 157–165.

ПРИМЕНЕНИЕ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ

П. С. ВЕРБИЦКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Звуки – это часть нашей жизни. Они окружают нас повсюду и в той или иной степени влияют на наше сознание. Проблемой они становятся тогда, когда превращаются в шум. В повседневной жизни шум нас сопровождает везде. В настоящее время одной из наиболее важных характеристик окружающей среды является шум. Постоянно воздействуя на человека, шум оказывает существенное влияние на его здоровье и работоспособность. Актуальной проблемой, решению которой придается большое значение, является создание комфортных условий в жилых помещениях, общественных и промышленных зданий с наименьшим уровнем шума.

При строительстве современных зданиях толщина стен и материала, из которого они изготавливаются значительно отличается от построек 1990-х годов и ранее. Стремление к удешевлению строительства приводит к снижению массы стен и перекрытий, что является причиной уменьшения звукоизоляции.

Постоянный шум, будь то звук автомобильного транспорта, передвигающегося за окном, звук железнодорожного транспорта или просто шумные соседи, снижает внимание человека, приводит к ухудшению работоспособности, раздражает центральную нервную систему и способствует развитию отклонений в нормальном функционировании здорового человеческого организма. С этой целью большинство людей при заезде в новую квартиру задаются вопросом шумоизоляции. Эффективная шумоизоляция поможет избавиться от нежелательных звуков, что, в свою очередь, поможет уменьшить дискомфорт от раздражающих звуков, избавиться от шума или минимизировать его в тех комнатах, где мы находимся, а также достичь максимального качества звука там, где это необходимо.

Существует два вида шума: воздушный и структурный. Воздушный шум человек ощущает постоянно. Это речь людей, звуки бытовых устройств, проезжающих автомобилей, звуки природы. Избавится от такого вида шума помогает частичная шумоизоляция стен и окон. Намного сложнее избавиться от структурного шума. Он появляется в результате механического воздействия. Например, при сверлении стен, топот ног и пр. В таком случае необходима комплексная шумоизоляция всего помещения. И не только своей квартиры, но и соседей. Только шумоизоляция пола здесь не решит проблемы. Однако в случае выполнения такой конструкции непосредственно в помещении с источником шума данное мероприятие решает задачу распро-

странения шума в близлежащие помещения. Так или иначе установка шумоизоляции в помещении необходима. Для решения данного типа задач применяются современные звукоизолирующие материалы с улучшенными свойствами. Выбор материала зависит от типа здания, в котором будут проводиться работы. Также материалы должны отвечать правилам пожарной безопасности. Современный рынок предлагает широкий ассортимент строительных материалов с улучшенными свойствами. На нем представлены товары как отечественного, так и зарубежного производства. Выбор способа и типа шумоизоляции помещения зависит от его предназначения. То бишь если мы берем спальное помещение, тут акцент ставится на том, чтобы шум извне не попадал в него. Если же речь идет о шумоизоляции в звукозаписывающей студии, то тут другой принцип – не дать звуку выйти за пределы помещения. При звукоизоляции помещения стоит уделять внимание стенам, окнам, полу и потолку. Важно понимать, что застройщики еще на этапе строительства уделяли внимание шумоизоляции помещений. Примером являются соединенные в блок помещения общего назначения, примыкающие к аналогичным помещениям смежных квартир. То есть ванная строится под ванной соседней квартиры. Основная функция звукоизоляции – предотвращение колебания звуковой волны, поглощение и рассеивание звуковой волны. Звукоизолирующие материалы стен представляют собой плиты из специального материала. Если говорить о материалах звукоизоляции перегородок, то это, как правило, слоистые материалы из минеральной ваты. Для изоляции потолка используют подвесные потолочные системы, на пол стелют промежуточную подложку из звукоизолирующего материала. Шумоизоляция оконных проемов заключается в установке качественных ПВХ окон с трехкамерным и более остеклением.

Любая звукоизоляция строится на четырех принципах: поглощение; блокирование; преломление; изоляция. Современные звукоизолирующие материалы делятся на несколько групп. Все они отличаются техническими характеристиками и областью применения. Самая масштабная группа – это вспененные материалы. К ним относятся рулонные или листовые вспененные материалы на основе полиуретана, синтетического каучука и полиэтилена. Данный вид изоляции получил широкую популярность благодаря низкой себестоимости и удобству в применении. Рулонные материалы также можно использовать для звукоизоляции в системе «плавающий пол». Еще одна группа материалов – звукопоглощающие материалы. Их изготавливают из натуральных материалов, они более пожаробезопасны. К ним относятся базальтовая вата, каолиновая вата, вспененное стекло. Редко для звукопоглощающих материалов используют синтетические соединения, такие как пенополиуретан. Могут быть представлены как в виде легких конструкций, так и монолитных систем. Самой малочисленной группой являются готовые решения для звукоизоляции с улучшенными свойствами. Они и самые дорогие. Изготавливаются на заводе и комбинируются между собой.

К ним относятся: виброакустические панели, сэндвич-панели. В жилых домах чаще всего используют для звуко- и теплоизоляции каменную вату.

В связи с тем, что звукоизоляция помещений носит комплексный характер, стоит обратить внимание на звукоизоляцию дверей. Современные входные двери жилых квартир обеспечивают необходимую изоляцию. Но что делать, если входная дверь выходит непосредственно на улицу, а не в подъезд. В такой ситуации можно установить дверь с усиленной шумоизоляцией, то есть с улучшенными характеристиками. Она характеризуется повышенной звукоизоляцией.

Все эти меры относятся к внешней шумоизоляции. Должное внимание также стоит уделить внутренней изоляции от посторонних звуков. В первую очередь это стены. Для их изоляции используют сэндвич-панели, отвечающие нормам пожарной безопасности. Они изготавливаются из каменной ваты и имеют многослойную структуру. Хорошим решением для потолков является натяжной потолок. Звукопоглощающие свойства потолка образуются из-за перфорации в нем. Для пола, как и для стен, хорошим звукоизолятором будет являться каменная вата. Кроме изоляции стен, полов, потолков и окон необходимо уделять внимание и герметичности самого помещения. Звук с легкостью пройдет через вентиляционные отверстия, через кабель-каналы. В таких случаях стоит использовать специальные затворные клапаны для вентиляции, а также жидкую пену, которая обеспечивает необходимую звукоизоляцию.

В заключение хотелось бы отметить важность установки звукоизоляции квартиры. Учитывая негативное влияние шума на организм человека, шумоизоляция является необходимым элементом комфортной жизни. Выбор на современном рынке строительных материалов широк и разнообразен, в том числе с улучшенными свойствами, а значит, каждый найдет себе материал по карману. Все они обеспечивают необходимый уровень звукоизоляции, а значит, создают спокойную обстановку в помещении. Так или иначе качественная шумоизоляция невозможна без грамотных специалистов в данной области и качественного выполнения ими работ. Они помогут подобрать правильный материал или их комбинацию и, таким образом, обеспечить оптимальную звуковую атмосферу.

Список литературы

- 1 **Королева, А. Н.** Современные методы звукоизоляции в многоквартирных домах / А. Н. Королева // Молодой ученый. – 2020. – № 8 (298). – С. 30–32.
- 2 Резервы повышения звукоизоляции однослойных ограждающих конструкций : учеб. пособие / В. Н. Бобылев [и др.]. – Н. Новгород : ННГАСУ, 2014. – 67 с.
- 3 **Ярцев, В. П.** Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) / В. П. Ярцев, А. А. Мамонтов, С. А. Мамонтов // Кровельные и изоляционные материалы. – 2017. – № 1. – С. 8–11.

пания надеется сохранить транспортировку грузов по Литовской железной дороге, несмотря на конкуренцию со стороны российского ж/д транспорта. Из-за маленькой территории преобладают пригородные железнодорожные сообщения. Действует 4 депо: локомотивов LT-1 Вильнюс, LT2 Радвилишкис, мотор-вагонное Науйойи-Вильня, узкоколейное Паневежис.

Характеристика железной дороги Эстонии. Акционерное общество «Эстонская железная дорога». ЭВР (AS «Eesti Rauttee»), образована с 1991 г., основной перевозчик грузов в стране; пассажирские перевозки осуществляют АО «Электрическая железная дорога» (с 1998 г.) на прилегающих к Таллину участках, АО «Юго-Западная железная дорога» во внутреннем сообщении и АО ЭВР Экспресс (владеет 49 % акций АО «Эстонская железная дорога») в международном сообщении. Является членом ОСЖД (код ЭВР). Основной железнодорожный узел расположен в Таллине. К 2005 году общая длина Эстонских железных дорог составила 1320 км, из которых электрифицировано 132 км. Ширина колеи составляет 1520 мм. На линиях находится 60 станций и 129 перронов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема железных дорог Эстонии

Характеристика железной дороги Латвии. Общая протяжённость железнодорожных путей в Латвии – 2263 км. Примечательно, что далеко не все железнодорожные ветки используются для пассажирских перевозок. Линии, ведущие к портовому городу Вентспилс, используются только для грузовых перевозок. Кроме того, электрифицирована лишь малая часть железных дорог.

На представленной далее карте жирным красным цветом выделены электрифицированные участки, синим – маршруты дизельных поездов, тонким серым – ж/д маршруты грузовых перевозок (рисунок 3).

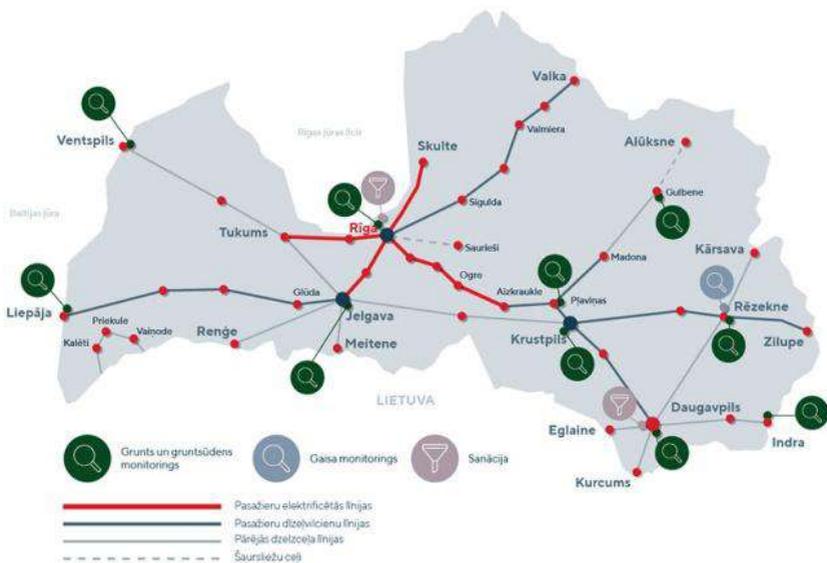


Рисунок 3 – Схема железных дорог Латвии

УДК 656.2(474)

БОБРУЙСКАЯ КРЕПОСТЬ – ТВЕРДИНЯ НА БЕРЕЗИНЕ

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Крепость – важный в военном отношении укрепленный пункт с долговременными оборонительными сооружениями, в котором находился постоянный гарнизон, вооруженный и обеспеченный всем необходимым для длительной борьбы в условиях осады [1].

Крепости – важнейшие искусственные военные сооружения, оставившие огромный след в истории человечества.

Одна из таких крепостей, сыгравшая свою значимую роль, находится на территории Беларуси.

В результате трех разделов Речи Посполитой между Пруссией, Россией и Австрией, произошедших последовательно в 1772, 1793 и 1795 гг., граница Российской империи существенно сместилась на Запад. Бобруйск стал Российским городом после второго раздела.

Новая граница России оказалась почти незащищенной крепостями, поэтому уже в 1776 г. была создана специальная комиссия по изучению вновь

приобретенных территорий с целью разработки проекта их защиты. Теоретические разработки продолжались десятилетия, но на практике воплощения не получили.

В 1802 г. была образована особая Инженерная экспедиция, которую возглавил инженер Павел Сухтелен. В 1807 г. он совершил поездку по западной границе империи. Исследовав местность, Сухтелен составил обширный проект укрепления границы, включающий систему крепостей. Однако его проект также не был реализован.

В 1810 г., когда стало ясно, что войны с Францией уже не избежать, стали принимать срочные меры. 14 марта 1810 г. на осмотр западной границы во главе группы военных инженеров выехал генерал-майор инженерного корпуса Карл Опперман. В ходе рекогносцировки было принято решение построить две новые крепости – Бобруйск и Динабург, которые должны были бы прикрыть огромную брешь в обороне западной границы, составившую более 1000 км между крепостями Рига и Киев.

План Бобруйской крепости был утвержден императором Александром I 20 июня 1810 г. Однако строительные работы начались ранее, уже 4 июня 1810 г. 1295 человек приступили к земляным работам.

На первом этапе руководство строительством было поручено инженеру-капитану Теодору Нарбуту. Это был разносторонне одаренный человек: учёный, историк, археолог, фольклорист, литератор, краевед, переводчик. Им был разработан детальный план первоначального строительства крепости. С ним Нарбут выступил в Петербурге. Его поддержал генерал-майор Карл Иванович Опперман. По изменённому Опперманом плану и под его руководством крепость была намечена у правого берега р. Березины при устье р. Бобруйки. Опперман сам проводил рекогносцировку местности, убедив начальство, что крепость необходимо строить именно здесь, на судходной р. Березине, неподалеку от судходной части р. Неман, взамен предполагавшейся ранее крепости у Рогачева на р. Днепр. Крепость Бобруйск должна была служить опорным пунктом в Полесье и плацдармом для сбора войск в случае войны России на западе.

Бобруйская цитадель (запроектированная как крепость первого класса) создавалась с использованием новейших достижений фортификации и строительной техники. По другую сторону р. Бобруйки предполагалось возвести передовое укрепление под названием Нагорного, а на левом берегу предположен был тет-де-пон.

Вся территория старого города на правом берегу реки Березины была отведена под крепость. Жителей переселили на свободные земли, где были спроектированы четыре форштадта (Минский, Слуцкий, Паричский и Березинский).

Работы велись интенсивно и не прекращались даже в зимнее время (земляные работы прекращались только при морозе -14°C). Осуществля-

лись строительные работы силами армии (батальоны резервной армии и саперы) с привлечением местного населения. К осени 1810 г. были насыпаны главный вал с бастионами и рavelинами и гласис с прикрытым путем. К весне 1811 г. приступили к возведению кирпичных оборонительных сооружений, передовых люнетов и контрминных галерей. К концу этого же года северный, западный и южный фронты крепости были готовы. К тому времени не успели закончить только прибрежный фронт, тет-де-пон и нагорное укрепление. Основная ограда крепости состояла из восьми бастионов и имела протяженность около 3,8 километра.

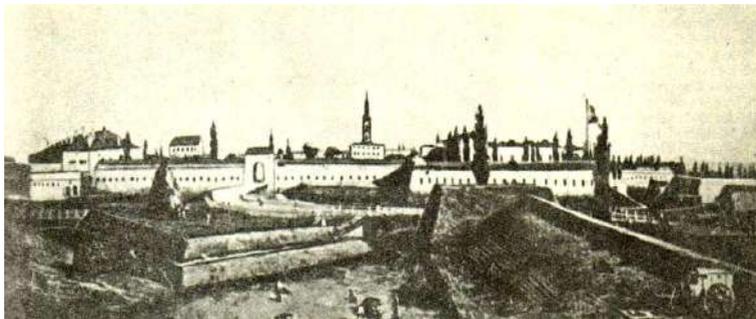


Рисунок 1 – Бобруйская крепость в 1811 г.

В конце 1811 г. было поручено указание привести крепость в оборонительное состояние ввиду ожидавшейся войны. К июню 1812 г. это было выполнено. К началу Отечественной войны Бобруйск представлял солидную долговременную преграду, основательно подготовленную на случай осады и особенно против атаки открытой силой. Гарнизон крепости насчитывал около 8000 человек и 344 орудия.

Армия Наполеона в окрестностях Бобруйска появилась в июле 1812 г. К этому времени крепость усилена была ещё искусственными препятствиями, и приняты меры на случай штурма. На крепостных верхах установлено 330 орудий разных калибров, сделан запас боевых припасов на 1 год и продовольственных на 6 месяцев на 8 тысяч человек. Сверх того, для 18 батальонов устроены бараки и землянки, а для пороха – блиндированные помещения. Войска крепости Бобруйск были подчинены временному военному губернатору генерал-майору Г.И. Игнатьеву.

С началом боевых действий через Слуцк в сторону Бобруйска отступала 2-я русская армия под командованием Петра Багратиона. 6 июля 1812 года армия сконцентрировалась в крепости. Под защитой крепости Багратион дал 3-дневный отдых своей армии и усилил из состава гарнизона шестью батальонами корпус Раевского, оставив в Бобруйске больных и раненых.

Благодаря мощнейшим подземным коммуникациям 2-я русская армия под командованием Багратиона получила возможность для переформирования, отдыха, пополнения личного состава, запасов фуража, боеприпасов и провианта.

8 июля 2-я армия покинула Бобруйск и выдвинулась к Смоленску, где смогла благополучно соединиться с 1-й армией под командованием военного министра Барклая-де-Толли. Ослабленный шестью батальонами гарнизон крепости, численностью всего около 7 тысяч человек, не соответствовал размерам крепости и был достаточен лишь против внезапной атаки или блокады, имея в виду, что в 80 верстах в Мозыре стоял русский II резервный корпус Эртеля.

Для наблюдения за крепостью и этим корпусом сначала на Березине находился французский кавалерийский корпус Латур-Мобура, который по занятию Смоленска был заменен дивизией Домбровского с добавлением ему кавалерии (15 батальонов и 12 эскадронов).

10 июля они подошли к крепости. Не имея осадной артиллерии и считая овладение Бобруйска открытой силой рискованным, Домбровский, получив небольшое подкрепление, ограничился только блокадой. Осада продолжалась четыре месяца, до ее снятия 10 ноября, с приближением 3-й западной Дунайской армии.

Военный писатель генерал-майор А. И. Михайловский-Данилевский писал в 1812 г. в книге «Описание Отечественной войны в 1812 году» (изданной в 1839 г.): *«Ни одна крепость в России никогда не была столь полезной, как Бобруйская. Не будь там крепости, Князю Багратиону невозможно было бы прежде исхода Августа соединиться с 1-й армией, а тогда она была уже в окрестностях Москвы».*

После изгнания армии Наполеона Бобруйскую крепость решили достроить и еще более усилить. Ввиду спешности работ в 1810–1811 гг. некоторые сооружения (казармы, погреба, отдельные укрепления) построили не из камня или кирпича, а из дерева. Но деревянные одежды подвергались гниению, деревянные погреба были непригодны для длительного хранения пороха, а деревянные землянки оказались малопригодными для размещения войск в мирное время. Поэтому временные деревянные сооружения заменяли долговременными кирпичными. Вместе с тем фортификационные детали стали предметом обсуждения специалистов. Крепость постепенно меняла свой облик. Уже в 1816 году она была признана крепостью 1-го класса.

В начале сентября 1817 года Бобруйск посетил император Александр I. Именно тогда было принято решение построить отдельное мощное укрепление за рекой Бобруйкой, чтобы ликвидировать возможность обстрела внутренней части крепости с высоты.

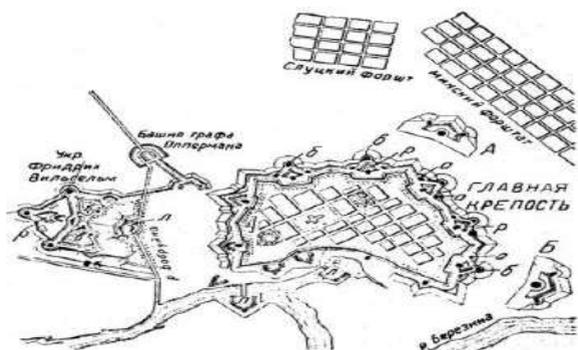


Рисунок 2 – План крепости, 1818 г.

В 1818 г. генерал Опперман составил проект перестройки крепости. Он был утвержден 26 февраля 1819 г. с небольшими изменениями. В соответствии с проектом перестройка укреплений продолжалась до 1825 г., а внутри крепости здания возводили до 1836 г.

В ходе работ крепость преобразилась. Главный вал имел бастионное начертание и теперь насчитывал шесть бастионов разных размеров и два полубастиона. Полубастионы примыкали к прибрежному фронту полигонального начертания вдоль реки Березины. Фронт главного вала был усилен рavelинами, в горжах, с каменными двухэтажными редюитами и пристроенными к ним капонирами. Возле рavelинов были образованы плацдармы: во входящих плацдармах разместили отдельные редюиты, а в исходящих плацдармах – двухэтажные редюиты-батареи, одновременно служащие базами для контрминной борьбы. Перед каждым бастионом и рavelином галереи выходили тремя рукавами, причем минные галереи имели длину до двух верст (более двух километров).



Рисунок 3 – Бастион Бобруйской крепости, 1918 г.

Подступы к горжевому валу обстреливались фланговым огнем из двух капониров, с флангов двух малых бастионов и с двух отдельных люнетов: одного – у правого фланга, другого – на острове заливчика р. Березины. Кроме этого, к стороне Минского форштадта были построены два отдельных передовых люнета А и Б с круглыми капонирами-башнями в горже и с обороной рвов напольных и боковых фасов также из капониров.



Рисунок 4 – Главный вход в крепость

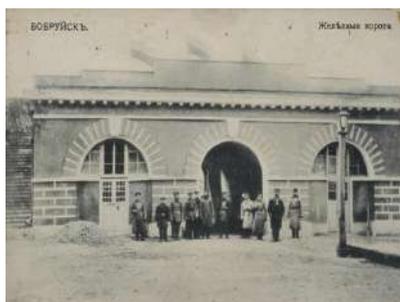


Рисунок 5 – Ворота в крепость

На левом берегу реки Березины был построен долговременный люнет с водяным рвом, являвшийся зачатком будущего тет-де-пона. За р. Бобруйкой было построено отдельное нагорное укрепление, названное в честь прусского короля «Фридрих Вильгельм». Оно состояло из долговременного, с казематированной обороной рвов люнета, горжа которого была сомкнута оборонительной стенкой; двух бастионов с каменными башнями в горжах и с двухэтажным капониром перед теналью; вынесенного за гласис равелина с казематированными фланками и с земляным редюитом в горже; двух казематированных люнетов, дающих фланговую оборону прилегающим рвам. Все укрепления «Фридрих Вильгельм» были обнесены общим гласисом с прикрытым путем. У подошвы левой части гласиса был расположен капонир, в исходящих плацдармах находятся двухэтажные редюиты, служащие вместе с тем батареями и исходными пунктами контрминной системы, в промежутках между этими редюитами расположены казематированные тра-

версы. На правом фланге гласиса имелся люнет, сообщающийся каменной галереей с трехэтажной «башней Оппермана».



Рисунок 6 – Башня Оппермана, XX век

Специальные шлюзы на реке Бобруйке позволяли затоплять пространство между главной крепостью и укреплением «Фридрих Вильгельм». Укрепления Бобруйской крепости были построены из обожженного кирпича и земли. Внутри крепости шла сетка взаимоперпендикулярных улиц с чисто «военными» названиями. Центральная улица называлась Гренадёрской, её пересекала с западной части улица Артиллерийская. За ней шла Кавалерийская, затем Пехотная. Были также улицы Радистов, Сапёрная, Казематная, Пионерская. Сразу за крепостью шли улицы Цитадельная, Полигонная, Менская, Слуцкая. Две последние шли сразу от ворот. Внутри крепости одно из пересечений Главной улицы образовывало Соборную площадь – с домом коменданта (построен в 1818 г.), зданиями госпиталя (1822 г.) и штаба (1824 г.), выполненными в классическом стиле, небольшой церковью Святого Александра Невского (1827 г.).

В целом площадь крепости занимала до 120 га. В крепости нашлось место даже для общественного сада.

Общая стоимость фортификационных работ составила колоссальную по тем временам сумму – 3 млн 750 тыс. 435 руб. Еще 2 млн 927 тыс. руб. было отпущено на возведение воинских зданий внутри крепости: двадцати пороховых погребов, четырех артиллерийских и одного инженерного цейхгауза, четырех кордегардий, одного генеральского дома, двадцати девяти офицерских квартир и казармы на 975 человек. Больше средств было потрачено лишь на строительство Динабургской крепости.

Во время Польского восстания 1830–1831 гг. император Николай I приказал немедленно вооружить крепость и привести её в военное положение. Во исполнение указаний комендант крепости генерал-майор Карл Берг ус-

тановил на валах 146 орудий. Таким образом, Бобруйская крепость стала опорным пунктом русских войск во время восстания.

Строительство Бобруйской крепости полностью завершилось только в 1836 году. Император Николай I считал её одной из лучших в Европе [1, 2].

Артиллерийское вооружение крепости в 1847 г. состояло из 27 24-фунтовых и 28 6-фунтовых пушек и 53 24-фунтовых коронад. Гарнизон исчислялся в 13,5 тыс. человек.

Уже к моменту завершения постройки крепость находилась далеко от границы. Поэтому она быстро утратила значение в системе обороны государства и не подвергалась модернизации. С появлением нарезной артиллерии и развитием фортификации выявились такие недостатки Бобруйской крепости, как наличие крупного населенного пункта перед крепостной оградой, отсутствие фортового пояса, естественных преград и путей отхода.

В 1868 г. крепость была перечислена во 2-й класс. В скором времени через территорию Бобруйской крепости проложили Либаво-Роменскую железную дорогу, тем самым разделив цитадель на две части. В 1886 г. Бобруйская крепость была переведена в статус крепости-склада.

Список литературы

- 1 Яковлев, В. В. История крепостей / В. В. Яковлев. – М. : АСТ, 2000. – 400 с.
- 2 Скрыпка, М. Цытадэль над Бярэзінай / М. Скрыпка // Помнікі гісторыі і культуры Беларусі. – Минск. – 1987. – № 4. – С. 18–19.

УДК 666.972

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЦЕМЕНТА ДЛЯ БЕТОНА КЛАССА ПО ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ $C^{20}/_{25}$

А. А. ВАСИЛЬЕВ, К. Э. АГЕЕВА, Ю. К. КАБЫШЕВА, В. А. ДОЛЯ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Предельная величина карбонизации бетона (ПВК) определяет максимальную карбонизируемость бетона (в любом сечении) при условии полной гидратации цемента ($\alpha = 1$). Значения ПВК находятся по известному содержанию компонентов бетонной смеси [1].

Определение ПВК является основой для создания системы расчетно-экспериментальных зависимостей изменения карбонизации во времени по сечению бетона [2].

Ранее, в [3] были получены выражения для определения ПВК для подвижных

$$\text{ПВК} = (-0,0003R + 0,0842)Ц + (0,1143R + 0,6864) \quad (1)$$

и жестких смесей

$$\text{ПВК} = (-0,0004R + 0,1161)\text{Ц} + (0,1015R + 5,316), \quad (2)$$

где R – отпускная прочность бетона, %; Ц – содержание цемента, кг/м^3 .

В полученных зависимостях присутствуют две неизвестных. И если отпускная прочность бетона колеблется в пределах 70–100 % (причем для любого класса бетона по прочности на сжатие), то содержание цемента ($306\text{--}558 \text{ кг/м}^3$ для бетона класса по прочности $\text{C}^{20/25}$ при $R = 70\text{...}100$ %) зависит от отпускной прочности бетона (для $R = 70$ % $\text{Ц} = 306\text{...}428 \text{ кг/м}^3$; $R = 80$ % $\text{Ц} = 331\text{...}470 \text{ кг/м}^3$; $R = 90$ % $\text{Ц} = 357\text{...}513 \text{ кг/м}^3$; $R = 100$ % $\text{Ц} = 389\text{...}558 \text{ кг/м}^3$).

Представляет интерес получить зависимость $\text{ПВК} = f(R, M)$, в которой будет учтена зависимость $\text{Ц}_p = f(M)$, т. е. определить расчетное содержание цемента Ц_p .

На основании анализа оценки количества используемого цемента в зависимости от значений осадки конуса (для марок смесей по удобоукладываемости П1–П5) была получена зависимость расчетного содержания цемента от осадки конуса (ОК).

В общем виде зависимость $\text{Ц}_p = f(M)$ для любого граничного значения отпускной прочности бетона

$$\text{Ц}_p = k_1 M^2 + k_2 M + k_3, \quad (3)$$

где $k_1\text{--}k_3$ – коэффициенты, аппроксимирующие полиномиальную зависимость;

M – осадка конуса для подвижных смесей, см; $k_1, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см}^2}$; $k_2, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см}}$, $k_3, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Здесь

$$k_1 = k_4 R + k_5; \quad (4)$$

$$k_2 = k_6 R + k_7; \quad (5)$$

$$k_3 = k_8 R + k_9, \quad (6)$$

где $k_4\text{--}k_9$ – коэффициенты, аппроксимирующие линейную зависимость; $k_4,$

$\frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см}^2 \cdot \%}$; $k_5, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см}^2}$; $k_6, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см} \cdot \%}$; $k_7, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{см}}$; $k_8, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \%}$; $k_9, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Так, для подвижных смесей марки по удобоукладываемости П1–П5, для отпускной прочности бетона

$$70 \% \quad \text{Ц}_p = -0,3011M^2 + 14,19M + 345,1; \quad (7)$$

$$80 \% \quad \text{Ц}_p = -0,3287M^2 + 15,44M + 374,7; \quad (8)$$

$$90 \% \quad \text{Ц}_p = -0,3566M^2 + 16,81M + 410,4; \quad (9)$$

$$100 \% \quad \text{Ц}_p = -0,3875M^2 + 18,27M + 447,1. \quad (10)$$

Путем математической обработки были получены коэффициенты $k_1\text{--}k_3$.

Значения коэффициентов k_1-k_3 :

$$k_1 = -0,029R - 0,0994; \quad (11)$$

$$k_2 = -0,1362R + 4,600; \quad (12)$$

$$k_3 = -3,418R + 103,8. \quad (13)$$

Таким образом, для бетона класса по прочности $C^{20/25}$ бетонных смесей марки по удобоукладываемости П1-П5

$$\sigma_p = (-0,0029R - 0,0994)M^2 + (-0,1362R + 4,600)M + (-3,418R + 103,8). \quad (14)$$

С учетом того, что подавляющее большинство железобетонных элементов (ЖБЭ) выполняется из подвижных смесей марки по удобоукладываемости П1 (ОК = 3, 4 см) из жестких смесей – Ж1 (5...10 с) Ж2 (11...20 с), можно получить укрупненную зависимость $\sigma_p = f(R)$.

Для подвижных смесей (П1, ОК = 4 см)

$$\sigma_p = -4,0092R + 120,6. \quad (15)$$

Аналогично можно получить зависимости $\sigma_p = f(R, S)$ для жестких смесей.

Так, для жестких смесей марок по удобоукладываемости Ж1–Ж4

$$\begin{aligned} \sigma_p = (3 \cdot 10^{-6} R^3 - 0,0008R^2 + 0,0726R + 2,0437)S^2 + (0,0001R^3 + \\ + 0,0359R^2 - 3,154R + 89,24)S + (3,750R + 108,97), \end{aligned} \quad (16)$$

где S – время вибрации для жестких смесей, с.

Укрупненная зависимость $\sigma_p = f(R)$:

– для жестких смесей (Ж1, $S_{cp} = 8$ с)

$$\sigma_p = 0,0010R^3 + 0,236R^2 - 16,84R + 953,7; \quad (17)$$

– для жестких смесей (Ж2, $S_{cp} = 15$ с)

$$\sigma_p = 0,0022R^3 + 0,3585R^2 - 27,23R + 1907. \quad (18)$$

Результаты исследований позволяют использовать их при расчете σ_p для любого класса бетона по прочности на сжатие, что значительно упростит на практике расчеты предельной величины карбонизации бетона.

Список литературы

1 Анализ предельной величины карбонизации бетона для различных классов бетона по прочности на сжатие / А. А. Васильев [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 1 (44). – С. 88–90.

2 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.

3 **Васильев, А. А.** Прогнозирование начальной карбонизации бетона различных классов по прочности на сжатие / А. А. Васильев, Ю. К. Кабышева, Н. А. Леонов // Современные научные знания : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и Просвещение, 2023. – С. 21–24.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЛЬС И ШПАЛ

В. В. ДАШКУН, А. И. СТАНКЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На сегодняшний день технологии развиваются быстрее, чем движется транспорт. Неудивительно, что в Стране восходящего солнца ещё в конце прошлого века разработали пластиковые шпалы.

А если учесть, что эпюра (так называют количество шпал на 1 км пути) у нас и у японцев одинакова (2000 шт. на кривых и 1840 шт. на ровных участках), становится совершенно понятно, почему такая экономная технология не могла не заинтересовать российских производителей. Тем более что выпускают пластиковые шпалы (рисунок 1) для железных дорог конструкции из мусора.



Рисунок 1 – Пластиковые шпалы

На каждые 1,5 км путей расходуют:

- 2 млн пластиковых бутылок;
- 9 млн пакетов;
- 10 тыс. шин;
- пластификаторы.

На самом деле, это «мизер» в сравнении с тем, что выбрасывает город с населением 500 тыс. человек за год. А если учесть, что каждая шпала проходит испытание (середина балки нагружается четырьмя тоннами), то можно спокойно садиться в поезд, который «пробежит» по таким «подпоркам».

Эти конструкции практически не стареют, не вредят окружающей среде и имеют крайне низкую себестоимость. Содержание железнодорожного пути при укладке таких шпал сокращается до 5 раз.

В транспортной администрации Чикаго подсчитали, что композитные шпалы позволили сохранить 25 тыс. деревьев, достигших промышленной зрелости (а это не меньше, чем 50-летние стволы).

Кстати, во многих странах мира до сих пор выпускают деревянные шпалы. Так вот, замена их на композитные сократит выбросы креозота на 453 тыс. т и на 12,7 тыс. т парниковых газов. Это сравнимо с уменьшением поездок легковых автомобилей на 160 млн км.

Подводя итог стоит задуматься – нужно ли производить замену традиционных железобетонных шпал на пластиковые. Жаль только, что не все так быстро делается, как хотелось бы. Но мы – оптимисты. И верим, что за пару десятков лет от железобетона под рельсами не останется и следа.

УДК 666.97:691.32

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ЗАВИСИМОСТИ НАЧАЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ ПО СЕЧЕНИЮ (L - KC_0) БЕТОНА КЛАССА ПО ПРОЧНОСТИ НА СЖАТИЕ $C^{20}/_{25}$

Ю. К. КАБЫШЕВА, М. И. ТКАЧЕВА, А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Начальная карбонизация определяет состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре уже сразу после его изготовления [1] .

Ранее, в [2] была получена регрессионная зависимость изменения показателя KC_0 (начальной карбонизации) по сечению для свежизготовленного бетона (после ТВО) класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$.

$$KC_0(l/t=0) = 3,37 + 1000057e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)}, \quad (1)$$

где l – значение глубины сечения, мм.

Для проверки возможности использования регрессионной зависимости (1) на практике была выполнена проверка её значимости.

Для получения начальных параметров карбонизации (показателя KC_0) исследовали кубики сечением $100 \times 100 \times 100$ мм, выполненные в заводских условиях с применением тепловлажностной обработки (ТВО) по следующему режиму: выдержка – 4 ч, подъем температуры до 60°C – 2 ч, изотермический прогрев (60°C) – 6 ч, остывание образцов – 3 ч.

Состав бетона класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$ приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав бетона класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$

В/Ц	Осадка конуса, см	Состав смеси, кг/м ³			
		Ц	П	Щ	В
0,546	4	334	718	113	182
<i>Примечание</i> – В/Ц – водоцементное отношение; Ц, П, Щ, В – массы цемента, песка, щебня, воды, кг.					

Он определялся с использованием многофакторного метода проф. В. В. Бабицкого. При расчете компонентов бетонной смеси принимали портландцемент ПЦ 500 Д0 (ОАО «Белорусский цементный завод»), для которого: процентное содержание СаО в цементе – 0,66; активность цемента – 50,0 МПа; нормальная густота НГ = 26,5 %.

Исследовали три кубика. Отбор образцов бетона, приготовление проб и определение карбонатной составляющей (показателя KC_0) выполняли в соответствии с методиками [1].

Значения KC_0 определяли по сечению с шагом 2,5 мм. Поскольку в поверхностном слое бетона происходит разложение образовавшихся карбонатов под воздействием агрессивных кислых газов, что особенно сказывается при длительной эксплуатации ЖБЭ и должно быть учтено при моделировании карбонизации во времени, за начальное значение принимали отметку сечения 2,5 мм.

Был получен набор значений показателя KC_0 для каждого сечения (по 10 значений с учетом отбраковки с погрешностью более 8 %) (таблица 2), по которым была построена усредненная экспериментальная регрессионная зависимость $l-KC_0$ (рисунок 1).

Таблица 2 – Экспериментальные значения $KC_{0, \text{факт}}$, %, для различных сечений бетона

l, мм	KC_0 , %	$KC_{0, \text{факт}}$, %									
		5,35	5,55	5,68	5,79	5,80	5,80	5,82	5,91	6,07	6,12
2,5	5,81	5,35	5,55	5,68	5,79	5,80	5,80	5,82	5,91	6,07	6,12
5,0	5,24	4,98	5,10	5,14	5,23	5,24	5,24	5,26	5,32	5,40	5,51
7,5	4,80	4,50	4,68	4,75	4,77	4,83	4,83	4,88	4,94	5,01	5,10
10,0	4,47	4,09	4,36	4,39	4,45	4,47	4,50	4,53	4,63	4,66	4,72
12,5	4,21	3,95	4,08	4,11	4,18	4,20	4,25	4,29	4,35	4,36	4,49
15,0	4,02	3,80	3,85	3,86	3,94	3,94	4,00	4,01	4,04	4,21	4,30
17,5	3,87	3,64	3,70	3,72	3,80	3,84	3,91	3,98	4,03	4,08	4,17
20,0	3,75	3,56	3,62	3,65	3,70	3,71	3,77	3,77	3,83	3,89	4,01
22,5	3,67	3,48	3,51	3,52	3,59	3,65	3,66	3,70	3,76	3,76	3,81
25,0	3,60	3,40	3,42	3,47	3,55	3,58	3,62	3,62	3,68	3,69	3,77

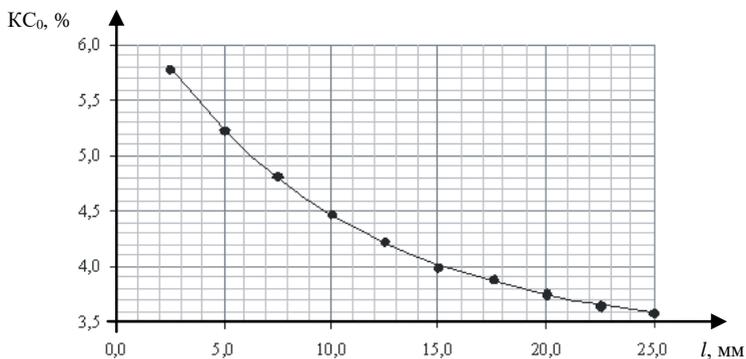


Рисунок 1 – Расчетно-экспериментальная зависимость l - KC_0 :

- – средневзвешенные значения KC_0 (таблица 2)
- – прогнозная зависимость l - KC_0

Проверка значимости регрессионной зависимости выполнялась методами математической статистики.

Для каждого сечения (2,5–25 мм) с шагом 2,5 мм строились гистограммы остатков. Для доказательства того, что неучитываемые в модели факторы взаимно компенсируются и среди них нет значимо влияющих (помимо уже учтенных), проверялась гипотеза о нормальном распределении остатков с нулевым математическим ожиданием.

В качестве примера, на рисунке 2 и в таблице 3 представлена оценка значимости регрессионной зависимости l - KC_0 для сечения 12,5 мм.

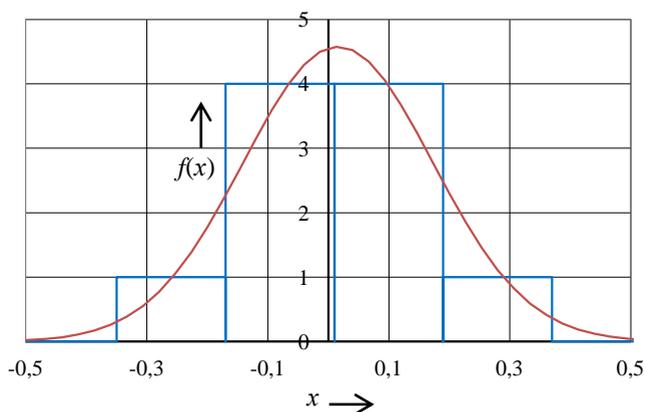


Рисунок 2 – Гистограмма остатков с нанесенной функцией плотности нормального распределения для сечения 12,5 мм

Таблица 3 – Статистическая проверка остатков регрессионной зависимости для сечения 2,5 мм

Параметр	«Нормальность» остатков		Отсутствие систематической ошибки	Попадание в 95 % интервал, % значе- ний КС ₀	Попадание в 50 % интервал, % значе- ний КС ₀
	Статистика Шапиро – Вилка, P-Value	Статистика Колмогорова – Смирнова, P-Value	t-статистика Стьюдента, P-Value		
Остаток	0,998806	0,999986	0,754394	10	4

Проверка «нормальности» остатков осуществлялась критериями Шапиро – Вилка, Колмогорова – Смирнова, реализованными в пакете «Statgraphics». Отсутствие систематической ошибки определялось критерием Стьюдента. Значимость регрессионной модели оценивалась критерием Фишера.

Статистическая проверка остатков регрессионной зависимости для бето- на класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$ состава с ОК = 4 см приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Статистическая проверка остатков регрессионной зависимости l-КС₀ для бетона класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$ состава с ОК = 4 см

Статистическая проверка		«Нормальность» остатков		Отсутствие систематической ошибки	Адекватность	
Пара- метр	Сечение, мм	Статистика Шапиро – Вилка, P-Value	Статистика Колмогорова – Смирнова, P-Value	t-статистика Стьюдента, P-Value	Статистика Фишера	
					F-ratio	P-Value
Остаток	2,5	0,539606	0,769716	0,738286	758,66	<0,01000
	5,0	0,936929	0,940042	0,967294		
	7,5	0,975230	0,998479	0,603481		
	10,0	0,505072	0,974549	0,864295		
	12,5	0,998806	0,999986	0,754394		
	15,0	0,350309	0,871736	0,628959		
	17,5	0,897294	0,997992	0,726486		
	20,0	0,919043	0,986079	0,981681		
	22,5	0,559416	0,965130	0,496294		
25,0	0,790279	0,996206	0,614645			

Статистическая проверка остатков регрессионных зависимостей l-КС₀ показала, что по всем сечениям значения показателя P-value (критерии Шапи- ро – Вилка, Колмогорова – Смирнова и Стьюдента) значительно больше 0,05, что свидетельствует о том, что гипотезы о нормальном распределении остатков и нулевом математическом ожидании остатков согласуются с фак-

тическими данными. А поскольку для критерия Фишера значения показателя *P-Value* значительно меньше 0,05, то гипотеза о «неадекватности» модели отклоняется и с вероятностью, превышающей 0,95 (принятой в инженерной практике для оценки уровня значимости), можно утверждать, что полученная регрессионная модель адекватно описывает предложенную зависимость.

Список литературы

1 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.

2 **Васильев, А. А.** Прогнозирование начальной карбонизации бетона различных классов по прочности на сжатие / А. А. Васильев, Ю. К. Кабышева, Н. А. Леонов // Современные научные знания : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и Просвещение, 2023. – С. 21–24.

УДК 625.78.004.6

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

П. В. КОВТУН, М. Ю. НИКИТЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последние годы в строительной отрасли стали широко применять закрытые способы прокладки коммуникаций. Это обусловлено рядом причин. В условиях городской застройки и при восстановлении в послевоенное время предприятий, где в значительных объемах размещены подземные сооружения, прокладка новых и замена старых подземных сетей открытым способом затруднена. Закрытый способ позволяет уменьшить объем земляных работ на 60–80 % и осуществлять строительство в зимних условиях без больших удорожаний [1].

Технология горизонтального направленного бурения заключается в бурении пилотной скважины по трассе прокладываемого трубопровода с последующим ее расширением до необходимого диаметра и протаскиванием трубопровода к заданной точке бурения. Данная технология может быть применена при обустройстве любых коммуникационных магистралей в случае необходимости прокладки трассы под железнодорожными путями.

Наличие литологических границ на пути траектории скважины является одним из факторов, приводящих к нарушению пространственных размеров геометрии ее ствола и осложнению для протаскивания дюкера. Знания механизма образования уступов помогут при конструировании геометрических размеров расширителей, расположения породоразрушающих элементов на их

корпусе, а также в подборе элементов компоновки буровой колонны, что обеспечит ее жесткость при прохождении литологических границ.

Понимание физических процессов, происходящих при прохождении буровым инструментом литологических границ, имеет практическое значение для операторов буровой установки для прогнозирования и предотвращения заклиниваний бурового инструмента, контроля траектории ствола скважины, а также при подборе режимов бурения и расширения скважины для протаскивания трубопровода.

Список литературы

1 **Дробов, С. Г.** Анализ мировых тенденций возведения подземных сооружений методом горизонтально-направленного бурения / С. Г. Дробов, М. А. Шамова, П. В. Ковтун // Горная механика и машиностроение. – 2024. – № 1. – С. 27–34.

УДК 656.21.004.6

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ПУТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СТЕСНЁННЫХ УСЛОВИЯХ

П. В. КОВТУН, М. Ю. НИКИТЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В восстановлении железнодорожных сообщений немаловажную роль играют железнодорожные пути промышленных организаций, т. к. их отсутствие создает серьезные затруднения для развития индустриальных центров.

На большинстве крупных предприятий в Республике Беларусь поставка сырья и отгрузка готовой продукции осуществляются железнодорожным транспортом, что обуславливает необходимость корректного восстановления и содержания путей необщего пользования. В связи с этим конструкция и состояние путевых устройств и сооружений должны отвечать требованиям соответствующих технических нормативных правовых актов, обеспечивать безопасный пропуск вагонов и локомотивов [1]. Кроме того, путевое развитие, предназначенное для выполнения задач по достижению целей технологического комплекса, должно соответствовать объему выполняемой предприятием работы с учетом ближайшей перспективы. Однако в современных постоянно изменяющихся экономических условиях это не всегда соблюдается. На сегодняшний день на промышленных предприятиях существует ряд проблем:

– наличие большого количества криволинейных участков малых радиусов и стрелочных переводов, которые, с одной стороны, позволяют иметь

разветвление железнодорожных путей, а с другой – затрудняют производство путеремонтных работ и применение современной высокопроизводительной техники в силу стесненных условий;

- старогодное верхнее строение пути, представленное рельсами легких типов, в том числе и на стрелочных переводах, отрицательно сказывающееся на интенсивности грузовых операций;

- непроизводительные затраты времени на производство маневровой работы. Например, при проведении грузовых операций на путях общего пользования очень часто возникает необходимость выезда на пути общего пользования для осуществления маневров, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени нахождения подвижного состава на путях предприятий;

- в связи с увеличением объемов грузовой работы и для сокращения времени нахождения железнодорожных вагонов на подъездных путях предприятий требуются дополнительные разгрузочные мощности;

- несоответствие путевого развития современным формам грузовых перевозок ввиду неоднородности груза, многократных перегрузок, использования различных видов транспорта и др.

При этом на промышленных предприятиях в первую очередь должны учитываться требования к безопасности движения поездов для всех без исключения участников технологического процесса производства, экологические требования к сохранности естественных насаждений и другие факторы.

В силу ряда причин идет переориентация направления грузовых перевозок на дальние расстояния, например, в Китай, республики Средней Азии. При этом приоритетным становятся контейнерные перевозки. Они имеют ряд преимуществ [2]:

- гибкость в выборе транспортного средства, так как контейнеры могут быть загружены на железнодорожные платформы, на автоприцепы или суда;

- транспортировка больших объемов грузов за меньшее время, так как не требуется штучная перегрузка из полувагонов или вагонов в грузовые автомобили или суда;

- транспортировка больших объемов грузов за меньшее время, так как не требуется штучная перегрузка из полувагонов или вагонов в грузовые автомобили или суда;

- защита груза от повреждений и погодных условий при транспортировке;

- увеличение грузоподъемности транспортных средств и уменьшение количества упаковки;

- экологическая эффективность.

Однако для осуществления контейнерных перевозок требуется наличие специального оборудования для загрузки и разгрузки контейнеров. Кроме того, в связи с увеличенной длиной фитинг-платформ под контейнеры и, соответственно, массы груза повышаются требования не только к подвижному составу, но и к путевому развитию грузовых фронтов (уклоны профиля, план линии, состояние элементов железнодорожного пути и т. д.).

Список литературы

1 Ковтун, П. В. Особенности проектирования подъездных путей в стесненных условиях / П. В. Ковтун, О. В. Осипова, Д. А. Сапроненко // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций РБ, М-во образования РБ, Бел. ж. д., БелГУТ ; под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2015. – С. 251.

2 Путьские аспекты контейнерных мультимодальных перевозок / П. В. Ковтун [и др.]. // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 69–75.

УДК 656.2(438)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ПОЛЬШИ

И. И. КОТЛОБАЙ, Р. В. ДОБРИЯН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В 1848 году была завершена первая железнодорожная линия, соединяющая *Warsaw, Zagłębie Dąbrowskie*, и *Kraków*. Развитие железнодорожного транспорта в Польше большую часть времени находилось в зависимости от Германии или России, что приводило к перестройке колеи, отмене и принятию новых регламентирующих документов и т. д., что не всегда сказывалось в лучшую сторону.

В 1927 году была построена первая в Польше электрифицированная железная дорога. В начале 1945 года было создано министерство транспорта, а также региональное Управление национальных железных дорог. Много довоенных локомотивов были отправлены в Советский Союз. Польша получила много немецких локомотивов в качестве компенсации за военные потери. В соответствии с директивами ЕС о делимитации управления железнодорожными линиями железнодорожного транспорта и создания отдельных коммерческих структур в 2001 году в результате процесса реструктуризации государственного предприятия Польских государственных железных дорог была создана PKP Group, в которую вошли материнская компания и компания, выступающая оператором рынка – *PKP SA*: пассажирские – *PKP Intercity Sp. ZOO*, перевозки – *PKP Cargo*; *PKP Intercity Sp. ZOO*, а также компании, связанные с железнодорожной инфраструктурой *PKP SA*; *PKP Power Sp. OOO* и др. Польша имеет железнодорожную связь со смежными странами с одинаковой шириной колеи:

Чехия – одинаковое напряжение;

Германия – смена напряжения 3 кВт/15 кВт;

Словакия – одинаковое напряжение;

Швеция – через паром.

Польша также имеет железнодорожную связь со смежными странами с различной шириной колеи:

Белоруссия – смена напряжения 3 кВт /25 кВт;

Литва – смена напряжения 3 кВт /25 кВт (электрофицированные линии только через Белоруссию);

Россия (Калининградская область);

Украина – смена напряжения 3 кВт /25 кВт.

На сегодняшний день протяжённость железных дорог в стране – 26644 км, в том числе 24287 км с колеёй 1435 мм и 2357 км с колеёй 1520, 1000, 785, 750 и 600 мм. Из общей протяжённости дорог электрифицировано 11627 км. Преимущественно электрификация проведена на постоянном токе 3 кВ. Основные узлы железной дороги Польши: Варшава, Олыштын, Катовице, Вроцлав, Гданьск, Краков, Люблин. Между Польшей и Швецией действует железнодорожная паромная переправа.

УДК 624.006

КОМПОЗИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ

Д. В. ЛЕОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Композитные конструкции, включая сэндвич-элементы, становятся неотъемлемой частью современного строительства и реконструкции инженерных сооружений. Они обеспечивают необходимую прочность и устойчивость, что критически важно при повышенных нагрузках и воздействиях. Сэндвич-элементы, благодаря своей многослойной структуре, значительно увеличивают долговечность сооружений, делая их более надёжными и функциональными.

Исследование напряженно-деформированного состояния (НДС) трехслойных балок [1, 2], пластин [3] и оболочек открывает новые возможности для понимания их поведения при действии внешних сил. Такие исследования способствуют разработке точных и эффективных строительных решений, повышая производительность и продлевая срок службы сооружений. Анализ НДС является фундаментальным для создания методов контроля и

управления, которые минимизируют риски повреждений и обеспечивают стабильность в эксплуатации.

Изучение параметров колебаний трехслойных конструкций [4–8] имеет особое значение для военных сооружений, где безопасность и надежность являются приоритетами. Учет вибрационных характеристик позволяет разрабатывать конструкции, способные выдерживать значительные механические нагрузки. Оптимизация с учетом колебаний предотвращает повреждение и гарантирует стабильность сооружений на долгие годы.

Применение трехслойных конструкций в военном строительстве обеспечивает оперативность и эффективность строительных процессов. Быстрое и качественное создание прочных и устойчивых объектов в условиях повышенной боевой готовности становится возможным благодаря этим инновационным композитным конструкциям. Трехслойные элементы в военной инженерии играют важную роль в обеспечении безопасности и защиты, поддерживая оперативную готовность и мобильность в различных условиях.

Список литературы

1 **Старовойтов, Э. И.** Деформирование трехслойного стержня в температурном поле / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко // *Механика машин, механизмов и материалов*. – 2013. – № 1 (22). – С. 31–35.

2 **Zenkour, A. M.** Bending Analysis of Functionally Graded Sandwich Plates under the Effect of Mechanical and Thermal Loads / A. M. Zenkour, N. A. Alghamdi // *Mechanics of Advanced Materials and Structures*. – 2010. – Vol. 17, no. 6. – P. 419–432.

3 **Старовойтов, Э. И.** Деформирование локальными нагрузками композитной пластины на упругом основании / Э. И. Старовойтов, Д. В. Леоненко, М. Сулейман // *Механика композитных материалов*. – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 109–120.

4 **Леоненко, Д. В.** Собственные колебания трехслойного стержня на упругом основании / Д. В. Леоненко, Э. И. Старовойтов // *Прикладная механика*. – 2016. – № 4. – С. 37–46.

5 The effect of functionally graded materials into the sandwich beam dynamic performance / S. Rabboh [et all.] // *Materials Sciences and Applications*. – 2013. – Vol. 4, no. 11. – P. 751–760.

6 The oblique impact response of composite sandwich plates / I. Ivanez [et all.] // *Composite Structures*. – 2015. – 133. – P. 1127–1136.

7 **Zadeh, H. V.** Analytical bending analysis of a circular sandwich plate under distributed load / H. V. Zadeh, M. Tahani // *International Journal of Recent Advances in Mechanical Engineering*. – 2017. – Vol. 6, no. 1. P. 321–329.

8 **Леоненко, Д. В.** Исследование спектра частот трехслойной цилиндрической оболочки с упругим наполнителем / Д. В. Леоненко, Э. И. Старовойтов // *Механика композиционных материалов и конструкций*. – 2015. – № 2. – С. 162–169.

ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В УСЛОВИЯХ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВНИКА СОВРЕМЕННЫМИ СРЕДСТВАМИ ПОРАЖЕНИЯ

*Д. В. ЛЯПОРОВ, С. М. БОБРИЦКИЙ, В. В. ТОМАШОВ, П. А. КАЦУБО
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Боеприпасы, сбрасываемые с легких БЛА, как правило, имеют небольшую мощность взрыва, в тротиловом эквиваленте обычно не превышает 1 кг. Разрушение мостовых конструкций от заряда данной мощности будет зависеть от материала и площади сечения. Прогнозируя, что боеприпасы могут быть сброшены по вертикали или с малым углом траектории, то эффективное попадание их будет в пределах площади мостового полотна, тротуарного и межколейного пешеходных настилов пролетных строений, палубы секций понтонов НЖМ-56, ПМ-70, МЛЖ-ВТ-ВФ, проезжей части пролетных строений автодорожных мостов [1].

В случае попадания боеприпаса на мостовое полотно пролетного строения, повреждению подвергнутся 2–4 мостовых бруса, доски пешеходного настила, а также возможно возгорание мостового полотна, маловероятно разрушение рельса. При организации должной противопожарной защиты не вызовет больших затруднений своевременно устранить возгорание. Повреждение главных балок пролетного строения также маловероятно. Восстановление повреждений составит в пределах 1 ч.

Попадание боеприпаса на металлический межколейный и тротуарный пешеходные настилы табельных пролетных строений НЖМ-56 и РЭМ-500 вызовет очаговое повреждение радиусом до 1,5 м. Повреждение главных балок пролетного строения будет маловероятно или незначительно и не повлияет на несущую способность. Восстановление осуществляется заменой щитов настила в течение 20 мин.

Наиболее уязвимыми являются секции понтонов имущества НЖМ-56 (ПМ-70) при попадании боеприпаса на палубу. Так как толщина палубы, стенок, внутренних водонепроницаемых переборок и днища секций понтонов не превышает 4 мм, то возможно их пробивание и заполнение водой. Однако имеющиеся переборки в секциях позволят временно удержать понтон на воде от повреждений одного боеприпаса в пределах длины одной-двух секций понтонов на расстоянии одной – трех переборок.

Чтобы свести к минимуму ущерб от воздействия боеприпасов с легких БЛА, необходимо разработать систему нейтрализации различных их видов. При этом следует учитывать ряд факторов, которые могут повлиять на выполнение задач по охране и обороне мостов.

В настоящий момент разработаны различные комплексы противодействия БЛА. Они в большей степени направлены на активную защиту и подразделяются на контактные (противодроны, сети, кинетическое оружие, обученные животные) и бесконтактные (акустическое воздействие, лазерное воздействие, микроволновое воздействие, средства РЭБ). Альтернативным вариантом предлагается рассмотреть ряд конструктивных решений, позволяющих в некоторой степени минимизировать воздействие, а именно контакт боеприпаса и его взрыв непосредственно на несущих элементах конструкций мостов.

Основная задача представленных ниже конструктивных решений направлена на недопущение проникновения (непосредственного контакта) сбрасываемого боеприпаса с легких БПЛА, а также дронов-камикадзе с кумулятивными боеприпасами к несущим элементам моста.

Первое конструктивное решение «Деревянные или металлические комплекты маскировки и защиты пролетных строений железнодорожных и автодорожных мостов», которые представляют собой сборно-разборные конструкции, предназначенные как для визуального скрытия объекта от воздушной разведки, так и для противодействия сбрасываемых с легких БЛА неуправляемых и управляемых боеприпасов на основные элементы мостов. Данные комплекты в зависимости от вариантов сборки могут применяться на капитальных, дублирующих и ложных мостах. Общий вид комплектов представлен на рисунке 1.

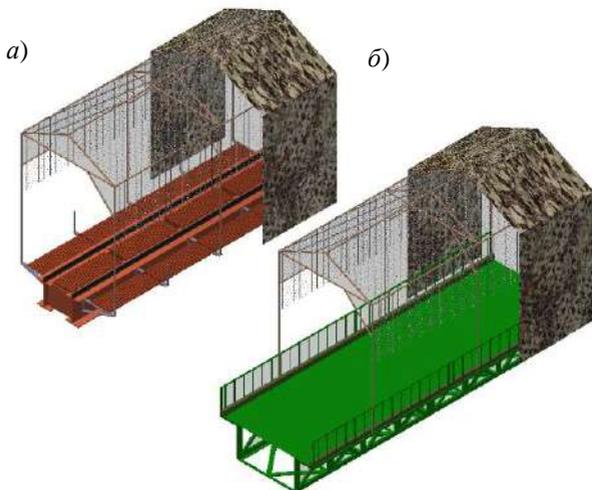


Рисунок 1 – Общий вид и варианты применения деревянного и металлического комплектов маскировки (вариант):

- а* – маскировка пролетного строения РЭМ-500;
- б* – маскировка пролетного строения САРМ-М

Второе конструктивное решение «Сборно-разборный защитный навес секций понтонов», представляет собой деревянную или металлическую конструкцию треугольной формы, предназначенную для отвода сбрасываемых с легких БЛА неуправляемых и управляемых боеприпасов с секций понтонов, а также для визуального скрытия понтонов при воздушной разведке моста.

Для изготовления защитного навеса могут быть использованы различные щитовые конструкции (плиты СРДП), деревянные щиты, металлические сети с мелкими ячейками не более 2×2 см. Вариант применения представлен на рисунке 2.

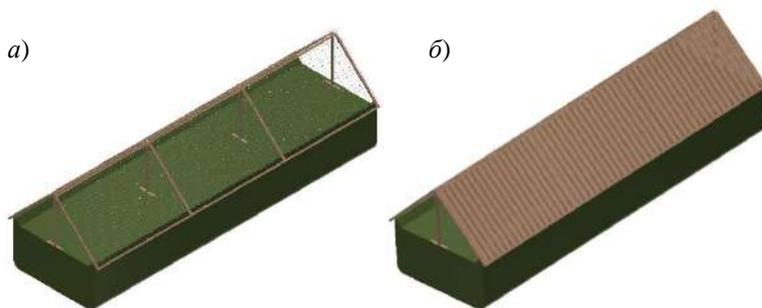


Рисунок 2 – Вариант применения разборного защитного навеса секций понтонов НЖМ-56 (вариант):

a – из металлических сетей; *б* – из деревянных щитов

Общий вид применения маскировочных комплексов совместно пролетных строений и плавучих опор на примере НЖМ-56, представлен на рисунке 3.

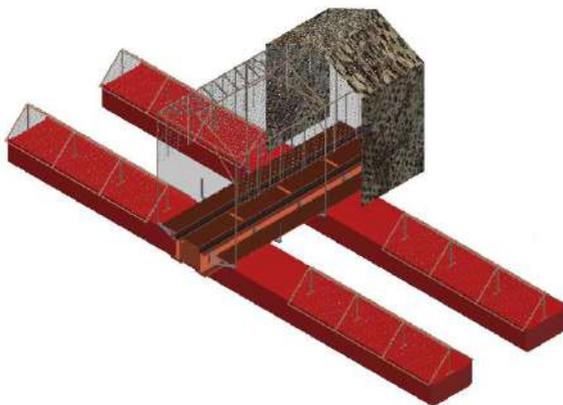


Рисунок 3 – Общий вид применения маскировочных комплексов совместно пролетных строений и плавучих опор на примере НЖМ-56 (вариант)

В том числе, наряду с конструктивными решениями, необходимо рассматривать комплекс мероприятий повышения живучести объектов, включающий в себя систему водяных завес по линии мостового перехода (далее – система).

Система, показанная на рисунке 4, способствует защите объекта от визуального наблюдения со стороны противника, а также невозможности приближения БЛА противника в зону действия распыления воды.



Рисунок 4 – Варианты применения водяных завес

Такая система была апробирована на учениях транспортных войск в 2021 году и показала свою эффективность.

Список литературы

1 **Гулевич, В. В.** Современная война и мир: истоки и предпосылки вооруженных конфликтов XXI века (на примере украинского кризиса) / В. В. Гулевич. – Минск : ИВЦ Минфина, 2024. – 208 с.

УДК 669.91.012

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Д. В. МАЛАШКОВ, А. С. НЕВЕРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одной из ключевых проблем отечественного жилищно-гражданского строительства является необходимость снижения материалоемкости возводимых зданий [1]. Наиболее значимыми проблемами являются снижение цемента- и энергоемкости, экологической нагрузки на окружающую среду и повышение производительности труда в производстве строительных мате-

риалов и строительстве [2], пожаробезопасности и обеспечение санитарно-гигиенических требований, предъявляемых к помещениям [3].

Расширение производства и применения гипсовых материалов позволит в значительной степени решить перечисленные проблемы, так как гипсовые материалы отличаются пониженной плотностью, тепло- и звукопроводностью, декоративностью, экологической безопасностью, огне- и пожаростойкостью [4] и позволяют создавать благоприятный микроклимат помещений в течение короткого времени [5]. Их производство отличается более низкими по сравнению с материалами и изделиями на основе цемента расходами топлива и энергии (в 5 раз), значительно меньшими капиталовложениями и металлоемкостью оборудования (в 3 раза) и в 10–15 раз ускоряется производство изделий [6].

К основному недостатку гипсовых изделий относится невысокое значение водостойкости. При взаимодействии с водной средой гипсовый камень подвергается увлажнению, в следствие чего происходит уменьшение прочности материала.

Существует три основных направления повышения водостойкости гипсовых изделий:

- уменьшение растворимости затвердевшего гипса;
- изменение капиллярно-пористой структуры гипсового камня с целью уменьшения водопоглощения;
- поверхностная гидрофобизация, пропитка и поверхностная защита материалов, препятствующими водонасыщению гипсовых изделий.

Наиболее перспективными являются первые два направления, так как в этих случаях происходит повышение водостойкости материала по всему объёму. Для успешной реализации этой задачи необходимо использовать добавки, позволяющие одновременно снизить растворимость гипса в водной среде, а также уменьшить водонепроницаемость гипсового камня.

К одной из таких добавок относится добавка цемента, содержащего сульфатированные клинкерные фазы. Использование этой добавки было подробно рассмотрено в статье [2] Михеенкова М. А. и Кабирова И. Ж.

Помимо использования добавок цементов, одним из вариантов повышения водостойкости гипсового вяжущего является применение строительных отходов, отходов угольной промышленности. В своей работе [3] Козлов С. Д. и Коридзе В. Г. считают, что применение промышленных отходов в производстве гипсового вяжущего позволяет получить материал, обладающий повышенной водостойкостью и прочностью. Наиболее эффективным, по мнению авторов, видом промышленных отходов является силикагель с применением гидросиликата кальция. Альтернативой силикагеля являются кремнийсодержащие добавки, которые в отличие от силикагеля требуют дополнительной химической обработки.

Полученные в ходе многократных экспериментов результаты позволили Аласханову А. Х. сформулировать теорию составов гипсового вяжущего, в основе которой существуют два направления повышения водостойкости.

Одним из направлений повышения водостойкости гипсовых вяжущих является создание гипсоцементнопуццолановых вяжущих (ГЦПВ), а также разработка технологии ГЦПВ.

Другим достаточно известным направлением является использование гипсоизвесткового шлакового вяжущего (ГИШВ). Внедрение минеральных добавок в состав гипсоцементного вяжущего позволит влиять на этапы твердения и способствовать изменению конечных свойств материала.

Разработанный состав вяжущего, в отличие от неводостойких гипсовых вяжущих, обладает универсальностью свойств, проявляющихся в способности к гидравлическому твердению и меньшей склонностью к ползучести. Помимо этого, использование отходов промышленности положительным образом сказывается на экологическом и экономическом аспекте строительства.

Альтернативный способ создания водостойких гипсовых вяжущих представлен в работе [5] Халиуллина М. И. В своей статье автор разработал водостойкие бесклинкерные композиционные гипсовые вяжущие, обладающие повышенными физико-техническими характеристиками. В качестве добавки были использованы:

- молотый доменный гранулированный шлак;
- молотая керамзитовая пыль;
- суперпластификатор.

В результате выполнения комплексных исследований с применением методов рентгенографического и дифференциально-термического анализа установлено, что благодаря использованию добавок была сформирована прочная и водостойкая структура искусственного камня. Полученные в результате опытов штукатурные гипсовые сухие смеси по основным физико-техническим показателям соответствуют нормативным требованиям, а по ряду показателей превосходят их.

Достаточно интересным решением видится использование микрокристаллической целлюлозы [5] (МКЦ) в качестве добавки, необходимой для формирования плотной, прочной и менее водопроницаемой гипсовой матрицы. Благодаря анализу, проведённому Лукутцовой Н. П., было выяснено, что использование МКЦ снижает водопотребность строительного гипса в 1,2 раза, сокращает сроки схватывания, а также повышает прочность (на изгиб в 1,8 раза, на сжатие в 1,5 раза) и коэффициент размягчения гипсового камня в 1,2 раза.

Таким образом, обзор известных литературных источников показывает, что для повышения прочности, а также водостойкости гипсовых изделий, необходимо использовать тонкодисперсные минеральные добавки, а также

добавки искусственного происхождения, как отдельно, так и в комплексе друг с другом. Особую роль необходимо уделить минеральным добавкам, так как их использование поможет как частным, так и государственным компаниям уменьшить свои капиталовложения в ходе производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Список литературы

1 Гипсовые вяжущие повышенной водостойкости на основе промышленных отходов / Козлов Н. В. [и др.] // Научное обозрение. – 2013. – № 9. – С. 200–205.

2 **Михеенков, М. А.** Разработка гидравлического гипса с добавкой цементов, содержащих сульфатированные клинкерные фазы / М. А. Михеенков, И. Ж. Кабиров, В. М. Михеенков // Вестник МГСУ. – 2012. – № 5. – С. 107–113.

3 **Козлов, С. Д.** Водостойкие гипсовые вяжущие с применением промышленных отходов / С. Д. Козлов, В. Г. Коридзе // Бюллетень науки и практики. – 2017. – С. 23–34.

4 **Аласханов, А. Х.** Рецептура водостойких композиционных гипсовых вяжущих с компонентами техногенного происхождения / А. Х. Аласханов, С. А. Алиев, С. А. Муртазаев // Вестник ДГТУ. – 2015. – С. 48–54.

5 Свойства и структура строительного гипса с микрокристаллической целлюлозой / А. А. Пыкин [и др.] // Вестник БГТУ. – 2017. – № 12. – С. 67–73.

УДК 656.2(510)

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ КИТАЯ

А. А. МАРЦИНОВСКИЙ, И. Д. ГОЛОВАЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Территория Китая огромна, население многочисленно, распределение ресурсов неравномерно, а также несбалансированно экономическое развитие регионов. Таким образом, железная дорога уже давно играла ключевую роль в транспортной системе Китая, к тому же благодаря техническим и экономическим особенностям железной дороги, развитие железнодорожной отрасли имеет большое значение в экономическом росте Китая.

Система управления министерством путей сообщения объединяет три ответственных подразделения: управление действующих железнодорожных путей, администрация железнодорожных путей и подразделение администрации железнодорожных веток. В настоящее время национальная железная дорога включает 14 железнодорожных бюро в Харбине, Шэньяне, Пекине, Цзинане, Шанхае, Наньчане, Гуанчжоу, Чжэнчжоу, Лючжоу, Куньмине, Чэнду и Хух-Хото, Ланьчжоу, Урумчи, а также 50 филиалов.

Среди них в Наньчане, Хух-Хото, в Лючжоу реализуется новая система прямого руководства низшими уровнями железной дороги. Предприятие железнодорожного транспорта осуществило попытку смены управленческого механизма предприятия. В Гуанчжоу железнодорожное бюро реализовало попытку создания корпорации, а также создало Даляньскую железнодорожную компанию с ограниченной ответственностью, железнодорожную корпорацию Гуанчжоу-Шэньчжэнь, которые успешно вышли на гонконгский и американский рынки.

В течение последних 60 лет были построены железные дороги Чэню, Баочэн, Чэнкунь, Ланьсинь, Баолань, Цзинцзиу, Нанькунь и десяток других железных дорог по макету национальной железнодорожной сети в Пекине, протяженность западного железнодорожного полотна составила уже 35 % от общегосударственного.

В 2008 году протяженность железной дороги достигла 79 700 км, что составило третье место в мире и первое место в Азии. Среди них протяженность двухпутной железнодорожной линии составила 29 000 км, что составило 36,2 %. Протяженность электрифицированных железных дорог составила 28 000 км, электрификация достигла 34,6 %. Протяженность двухпутных и электрифицированных железных дорог была одной из первых в Азии.

Пройдя реконструкции, крупномасштабные преобразования, строительство новых линий, железные дороги Китая, несмотря на количество и уровень оборудования, поднялись на новый уровень. Расширился масштаб железнодорожной сети. Сетевая структура была оптимизирована. Напряженная обстановка основной пропускной способности была значительно снижена. Фундаментально изменилась способность железнодорожного транспорта адаптироваться в социально-экономическом развитии.

Железные дороги страны шесть раз претерпевали крупномасштабное повышение скорости. Скорость движения поездов заметно повысилась. Увеличилась плотность движения поездов. Развился тяжелый транспорт Китая. Пропускная способность железнодорожной сети значительно выросла. Объемы пассажирских и грузовых перевозок в последующие годы существенно выросли, коэффициент транспортировки и эффективность значительно увеличились.

Курс на развитие высокоскоростной железной дороги. В январе 2004 года Государственное исполнительное заседание Совета обсудило и одобрило в основе первый в истории китайский долгосрочный план железнодорожной сети, который предполагал более 12 000 км специальной сети быстрых пассажирских линий из четырех вертикальных и четырех горизонтальных.

В том же году в Китае на железной дороге Гуанчжоу – Шэньчжэнь впервые был запущен быстрый пассажирский поезд, развивающий скорость до 160 километров в час, сделанный в Китае. Железная дорога Гуанчжоу – Шэньчжэнь стала известна как высокоскоростная железная дорога в Китае, «поле для испытаний», которое растет, созревает.

2004–2005 гг. Циндао Сыфан, Китай СНР и компания Танчэ, компании Бомбардьер из Канады, Кавасаки из Японии, Альстом из Франции и Сименс из Германии внедрили технологии и объединились в группу для разработки и производства высокоскоростных поездов.

18 апреля 2007 национальная железная дорога осуществила в шестой раз новую схему движения поездов на большой скорости. На загруженной дистанции магистрали была достигнута скорость 200–250 километров в час. На тот момент это самый высокий показатель скорости на железной дороге в мире. Наряду с этим группа скоростных поездов «Гармония» с этого момента вошла в жизнь рядовых граждан.

26 февраля 2008 года министерство путей сообщения и министерство науки и технологий подписали план, совместно разработали высокоскоростные поезда нового поколения с операционной скоростью 380 км.

1 августа 2008 в Китае начала действовать первая супервысокоскоростная железная дорога междугородних железнодорожных перевозок Пекин – Тяньцзинь высшего класса с полностью независимыми правами на интеллектуальную собственность.

26 декабря 2009 была открыта и сдана в эксплуатацию первая и на 2009 г. самая длинная в мире по протяженности высокоскоростная железная дорога Ухань – Гуанчжоу, построенная по одному из самых сложных проектов.

6 февраля 2010 первая в мире построенная в сложных районах высокоскоростная железная дорога Чжэнчжоу – Сиань была открыта и сдана в эксплуатацию, она развивает скорость 350 километров в час.

1 июля 2010 г была открыта и ведена в эксплуатацию междугородная высокоскоростная железная дорога Шанхай – Нанкин.

После долгих лет неустанных усилий в материковой части Китая были введены в эксплуатацию высокоскоростные железные дороги, протяженность которых достигла 6920 км. Среди них 4044 км новопостроенных супервысокоскоростных железных дорог, развивающих скорость от 250 до 350 километров в час, и 2876 км существующих линий высокоскоростных железных дорог, развивающих скорость от 200 до 250 км/ч. По протяженности высокоскоростных железных дорог Китай занял первое место в мире. В настоящее время строится более 10 тыс. км высокоскоростных железных дорог.



Рисунок 1 – Высокоскоростная железная дорога

Общее состояние высокоскоростных железных дорог Китая очень хорошее во многих отношениях. Во-первых, высокое качество оборудования и надежность. Как основные линии, сигналы связи, оборудование, так и другие фиксированные устройства или мобильные устройства имеют стабильное качество и работают бесперебойно.

Во-вторых, высокая транспортная безопасность и стабильность. Высокоскоростная система безопасности совершенствуется с каждым днем, отличное качество рабочей силы сохраняет хорошие показатели безопасности, нет пассажирских смертей и травматизма.

В-третьих, хорошая обстановка в эксплуатации. Высокоскоростные железные дороги привлекли внимание большинства пассажиров, вырос рыночный спрос. В настоящее время по национальной железной дороге каждый день ходят около 1000 высокоскоростных поездов, в среднем наполняемость достигла 101,7 %. Высокоскоростные железные дороги для большинства туристов создали новую лучшую жизнь, чем завоевали всеобщую похвалу.

Высокоскоростные железные дороги являются одним из новых способов перевозок в современном обществе, это является явным превосходством. Максимальная скорость составляет 350 км. В 2012 году сдана в эксплуатацию высокоскоростная железная дорога Пекин – Шанхай, называемая «земной полет», на которой поезд достигает максимальную скорость 380 км/ч.

В декабре 2012 открылась самая длинная в мире высокоскоростная железная дорога, связавшая Пекин с Гуанчжоу. Протяженность магистрали – 2300 км. Поезда будут курсировать по ней в среднем со скоростью 300 км/ч. Время в пути – 8 часов.

В потенциале один поезд из группы высокоскоростных может перевезти более 1000 человек, поезда могут отправляться каждые три минуты, потенциал мощен. Скоростные поезда приспособлены к природной среде, могут идти целый день, в основном на них не влияют дожди, снег, туман. Для поезда была взята модель «автобуса», что позволяет пассажиру передвигаться в нем в любом направлении. В энергосбережении и охране окружающей среды высокоскоростной железнодорожный транспорт является экологичным транспортом, хорошо адаптированным к требованиям энергосбережения.

В ближайшие несколько лет высокоскоростное железнодорожное строительство в Китае вступит в период сбора урожая. На 2012 год протяженность железной дороги в Китае составляет более 110 000 км, включая новые скоростные железные дороги – 13 000 км.

В ближайшее время будут открыты для движения Харбин – Далянь, Пекин – Шицзячжуан, Шицзячжуан – Ухань, Гуанчжоу – Шэньчжэнь и Шанхай – Ханчжоу, Нанкин – Ханчжоу, Ханчжоу – Нинбо, Тяньцзинь – Циньхуандао, Бэнбу – Хэфэй, Сямэнь – Шэньчжэнь, Ханькоу – Ичан, Нанкин – Аньцин и другие высокоскоростные железные дороги и скоростная железнодорожная сеть Китая примет заданные масштабы.

Рядом с провинциальной столицей будет сформировано 1–2-часовое движение, в провинциальном центре и окрестных городах – от получаса до 1 часа трафика. От Пекина до большей части провинций в стране можно будет доехать менее, чем за восемь часов, например один час нужен будет, чтобы достичь Тяньцзиня, Шицзячжуана и других городов, за два часа можно будет доехать до Чжэнчжоу, Цзинаня, Шэньяня, Тайюаня и других. Три часа, чтобы доехать до Нанкина, Хэфэя, Чанчуня, Даляня и др. Четыре часа, чтобы доехать до Шанхая, Ханчжоу, Уханя, Сианя, Харбина и других городов. Кроме того, от Пекина до провинциальных столиц Хайкоу, Урумчи, Лхаса, Тайбэй можно будет доехать меньше чем за 8 часов. До 2012 года на железных дорогах Китая ситуация с ограничениями под названием «тяжело добиться одного билета, тяжело сесть в один вагон» будет значительно улучшена.

К 2025 году протяженность железной дороги в Китае составит более 120 000 км. Среди них новая высокоскоростная железная дорога – более 16 000 км, а также добавятся новые железные дороги и существующие линии высокоскоростной железной дороги. Железнодорожная скоростная пассажирская транспортная сеть в Китае составит более 50 000 км, объединив все областные центры и города с населением свыше 500 000 чел., что составит более 90 % населения страны. Будет достигнута цель: «Население быстрее передвигается, товары быстрее расходятся».

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА БОРЬБЫ С БПЛА

В. В. ПЕТРУСЕВИЧ, В. В. ЖУК, Л. Н. ОБЛУПИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В российских телеграм-каналах недавно появились видео с «сеткомета-ми» – беспилотниками, которые сбрасывают сетки на другие дроны и так сбивают их.

В этих источниках утверждается, что это «лучшее решение» в воздушной войне «дрон против дрона». В то же время есть противоположные взгляды на потенциал «сеткометов». Российские «дроноводы» говорят, что эффективность «сеткометов» на современном уровне развития сомнительна и зависит от удачи.

Как работают российские «сеткометы». С апреля 2024 года российские провоенные телеграм-каналы опубликовали сразу несколько видео с разработкой, которую назвали «сеткометом». Это пропеллерный дрон, оборудованный устройством для отстрела вниз небольшой сетки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид беспилотника с сеткой

На записях «сеткометы» подлетают к другим (как заявляется, украинским) зависшим в воздухе дронам и сбрасывают на них сетку, которая опутывает винты, и аппараты падают.

За месяц в российских телеграм-каналах были опубликованы несколько таких видео не самого лучшего качества. На некоторых из них можно разглядеть отстрел сетки и падение или быстрое снижение атакованных дронов.

Часть российских источников приводит название устройства для отстрела сетки – «Тарантул».

«Тарантул» разработан для захвата квадрокоптеров. Устанавливается как дополнительное оборудование на квадрокоптеры *DJI Mavic 3*, *DJI Mavic 2*, *Autel EVO 2*, *Uco* и может быть смонтирован на *FPV*. Активируется с помощью подсветки. Состоит он из корпуса и алюминиевого «паука» – блока из 12 направляющих (именно их иногда видно на видео), под которыми сложена кевларовая сетка с грузилами, которые в полете ее растягивают. Сетку отстреливает пиропатрон, а «пауки» можно быстро перезаряжать на земле в сложенном виде (рисунок 2). Заявленная дальность действия сетки – всего 2 метра. Это очень мало для таких небольших и маневренных целей, как беспилотники в воздухе.



Рисунок 2 – Применение сетки беспилотником

Цена «Тарантула» на российском сайте – около 72 тысяч рублей (чуть больше 800 долларов).

При этом стоит отметить, что это всё же ещё не очень распространенное и системное решение, для которого у российских военных нет даже отдельных команд «дроноводов».

Видео свидетельствуют, что российские «сеткометы» можно успешно применять против легких дронов и, вероятно, против *FPV*, а также более тяжелых – с шестью, семью или большим количеством винтов, таких как коптер-бомбардировщик «Баба-Яга».

В случае успеха прототипов «Тарантула» такие «сеткометы» вполне могут эволюционировать и стать довольно распространенным дроном в российской армии.

Список литературы

1 **Петрусевич, В. В.** Возможности применения беспилотных авиационных комплексов при проведении технической разведки последствий чрезвычайной ситуации на железной дороге / В. В. Петрусевич // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 25–26 ноября, 2021 г. : в 2 ч. Ч. 2 ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 296–298.

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРУШЕНИЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В ХОДЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА УКРАИНЕ

В. В. ПЕТРУСЕВИЧ, Д. В. ЛЫГАНОВСКИЙ, Н. М. ДОВНАР
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В ходе специальной военной операции разрушения на железнодорожном пути могут быть многообразными и иметь серьезные последствия для транспортной инфраструктуры и перемещения войск. Боевые действия, направленные на уничтожение земляного полотна, могут включать в себя различные методы, такие как артиллерийские обстрелы, взрывы, использование танков или другой бронетехники.

Процесс разрушений земляного полотна в ходе специальной военной операции может быть разнообразным и зависит от целого ряда факторов, таких как используемое вооружение, тактика действий, географические условия и прочее. Различные виды вооружения, такие как танки, артиллерия, авиация и другие, могут применяться для уничтожения дорожных покрытий, мостов, тоннелей и других объектов инфраструктуры вражеской территории.

При маневренном характере войны с ведением операций высокими темпами, а современная война понимается именно такой, у противника не хватит сил, средств и времени для того, чтобы разрушить все железнодорожные сооружения. Поэтому разрушаться будут, как правило, только наиболее важные объекты (крупные узловые станции, большие мосты, тоннели, глубокие выемки и высокие насыпи и т. п.), для восстановления которых требуются продолжительные сроки и затрата значительных сил и средств. В районе этих объектов будут разрушаться и другие сооружения, образуя очаги разрушений.

Эти очаги на сети железных дорог будут располагаться по определенной системе, образуя барьеры, пересекающие сеть таким образом, чтобы исключить возможность сквозного пропуска поездов по неразрушенным линиям. Такой характер разрушения носит название *очагово-барьерного*. При этом «барьерными» называют еще и разрушенные крупные объекты, так как из-за сложности и трудоемкости их восстановления окончание работ на этих объектах определяет, как правило, срок ввода в эксплуатацию всего восстанавливаемого участка.

Помимо *преднамеренных* разрушений на железных дорогах в войне с применением оружия значительный объем составят *попутные* разрушения. Они будут возникать главным образом от взрывов мощных боеприпасов, применяемых по группировкам войск, промышленным и другим объектам, вблизи которых пролегают железные дороги.

Земляное полотно разрушается подрыванием так, чтобы создать наибольший заградительный эффект. Поэтому наиболее вероятными сооружениями, подвергаемыми разрушению ядерными и обычными фугасами, являются высокие насыпи, в том числе на подходах к большим мостам, насыпи на болотах, перевальные и другие глубокие выемки, особенно с крутыми откосами, и участки земляного полотна с подпорными стенами.

Для получения большего заградительного эффекта в местах разрушений устанавливают несколько фугасов из обычных ВВ, располагаемых один от другого на расстоянии двух радиусов разрушения, или одиночные ядерные фугасы. При взрыве фугасов в насыпи на перегоне образуются бреши, а на станциях – воронки. В глубоких выемках и на участках с подпорными стенами образуются завалы с объемом грунта в несколько тысяч кубических метров. В районах проходивших боев земляное полотно может быть повреждено устройством в нем блиндажей и других фортификационных сооружений.

Преднамеренные удары, нанесенные Вооруженными силами Российской Федерации, предназначались для нарушения логистических цепочек ВСУ, как следствие, нарушение поставок вооружение и доставки резервов.

В ходе преднамеренных разрушений были нанесены и попутные. Попутные разрушения были нанесены земляному полотну в результате ударов по вагонам, локомотивам, выведены из строя здания инфраструктуры железных дорог Украины (рисунок 1).



Рисунок 1 – Разрушение железнодорожного пути и вагонного парка станции Павлоград I

Таким образом, характер разрушений земляного полотна в ходе военной операции может быть весьма разнообразным и охватывать как локальные повреждения, так и полное уничтожение объектов инфраструктуры, в зависимости от используемых методов боевых действий и целей операции.

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРУШЕНИЙ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ В ХОДЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА УКРАИНЕ

В. В. ПЕТРУСЕВИЧ, Д. М. ШАЛАШЕНЬ, А. А. МАРТИНОВСКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Специальная военная операция накладывает свою специфику на разрушения верхнего строения железнодорожного пути (далее – ВСП). Разрушения ВСП могут осуществляться различными методами: артиллерийские обстрелы, применение авиацией различных видов бомб, использование танков или другой бронетехники.

При этом разрушения ВСП могут быть как *преднамеренные* (разрушение тех объектов, по которым наносится удар), так и *попутные* разрушения (возникают главным образом от взрывов мощных боеприпасов, применяемых по группировкам войск, промышленным и другим объектам, вблизи которых пролегают железные дороги).

ВСП в порядке проводимых заграждений разрушается подрыванием или механическим способом с подрыванием и без подрывания рельсов.

Кроме того, ВСП может быть разрушено попутно при взрывах ядерных боеприпасов, в результате авиационной бомбардировки, разрушения земляного полотна и искусственных сооружений, а также вследствие разборки путевой решетки.

При подрывании заряды взрывчатых веществ устанавливаются на рельсах или наиболее ответственных элементах стрелочных переводов (рамных рельсах, остриях, крестовинах) в определенном порядке. Рельсы длиной 12,5–15 м перебиваются на две-три части, а более длинные (25–30 м) на четыре-пять частей. Рельсовые нити бесстыкового пути перебиваются через 5–6 м. В результате подрывания между рельсовыми кусками образуются разрывы величиной 15–25 см, а рваные концы этих кусков оказываются несколько отогнутыми в сторону. Многие куски будут непригодны для дальнейшего использования.

Шпалы в местах установки зарядов повреждаются, а промежуточные крепления деформируются. При взрыве зарядов в стыках разрушаются стыковые крепления.

Разбирается путевая решетка для использования ее элементов при постройке оборонительных сооружений или восстановлении других линий. Разборка может быть полной, когда снимаются все элементы путевой решетки – рельсы, шпалы (брусья) и крепления, и частичной, когда снимаются только металлические части, а шпалы (брусья) остаются на месте.

Сооружения и устройства связи локомотивного, вагонного и станционного хозяйств и подвижной состав на станциях разрушаются комплексно с использованием всех трех способов – взрывания, сжигания и механического воздействия.

Здания производственные (депо, мастерские, насосные станции), служебнотехнические (вокзалы, служебные помещения) и жилые, в зависимости от материала, из которого они возведены, подрываются или сжигаются. Оборудование мастерских, электростанций подрывается или повреждается механическим способом, а в отдельных случаях в целях эвакуации демонтируется.

Устройства водоснабжения разрушаются подрыванием водозаборных сооружений (плотин, шахтных колодцев, буровых скважин и др.), насосных станций, водонапорных башен и подземных резервуаров, а в некоторых случаях и напорных и разводящих трубопроводов. Воздушные линии связи и устройства автоблокировки разрушаются подрыванием столбов (мачт) на уровне земли или несколько выше (1–1,2 м) с последующим перерезанием (подрыванием) проводов и порчей оставшейся оснастки и осветительных приборов.

В ходе ударов, нанесенных Вооруженными силами Российской Федерации по железной дороге Украины, целью их разрушения являлись искусственные сооружения, железнодорожный путь и станции, депо подвижных составов, элементы критической инфраструктуры, работой ДРГ были уничтожены железнодорожные составы (рисунок 1).

а)



б)



Рисунок 1 – Разрушения железнодорожного пути (*а*) и подвижного состава в Харьковской области (*б*)

Подводя итог, отметим, что разрушения ВСП на Украине в ходе специальной военной операции могут различаться в зависимости от целого ряда факторов, основные из них: используемое вооружение, тактика действий, географические условия, интенсивность боевых действий.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ ПОЛНОСТЬЮ ПОГРУЖЕННОЙ СВАИ КАК КОНСТРУКТИВНО НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ

А. А. ПОДДУБНЫЙ¹, В. А. ГОРДОН²

¹*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

²*Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева,
Российская Федерация*

Простейшей и широко применяемой в различных расчетах моделью взаимодействия нагруженной деформируемой системы, опирающейся на упругое основание, является модель Винклера.

На рисунке 1 приведены примеры оснований, которые могут работать как модель Винклера и Пастернака.

а)	б)
Крупнообломочные  Валунный	Глинистые, пылеватые, илы  Супеси, суглинки
 Галечниковый (щебенистый)	 Глины
 Гравийный (дресвяный)	 Ил
Пески  Гравелистый, крупный, средний, мелкий	Торф 

Рисунок 1 – Пример оснований:

а – модели Винклера (несвязные грунты); б – модели Пастернака (связные грунты)

При этом возможны такие примеры практических задач, когда конструкция может опираться на связные грунты (пример оснований модели Пастернака) и в случае внезапного изменения физико-механических свойств оснований грунты могут стать несвязными (пример оснований модели Винклера).

Основание Винклера рассматривается как множество независимых пружин, работающих на растяжение-сжатие, закрепленных на абсолютно жестком континууме. Недостаток пружинной (клавишной) модели Винклера состоит в том, что при сопротивлении нагрузкам в некоторой точке основания, в работу не вовлекаются соседние точки (пружины). Такая система справедлива лишь для оснований со слабой распределительной способностью (мягкие, рыхлые грунты и т. д.). Этот недостаток решается с помощью модели Пастернака (двухпараметрическое основание). Второй параметр (k_2), вводимый дополнительно к параметру Винклера (k_1), учитывает сдвиговые реакции основания.

В работе рассматривается задача по построению математической модели динамического процесса, возникающего в несущей статическую нагрузку балке, опирающейся на двухпараметрическое основание Пастернака при внезапном образовании дефекта основания, по длине контакта с балкой, заключающегося в утрате свойств основания сдвиговой жесткости, т. е. внезапном обнулении k_2 .

До появления дефекта напряженно-деформированное состояние всей конструкции определялось статическим воздействием. Внезапное образование дефекта приводит к снижению общей жесткости системы «балка-основание» и нарушению статического равновесия. Балка приходит в движение, в ходе которого перераспределяются и растут деформации и напряжения. В связи с возникающими динамическими догружениями возможны нарушения функционирования системы, потеря несущей способности и разрушения. В работе моделируется проявление конструктивной нелинейности системы «балка – основание».

Математическая модель процесса строится путем последовательного решения следующих задач.

1 Определяется статический прогиб и изгибающий момент в балке, опирающейся на упругое основание Пастернака в соответствии с граничными условиями, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой заданной интенсивности. Прогиб используется в дальнейшем как начальное условие динамического процесса (колебаний), возникающего после внезапного образования дефекта основания. Изгибающий момент используется для сравнения статических внутренних усилий в балке с динамическими в ходе колебаний.

2 Определяются частоты и формы собственных изгибных колебаний балки, опирающейся на упругое основание Винклера.

3 Исследуются вынужденные изгибные колебания нагруженной балки на основании Винклера путем разложения нагрузки и статического прогиба, полученного еще на основании Пастернака, по формам собственных колебаний балки на основании Винклера. Таким образом, расчет вынужденных колебаний строится методом модального разложения исходного состояния и нагрузки по методам нового состояния.

Для анализа перемещений и напряжений в балке при взаимодействии ее с упругим основанием во всех задачах используется метод начальных параметров в сочетании с векторно-матричным представлением состояния произвольных сечений балки.

В процессе работы были написаны математические модели и получены аналитические рекуррентные решения краевых задач, проведен численный параметрический анализ напряженно-деформированного состояния системы «балка – основание» и ее структурная перестройка, заключающаяся во внезапном преобразовании основания Пастернака в основание Винклера (утрате основания свойства сдвиговой жесткости).

Мгновенный переход основания Пастернака в основание Винклера приводит к радикальному преобразованию напряженно-деформированного состояния балки:

- изгибающие моменты во всех сечениях становятся знакопеременными;
- изменяется положение опасного сечения (для всех значений жесткостей опасным становится середина сечения);
- абсолютное значение изгибающих моментов значительно увеличивается, при этом большей жесткости системы «балка – основание» соответствует большее относительное приращение динамического изгибающего момента к статическому значению.

Полученные результаты исследования показывают существенные приращения напряжений и значительные изменения картины напряженно-деформированного состояния, вызванные внезапным изменением структуры и расчетной схемы рассмотренной модели «балка – основание».

Результаты математической модели состоят в том, что при проектировании, расчете, эксплуатации и анализе аварий следует учитывать возможность внезапных (невидимых) структурных перестроек в ответственных конструкциях, моделируемых балками, взаимодействующими с упругим основанием, и их негативные последствия. Данная методика актуальна для решения существующих задач строительной механики и будет необходима для расчетов всевозможных модулей при освоении планет.

Список литературы

- 1 Поддубный, А. А. Методика расчета критической силы сжатого стержня, погруженного в упругое основание / А. А. Поддубный, В. А. Гордон // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2019. – № 1 (38). – С. 49–52.

**ВАРИАНТЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ
НАПЛАВНЫХ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ МОСТОВ
НА УЧАСТКЕ ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ
ПРИ ПОМОЩИ ГИБКИХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

А. А. ПОДДУБНЫЙ, И. С. ДЕМИДОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С учетом современных условий возможных возникновений чрезвычайных ситуаций для организации сообщения через водные преграды требуется использование быстровозводимых мостов. В ходе выполнения научно-исследовательских работ шифры «Строение», «Строение-2» были спроектированы сборно-разборные металлические мостовые пролеты СРММП-1 в трех вариантах и СРММП-2, с их использованием были спроектированы и возведены мостовые переходы под различную нагрузку. Данные конструкции предназначены для быстрой установки низководных мостов в труднодоступных местах, при чрезвычайных ситуациях и при ликвидации стихийных бедствий. При разработке основной задачей являлось снижение трудоемкости монтажа мостового пролета, упрощение конструкции для уменьшения массы и количества деталей, снижение стоимости при изготовлении, сборке и эксплуатации. В Республике Беларусь уже возведены и эксплуатируются объекты с применением данных конструкций.

Варианты плавучих опор для быстровозводимых мостов. В зависимости от местных условий для возведения мостов с применением сборно-разборных пролетных строений могут быть использованы различные типы опор.

Жесткие опоры изготавливаются в виде металлических рамных конструкций и могут быть применены в условиях структурно-неустойчивых грунтов или на водных преградах ограниченной глубины [1].

При необходимости перекрытия крупных водных преград или в условиях, сложных для доставки и установки жестких опор для строительства моста с применением разработанных пролетных строений могут быть применены наплавные опоры различных конструкций, например, круглого или трапециевидного сечения (рисунок 1) [2].

Особенностью применения плавучих опор является отсутствие жесткой связи с грунтом и, как следствие, их относительная горизонтальная и вертикальная подвижность. Вертикальные перемещения возникают вследствие изменения уровня воды, а также осадки опоры под нагрузкой.

Горизонтальные перемещения возникают от внешних факторов, таких как течение и ветровая нагрузка. При относительно небольших длинах мос-

та конструкция способна противостоять таким нагрузкам, однако при значительной длине моста необходимо введение в конструкцию дополнительных элементов, придающих поперечную жесткость наплавному мосту.

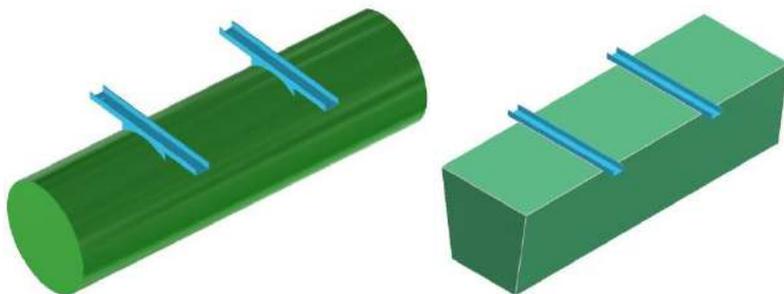


Рисунок 1 – Общий вид наплавных опор различного сечения

Анализ существующих схем закрепления наплавных мостов. Продольные и поперечные крепления к берегам и дну водной преграды предназначены для удержания моста в горизонтальной плоскости. Поперечные крепления устанавливаются с верховой и низовой стороны. Они служат для удержания наплавного моста от сноса его течением и ветром. Продольные крепления удерживают мост от смещений, вызванных динамическими усилиями, возникающими в линии моста.

Классическим и отработанным вариантом закрепления наплавных мостов является использование якорей, фиксирующих плавучие опоры от горизонтальных поперечных перемещений (рисунок 2).

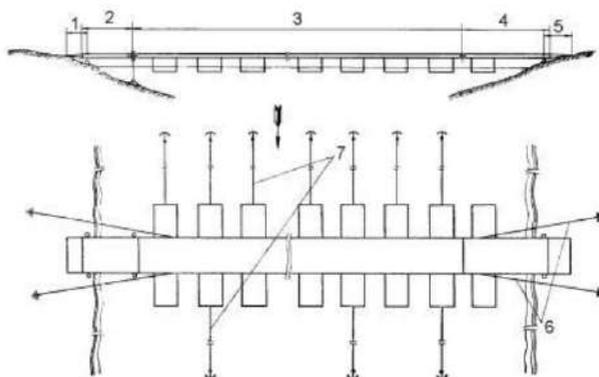


Рисунок 2 – Схема якорного закрепления наплавного моста на отдельных опорах:
 1, 5 – береговая часть; 2, 4 – переходная часть; 3 – речная часть; 6 – продольные крепления;
 7 – поперечные крепления

Однако этот способ достаточно трудо- и материалоемкий, так как для его реализации, помимо самих якорей и тросов (цепей), требуется установка якорных лебедок (шпилей), а также устройство клюзов и цепных ящиков на плавучих опорах.

Другим вариантом закрепления плавучих опор в линию моста является использование продольно натянутых канатов (гибких стержневых элементов).

Предложения по закреплению наплавных быстровозводимых мостов на участке их возведения. Закрепление наплавного моста за натянутые между берегов продольные канаты (троса) во многом проще, так как не требует установку многочисленных якорей с последующим выравниванием отдельных понтонов по оси, а значит предпочтительнее в случае необходимости быстрого строительства мостового перехода. Он подразумевает заблаговременную натяжку каната до спуска на воду плавучих опор. Закрепляется канат либо за естественные объекты на берегу (крепкие деревья, старые бетонные конструкции и т. п.) или за искусственные анкера (например, забивные или винтовые сваи). При этом при значительных длинах моста канаты натягиваются не по прямой, а по дуге с изгибом в сторону моста, что позволит снизить силу их натяжения (рисунок 3). Крепление плавучих опор за канат можно организовать с помощью гибких строп с карабинами, что существенно ускорит процесс монтажа.

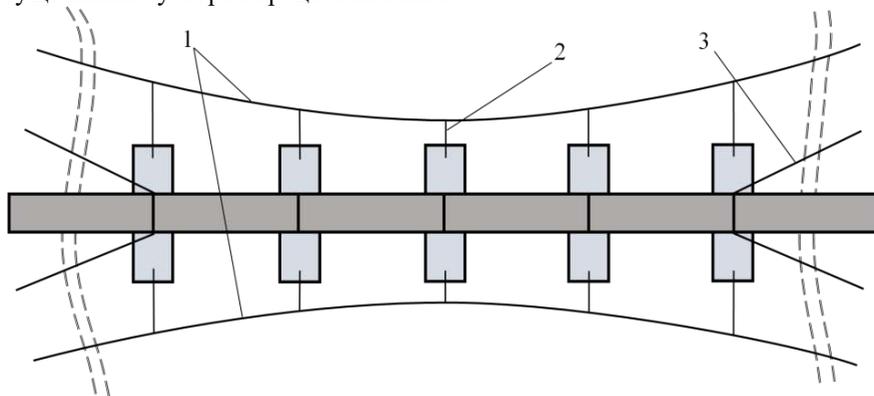


Рисунок 3 – Схема закрепления наплавного быстровозводимого моста:
1 – канаты, удерживающие мост от поперечного перемещения; 2 – соединительные стропы;
3 – канаты, удерживающие от продольных перемещений

Во время монтажа моста на установленные плавучие опоры укладываются пролетные строения СРММП-1 или СРММП-2. При этом изготовление малогабаритного сборно-разборного мостового пролета можно организовать как на предприятиях, так и в полевых условиях. Все его элементы

рассчитаны таким образом, что не составляет трудностей их перевозить любым видом транспорта, производить погрузочно-разгрузочные работы без использования специальной техники [3].

Вывод. Быстровозводимые мосты и переправы имеют широкие перспективы применения. Простота конструкции обеспечивает возможность изготовления пролетных строений при минимальном обучении технического персонала, практически в любых условиях обстановки. Применение наплавного варианта моста существенно расширяет возможности его использования, так как плавучие опоры могут эксплуатироваться на любых глубинах и характерах грунта дна водной преграды. Для решения задачи поперечного закрепления моста можно использовать любые известные способы, но наиболее целесообразно применять схему закрепления с продольно натянутыми канатами, так как снижаются материалоемкость и трудозатраты.

Список литературы

1 **Поддубный, А. А.** Особенности применения сборно-разборных быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, И. С. Демидович // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46) – С. 39–41.

2 **Poddubny, A. A.** Dynamic Loading of the Rod at a Sudden of Elastic Foundation Structure / A. A. Poddubny, V. A. Gordon // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1079. – P. 1–18.

3 **Поддубный, А. А.** Предложения по организации работ в полевых условиях при изготовлении элементов конструкций быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, И. С. Демидович // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 2 (47) – С. 28–31.

4 **Поддубный, А. А.** Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов / А. А. Поддубный, Е. В. Печенев // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46) – С. 42–44.

УДК 624.21:623.6:004

РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

А. А. ПОДДУБНЫЙ, Е. В. ПЕЧЕНЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время при проектировании элементов строительных конструкций приходится сталкиваться с нестандартными решениями. Как правило, нетиповые элементы не имеют ранее запроектированных и построенных процессов расчета. Для решения данной проблемы применяют различные программные комплексы.

Программный комплекс проектирования и расчета элементов строительных конструкций – это набор технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких сходных задач, которые автоматизируют процесс проектирования и расчета. Данные программы не только упрощают процесс расчетов, но и позволяют производить научные эксперименты без производства полномасштабных конструкций.

На данный момент широкое распространение получили ряд программных комплексов, в которые входят Ansys Mechanical, Autodesk Inventor, КОМПАС-3D, ProfiSketch. Каждый комплекс универсальный и способен выполнять множество задач как проектирования, так и расчетов. Все данные продукты имеют возможность произвести расчет несущей способности, помогающей вычислить максимальную нагрузку, которую смогут выдерживать строительные конструкции, их элементы и грунты оснований, не теряя при этом своих функциональных качеств. Определение несущей способности является основополагающим, поскольку надежность конструкции влияет на безопасность людей.

Ansys Mechanical – это передовые инструменты для решения широкого спектра задач механики деформируемого твердого тела с учетом нелинейных свойств материалов, пластичности и контактного взаимодействия, в том числе задач линейной/нелинейной динамики, теплообмена, акустики, а также выполнения различных многодисциплинарных расчетов. Инструменты Ansys Mechanical поддерживают связь со всеми современными САД-системами, а также большинство форматов для импорта и экспорта геометрии.

Интерфейс и пример конструкции в Ansys Mechanical представлен на рисунке 1.

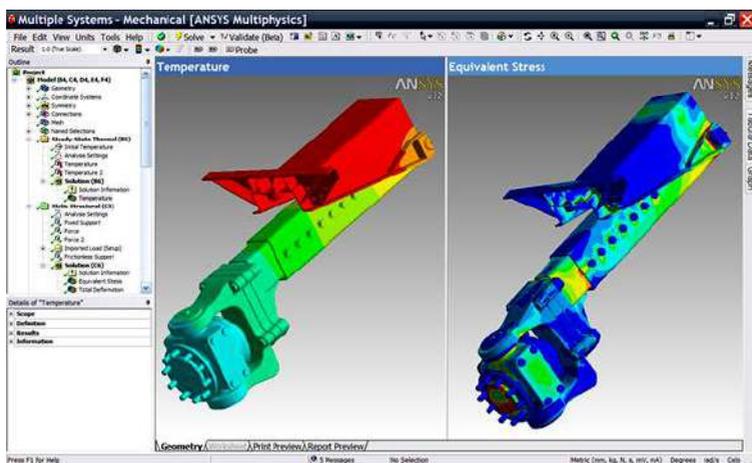


Рисунок 1 – Программный комплекс Ansys Mechanical

КОМПАС-3D широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т. д.), приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленное и гражданское строительство, товары народного потребления и т. д.

Интерфейс и пример конструкции в КОМПАС-3D представлен на рисунке 2.

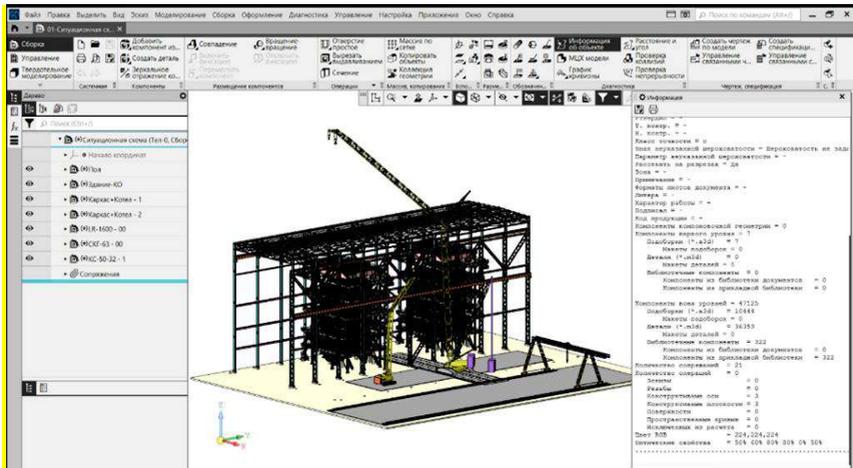


Рисунок 2 – Программный комплекс КОМПАС-3D

Autodesk Inventor – система трёхмерного твердотельного и поверхностного параметрического проектирования (САПР), предназначенная для создания цифровых прототипов промышленных изделий. Инструменты Inventor обеспечивают полный цикл проектирования и создания конструкторской документации:

- 2D-3D-моделирование;
- создание изделий из листового материала и получение их разверток;
- разработка электрических и трубопроводных систем;
- проектирование оснастки для литья пластмассовых изделий;
- динамическое моделирование;
- параметрический расчет напряженно-деформированного состояния деталей и сборок;
- визуализация изделий;
- автоматическое получение и обновление конструкторской документации (оформление по ЕСКД).

Интерфейс и пример конструкции в Autodesk Inventor представлен на рисунке 3.

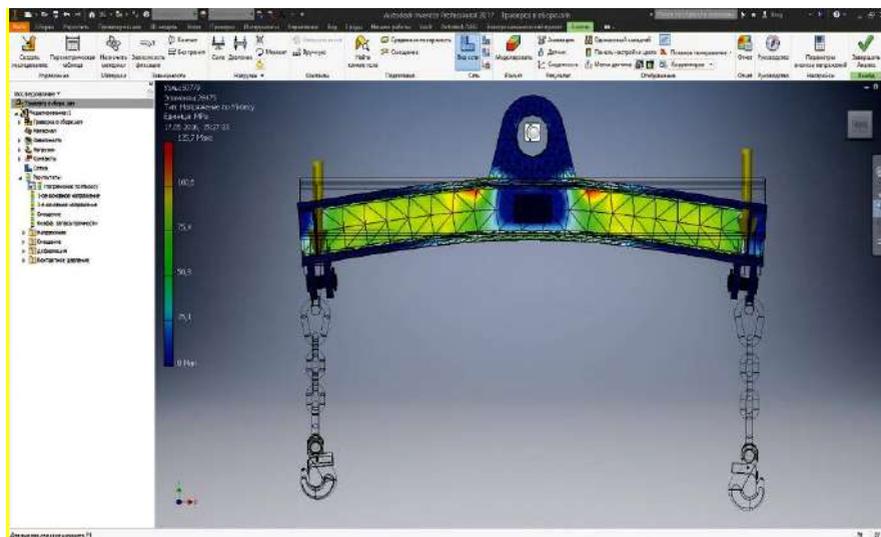


Рисунок 3 – Программный комплекс Autodesk Inventor

При проектировании новой (нетиповой) конструкции или его элемента необходимо применить данные программные продукты и с помощью встроенного элемента рассчитать несущую способность. Получив данные, приближенные к тем, если бы они были получены в ходе натуральных испытаний, проектировщик может использовать данную конструкцию при строительстве.

Список литературы

- 1 **Поддубный, А. А.** Особенности применения сборно-разборных быстровозводимых мостов / А. А. Поддубный, И. С. Демидович // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46) . – С. 39–41.
- 2 **Poddubny, A. A.** Dynamic Loading of the Rod at a Sudden of Elastic Foundation Structure / A. A. Poddubny, V. A. Gordon // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1079. – P. 1–18.
- 3 Added stress of a cantilever under sudden alterations in its foundation / A. A. Poddubny [et al.] // AIP Conference Proceedings . – 2023. – Vol. 2497, is. 1. – P. 1–10.
- 4 **Поддубный, А. А.** Концепция интеллектуальной системы поддержки принятия решений по восстановлению мостовых переходов / А. А. Поддубный, Е. В. Печенев // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 1 (46). – С. 42–44.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ БПЛА ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ РАЗРУШЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

А. В. ШАЛКОВКОВСКИЙ, И. Д. КИРИЛЛОВ, Д. М. ШУКУРОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основными задачами технической разведки являются: добывание разведывательных данных об разрушенных железнодорожных объектах, разведка местности вблизи этих объектов, наблюдение за положением и действиями противника и своих войск. На сегодняшний день для этих целей все активнее используют беспилотные летательные комплексы (далее – БАК), исходя из этого в статье проведен анализ отечественных БАК для возможности реализации технической разведки разрушений на железных дорогах.

Значение того или иного вида, рода войск в огневом поражении противника определяется его вкладом в решение всего объема задач, выполняемого всеми силами и средствами. Роль транспортных войск Республики Беларусь в операциях определяется объемом и важностью решаемых ими задач, их местом в системе транспортного обеспечения операций. Сегодня подразделения транспортных войск являются основным и единственным средством в Министерстве обороны Республики Беларусь для строительства и восстановления железных дорог.

Эффективность применения подразделения войск во многом зависит от проведения технической разведки. Основными задачами технической разведки являются: добывание разведывательных данных об разрушенных железнодорожных объектах, разведка местности вблизи этих объектов, наблюдение за положением и действиями противника и своих войск.

Для решения этих задач техническая разведка на сегодняшний день выполняется военнослужащими транспортных войск на образцах техники, представленных на рисунке 1.

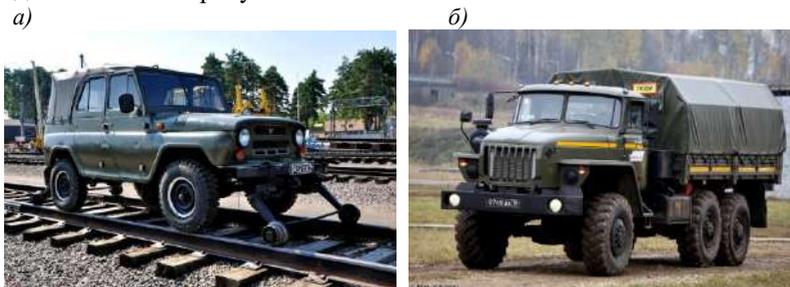


Рисунок 1 – Техника для проведения технической разведки:
а – УАЗ на комбинированном ходу, б – УРАЛ-4320

Нельзя оставить без внимания и вопрос своевременности доведения разведывательной информации. Как известно, выполнение задач по строительству и восстановлению железнодорожного участка (объекта) напрямую связано со скоростью поступления достоверной информации от подразделений технической разведки.

Данное обстоятельство обуславливает ряд проблемных вопросов: низкая скорость используемых транспортных средств, отсутствие визуализации в режиме реального времени.

В настоящее время острота указанных проблем может быть частично снята применением БАК. Подтверждением этому является факт принятия на вооружение и применение их во многих армиях стран мира. Под БАК понимается совокупность функционально связанных и используемых совместно беспилотных летательных аппаратов (летательный аппарат без экипажа на борту), средств наземного управления, обеспечения, технического обслуживания и подготовки, необходимых для применения беспилотных летательных аппаратов по целевому назначению.

Основными особенностями БАК, способствующими выполнению ими разведывательных задач, являются: возможность ведения всех видов разведки (радиотехнической, радиолокационной, оптико-электронной и др.) на стратегическом, оперативном и тактических уровнях; возможность ведения круглосуточной разведки; высокая вероятность распознавания; высокая точность измерения координат распознанных объектов; высокая маневренность; малозаметность.

Кроме того, использование БАК не приведёт к потерям личного состава. Положительным является также их относительно небольшая стоимость и низкие затраты на эксплуатацию.

Примером применения беспилотного авиационного комплекса является контртеррористическая операция российской группировки войск в Сирийской Арабской Республике (далее – САР). Исходя из информации, имеющейся в открытой печати в САР, на 2023 год было развернуто 33 БАК, включающих около 80 беспилотных летательных аппаратов. Также стоит отметить возрастающую роль БАК в проведении специальной военной операции Российской Федерации на Украине, где по открытым источникам за 4 первых месяца 2024 года было разведано БАК и в дальнейшем поражено более крупных 2000 целей.

Анализ применения БАК в контртеррористической операции в САР и специальной военной операции на Украине показал, что применение беспилотной авиации в интересах транспортных войск может обеспечить: ведение круглосуточной разведки; распознавание замаскированных объектов; сокращение времени поиска объектов; уточнение координат целей с высокой точностью; контроль за ходом восстановительных работ; сокращение отрыва личного состава и техники.

В целом анализ мирового опыта применения БАК различных классов подтверждает высокую эффективность этого вида вооружения в условиях современных военных действий любой интенсивности.

В настоящее время на вооружении Вооруженных Сил Республики Беларусь состоят разведывательные отечественные и зарубежные БАК: «Москит», «Суперкам С-100», «Беркут-2», «Суперкам CS-350», «Бусел-10» (рисунк 2) [1, 2].

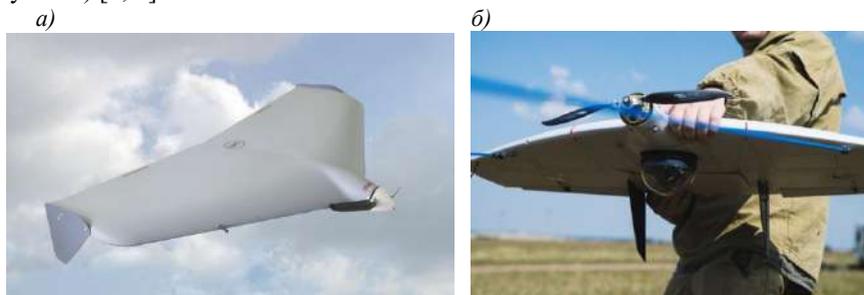


Рисунок 2 – Беспилотные летательные аппараты, входящие в состав беспилотных авиационных комплексов: а – «Москит», б – «Суперкам С-100»

Основные тактико-технические характеристики БАК, состоящих на вооружении в Вооруженных Силах Республики Беларусь, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные тактико-технические характеристики беспилотных авиационных комплексов, состоящих на вооружении в Вооруженных Силах Республики Беларусь

Тактико-технические характеристики	БАК				
	«Москит»	«Суперкам С-100»	«Беркут-2»	«Суперкам CS-350»	«Бусел-10»
Радиус действия, км	12	25	35	50	220
Время полета, ч	0,45	1	2	4	14
Высота полета, м:					
минимальная	180	250	100	250	700
максимальная	1500	3500	3000	5000	5000
Скорость полета, км/ч:					
крейсерская	70	60–120	80–100	60–120	120
максимальная	120	120	120	120	150
Точность определения координат объекта, м	30	5	7	50	30
Высота ведения разведки, м	200	50–1500	100–400	50–4500	700–1000
Количество БЛА, шт.	2	2	3	2	4

Таким образом, проведенный анализ показывает, что БАК возможно использовать в интересах транспортных войск Республики Беларусь, так как они предназначены для ведения воздушной оптико-электронной разведки местности в любое время суток, и основными задачами являются: определение координат объекта; выполнение полетного задания в автоматическом режиме с возможностью его изменения с наземного пункта управления; наблюдение и получение фото- или видеосъемки; получение и передача изображений обнаруженных объектов и местности в любое время суток.

Однако для этого необходимо определить задачи, решаемые ими, их потребное количество, а также организационно-штатную структуру подразделений БАК и их место в структуре транспортных войск Вооруженных Сил Республики Беларусь.

Список литературы

1 **Петрусевич, В. В.** Применение беспилотных авиационных комплексов при проведении технической разведки железнодорожного участка в интересах транспортных войск Республики Беларусь / В. В. Петрусевич // Проблемы безопасности на транспорте : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 26–27 ноября 2020 г. : в 5 ч. Ч. 5 ; под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 197–199.

УДК 624.876

ПРИМЕНЕНИЕ СБОРНО-РАЗБОРНЫХ НАПЛАВНЫХ МОСТОВ

Д. В. ШАМКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сухопутные войска, ведущие боевые действия, как правило, сталкиваются с необходимостью наведения понтонных или паромных переправ через реку.

Опыт первой и второй мировых войн, а также боевых действий, ведущихся на территории Украины, показывает, что в современной войне навести понтоны в идеальных условиях практически невозможно.

Вторая мировая война стала основным толчком развития технологий переправы через реки с использованием не только подручных средств, но и готовых мостовых конструкций.

Одной из главных трудностей при преодолении водной преграды подразделениями является наведение переправы скрытно.

С появлением космической и воздушной разведки (ведение разведки с помощью БПЛА) требования к повышению скрытности и живучести переправ возросли многократно.

Для переправы крупных соединений (техники и личного состава) в Вооруженных Силах Республики Беларусь имеются понтонно-мостовые батальоны в инженерных бригадах, которые способны за один час навести понтонную переправу длиной более 200 метров.

Боевые действия, ведущиеся на Украине в рамках специальной военной операции Российской Федерации, показали широкое применение тактики малых групп, действующих как штурмовые группы в пешем порядке, так и на мотоциклах (квадроциклах) при поддержке танков и БМП с закрытых огневых позиций.

В условиях широкого применения противником разведывательных, разведывательно-ударных БПЛА выдвижение таких групп к линии боевого соприкосновения или непосредственно к переднему краю противника, когда необходимо преодолеть водную преграду, и при этом максимально сохранить скрытность, будет очень затруднительна.

На военно-транспортном факультете, разработан уникальный наплавной сборно-разборный мост (рисунок 1).

Основными конструктивными элементами наплавного моста являются плавучие опоры, пролетные строения, перильные ограждения.

В зависимости от ширины водной преграды мост может включать несколько плавучих опор, каждая из которых весом до 300 кг.



Рисунок 1 – Наплавной сборно-разборный мост

Особенности конструкции данного моста позволяют использовать его плавучие опоры как отдельные плавучие средства, способные выдерживать:

– до 8 человек (состав небольшой штурмовой группы);

– до 4 человек с двумя небольшими транспортными средствами (мотоцикл);

– до 3 человек с минометом 2Б11 с небольшим боекомплектом.

Данные опоры в течение короткого времени (до 30 минут) путем несложных действий можно соединить в плавающий пешеходный мост, который легко перемещается по водной преграде и при необходимости крепится к берегу с помощью канатов или тросов и в дальнейшем может использоваться для быстрой переброски целых подразделений в пешем порядке.

Основные преимущества наплавного сборно-разборного моста:

- нечувствительность к колебаниям уровня воды за счет поплавка;
- устойчивость при сильном водоизмещении за счет массы;
- долговечность за счет прочности металла и устойчивости покрытия к действию коррозии;
- пригодность для ремонта;
- простота сборки в единое сооружение при помощи крепежных систем;
- не требуется анализ дна и установка опор;
- при необходимости легко демонтируется и монтируется повторно, перевозится автотранспортом (на малые расстояния (до 300 м), можно перенести по секционно, вручную);
- мобильность;
- малозаметность над поверхностью водной глади;
- возможность быстрого восстановления в случае частичного разрушения;
- низкая себестоимость.

Таким образом, данный вид сборно-разборного моста может получить широкое применение в условиях территории Республики Беларусь, которая имеет широкую сеть различных водных преград как в мирное, так и в военное время.

Список литературы

1 Обоснование основных параметров элементов сборно-разборного металлического наплавного моста грузоподъемностью до 0,5 т : отчет о ОКР / А. А. Поддубный [и др.]. – Гомель, 2023. – 47 с.

Секция III

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

УДК 624.86

СОВРЕМЕННАЯ ВОЕННО-СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В. С. БЕЛЯКОВ, Я. А. ЖЕЛЕЗКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для выполнения современных задач транспортных войск необходимо иметь высокопроизводительный и мобильный парк машин.

Одним из ведущих факторов в решении задач сокращения себестоимости, сроков строительства, повышения производительности труда и эффективности строительного производства является комплексная механизация всех видов работ. Широкому внедрению комплексной механизации в строительное производство способствует насыщение строительства необходимым количеством высокопроизводительных машин, освоение производства ряда новых типов машин, расширение технологических возможностей средств механизации [1].

В транспортных войсках эксплуатируется несколько сотен типоразмеров строительных машин, различных по назначению, конструкции, принципу действия, мощности, производительности и т. п.

Средства технического вооружения классифицируются по назначению (технологическому признаку), режиму работы, виду силового оборудования, степени подвижности и универсальности.

По назначению машины делятся на следующие группы: транспортные, транспортирующие и погрузочно-разгрузочные, грузоподъемные, для земляных, свайных, путевых, отделочных, бетонных и железобетонных работ, ручные машины (механизированный инструмент).

Каждая группа машин разделяется на подгруппы (например, грузоподъемные машины включают четыре подгруппы: домкраты, лебедки, подъемники и краны).

Каждая подгруппа объединяет машины отдельных типов, различающихся конструкцией отдельных узлов или машин в целом (например, домкраты делят на механические и гидравлические).

Каждый тип машин имеет ряд типоразмеров (моделей), сходных по конструкции, но различающихся отдельными параметрами (вместимостью

ковша, грузоподъемностью, размерами и массой, производительностью, мощностью и т. п.).

По режиму работы (принципу действия) различают:

- машины периодического (циклического) действия, выполняющие работу путем периодического многократного повторения одних и тех же чередующихся рабочих и холостых операций с циклической выдачей продукции (строительные краны, одноковшовые экскаваторы и погрузчики, бульдозеры, скреперы и др.);

- машины непрерывного действия, выдающие или транспортирующие продукцию непрерывным потоком (конвейеры, многоковшовые экскаваторы, насосы для транспортирования смесей и др.).

По виду силового оборудования различают машины с приводом от двигателей: внутреннего сгорания, электрических, гидравлических, пневматических и комбинированных.

Многие строительные машины имеют комбинированный привод, например, дизель-электрический и дизель-гидравлический (наиболее распространены), дизель-пневматический, электрогидравлический.

По степени подвижности машины делят: на стационарные, переносные и передвижные.

Последние передвигаются во время работы или транспортировки и могут быть самоходными (большинство машин), прицепными и полуприцепными к базовым тяговым средствам, грузовым автомобилям, тракторам, тягачам.

По степени универсальности различают машины:

- универсальные многоцелевого назначения, оснащаемые различными видами сменного оборудования для выполнения большого разнообразия технологических операций (строительные экскаваторы, бульдозеры, стреловые самоходные краны, погрузчики, ручные машины и т. п.);

- специализированные, имеющие один вид рабочего оборудования и предназначенные для выполнения только одного технологического процесса (свайные молоты, бетононасосы и др.).

Научно-технический прогресс развивается и стремительными темпами идет вперед, а вместе с этим и изменяются, ужесточаются требования к срокам и качеству восстановительных работ, парку машин, которые выполняют эти виды работ.

В целях совершенствования транспортного обеспечения Вооруженных Сил Республики Беларусь перед транспортными войсками поставлены следующие основные задачи:

- осуществление подготовительных мероприятий по техническому прикрытию, восстановлению, повышению живучести и пропускной способности железных и автомобильных дорог в предполагаемых районах ведения боевых действий;

- накопление, размещение и обновление технического вооружения;

- организация воинских перевозок, а также участие в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций различного характера на транспортных коммуникациях. Исходя из поставленных задач, стоящих перед транспортными войсками, осуществляется реорганизация системы транспортного

обеспечения, которая базируется на комплексном подходе, включающем научный анализ и практический опыт, и направлена на обеспечение живучести транспортных коммуникаций, модернизацию и обновление парка специальной техники, объединение возможностей и обеспечение эффективного взаимодействия транспортных войск Республики Беларусь и железнодорожных войск Российской Федерации, а также совершенствование нормативно-правовой базы.

Определены основные направления технического перевооружения транспортных войск, одним из которых является внедрение многофункциональных технических средств для выполнения транспортных и технологических операций как на железнодорожных путях, так и автотранспортных коммуникациях. Данное направление представляет собой актуальную задачу, что подтверждается мировой тенденцией создания машин, имеющих широкие технологические возможности.

Решение данной задачи возможно посредством оснащения техники пневмоколесной техникой и механизмами комбинированного рельсокопесочного хода, а также установки широкого спектра сменного рабочего оборудования. В научном плане создание данной техники базируется на разработке конструктивных решений узлов и агрегатов комбинированного хода, доработке несущих элементов, трансмиссии и ходовой части агрегируемых с ними отечественных пневмоколесных энергонасыщенных транспортных средств, которые основаны на оптимизации методик тяговых, тормозных и прочностных расчетов с учетом движения по рельсовой колее с помощью пневмоколесных или иных движителей и использования в качестве направляющих элементов дополнительных железнодорожных колес.

Учитывая новые требования, возникает необходимость в расширении производственных возможностей существующих и создании новых образцов вооружения и техники, отличающихся более высокой энергонасыщенностью и эффективностью применения. Примерами перевооружения транспортных войск Республики Беларусь на современные образцы техники могут служить отечественные (МАЗ-6303 к/х, МКЖ-416), а также совместные Российско-Белорусские разработки (автопоезд АНС-10 для транспортировки понтонов из комплекта НЖМ-56, МЛЖ, ПМ-70). В разработке и дальнейшем усовершенствовании отечественных МАЗ-6303 к/х, МКЖ-416 активное участие принимают сотрудники нашего университета. По данным направлениям выполнялись в прошлые годы и выполняются в настоящее время дипломные проекты курсантами военно-транспортного факультета. Это обеспечивает тесную связь теории и практики, что является наиболее целесообразным итогом всего этапа обучения будущего офицера транспортных войск в высшем учебном заведении.

Список литературы

1 Организация и производство восстановительных работ на участке путевого батальона : учеб.-метод. пособие / К. В. Махаев, В. В. Петрусевич. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 107 с.

ВЫПОЛНЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ ДЕЙСТВИЙ В ХОДЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

С. М. БОБРИЦКИЙ, В. В. ТОМАШОВ, П. А. КАЦУБО, Е. В. ПЕЧЕНЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Научным коллективом кафедры военно-специальной подготовки военно-транспортного факультета проанализированы варианты устройства ложных мостов и предложены следующие технические решения.

Ложный наплавной железнодорожный мост НЖМ-56. Наведение ложного наплавного железнодорожного моста НЖМ-56 (далее – ложный мост НЖМ-56) предлагается осуществлять путем использования как отдельных элементов материальной части имущества НЖМ-56, табельного имущества лодок ДЛ-10, так и местных материалов.

В качестве основы плавучей опоры НЖМ-56 ложного наплавного железнодорожного моста используется средняя (кормовая) секция понтона НЖМ-56 [1], две полулодки ДЛ-10, имитирующие наплавную часть. Ложные надстройка, железнодорожный и автодорожный проезды изготавливаются из древесины и тонкостенного металлического листа с соблюдением основных геометрических параметров и конструктивных форм элементов, представленных на рисунке 1.

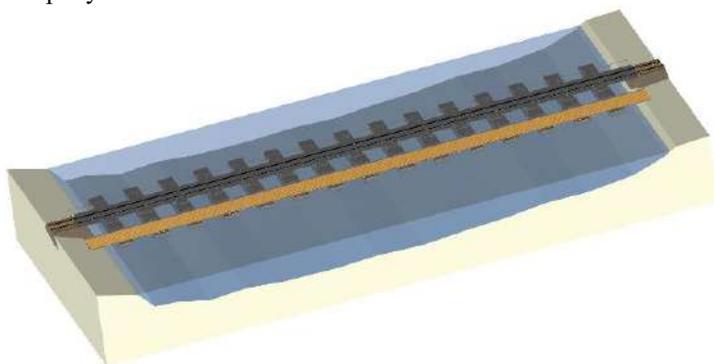


Рисунок 1 – Общий вид ложного наплавного железнодорожного моста НЖМ-56

Ложный деревометаллический мост РЭМ-500. Имитацию металлической сборно-разборной эстакады РЭМ-500 предлагается выполнить путем устройства ложного деревометаллического моста РЭМ-500 (далее – ложный мост РЭМ-500) на свайном основании. Особенностью предлагаемой конструкции ложного моста РЭМ-500 является визуальное сходство основных эле-

ментов конструкций (свайные опоры с ложным ригелем и стойками, пролетные строения пространственной формы) с оригинальными [2]. Общий вид ложного деревометаллического моста РЭМ-500 представлен на рисунке 2.

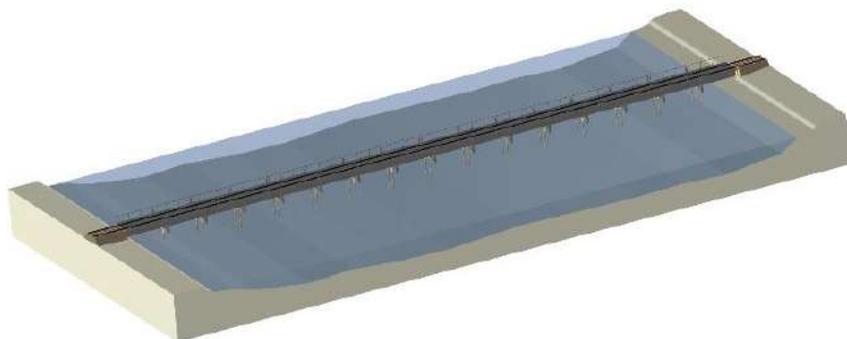


Рисунок 2 – Общий вид ложного деревометаллического моста РЭМ-500

Ложный низководный деревянный железнодорожный мост на жестких опорах по своей конструкции должен максимально достоверно повторять основные элементы конструкций свайных опор и пролетных строений для пропуска железнодорожной нагрузки, которые характерны по внешним признакам мостового железнодорожного полотна. Общий вид ложного низководного деревянного железнодорожного моста представлен на рисунке 3.

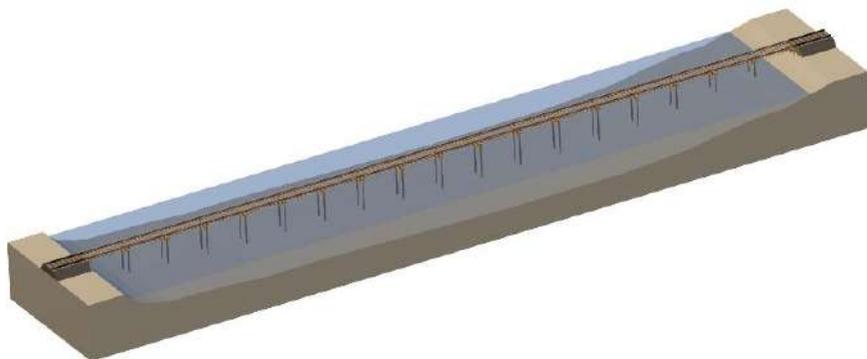


Рисунок 3 – Общий вид ложного низководного деревянного железнодорожного моста

Комбинированная схема мостового перехода с применением ложных подходов к железнодорожному мосту представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Комбинированная схема мостового перехода

Ложный низководный деревянный автодорожный мост на жестких опорах по своей конструкции должен максимально достоверно повторять основные элементы конструкций свайных опор и пролетных строений для пропуска автодорожной нагрузки, которые характерны по внешним признакам проезжей части с колеевым настилом и колесоотбойными брусками [3]. Общий вид ложного низководного деревянного автодорожного моста представлена на рисунке 5.

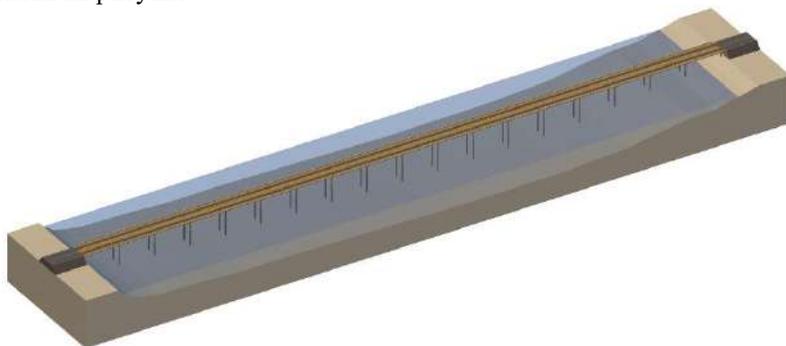
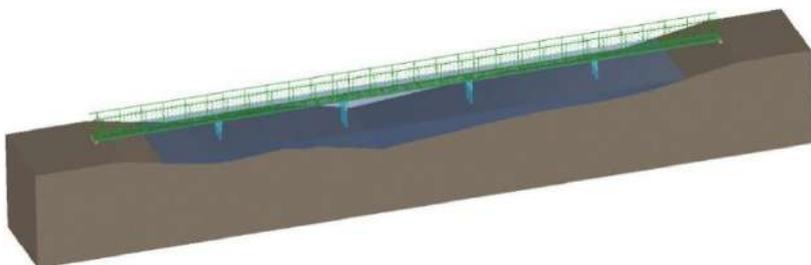


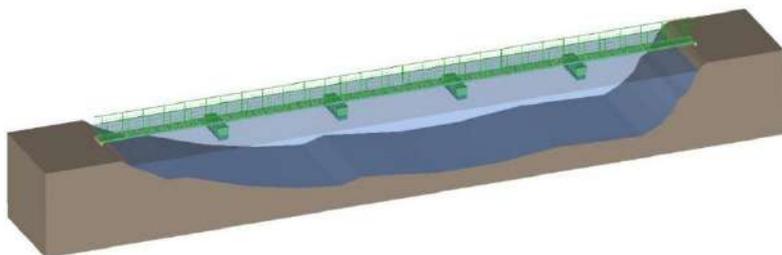
Рисунок 5 – Общий вид ложного низководного деревянного автодорожного моста

Альтернативным вариантом могут выступать быстровозводимые мосты (далее – БВМ) (рисунок 6).

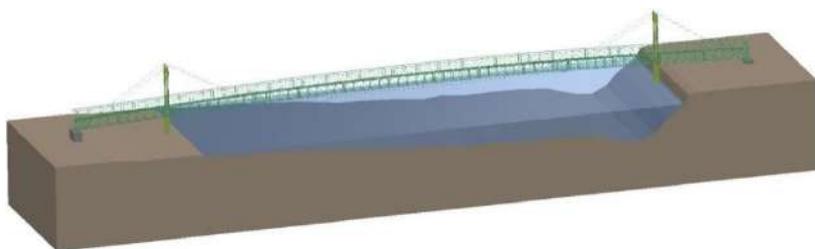
a)



б)



в)



г)

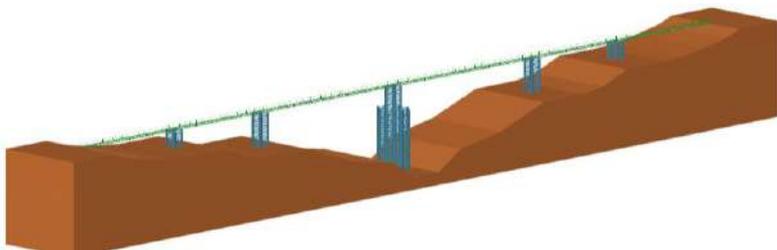


Рисунок 6 – Варианты быстровозводимых мостов
a – на жестких опорах; *б* – на плавучих опорах; *в* – вантово-балочный мост;
г – на опорах для перекрытия ущелий и суходолов

БВМ представляют собой малогабаритные сборно-разборные металлические конструкции (пролетные строения и опоры) различной грузоподъемности и предназначены для преодоления водных препятствий, заболоченной местности, труднопроходимых участков в том числе при чрезвычайных ситуациях без использования тяжелой дорожно-строительной, грузоподъемной техники в короткие сроки.

Элементы быстровозводимых мостов, их технические характеристики (геометрические параметры, металлоемкость) позволяют осуществлять изготовление в заводских и полевых условиях.

БВМ, в свою очередь, выполняют две основные функции. Первая – рассматриваются как ложные объекты в системе мостовых переходов. Вторая – используются как сообщение через препятствие, способствующее беспрепятственному перемещению материальных средств, боеприпасов и другого имущества.

Список литературы

1 Наплавной железнодорожный мост НЖМ-56 : Дополнение к техническому описанию и инструкции по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации / Федеральная служба ЖДВ РФ. – М. : Воениздат, 1997.

2 Металлическая эстакада РЭМ-500 : Техническое описание и инструкция по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации / Главное управление ЖДВ. – М. : ГУ ЖДВ, 1976.

3. Мосты и переправы на военно-автомобильных дорогах : в 3 ч. Ч. 2. Низководные мосты из местных материалов : учеб. пособие / С. М. Бобрицкий [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 271 с.

УДК 621.311.243

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО НА СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЯХ ДЛЯ ЗАРЯДКИ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ И ПРИБОРОВ

И. С. ДЕМИДОВИЧ, А. С. ШИПИЛЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При размещении подразделений вне пунктов постоянной дислокации возникает необходимость организации электроснабжения полевого лагеря, либо строительной площадки, для работы освещения, а также для зарядки аккумуляторов различных автономных приборов, таких как радиостанции, тепловизоры, приборы ночного видения, ноутбуки, БПЛА, фонари, различные инструменты и др. Как правило, в качестве источников питания применяют дизельные либо бензиновые генераторные установки. Однако генераторы имеют ряд особенностей и недостатков: шумность, достаточно высо-

кая стоимость получаемой электроэнергии, необходимость технического обслуживания двигателя, потребление топлива при работе без нагрузки [1].

Для решения задачи заряда различных аккумуляторов в полевых условиях целесообразно использовать зарядное устройство, вырабатывающее электроэнергию с помощью фотоэлектрических элементов – солнечных батарей. В простейшем варианте такое устройство может быть собрано из одной солнечной панели и комбинированного преобразователя постоянного напряжения (DC-DC преобразователь), способного как повышать, так и понижать напряжение, с настройкой напряжения и силы тока на выходе из него (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема простого зарядного устройства:
1 – солнечная панель; 2 – DC-DC преобразователь напряжения

Принцип работы такого устройства заключается в следующем. Солнечная панель вырабатывает номинальное напряжение 18В, данное напряжение сразу попадает на преобразователь, настройками которого (путем вращения размещенных на плате преобразователя потенциометров) выставляется требуемый режим заряда аккумулятора – напряжение и ограничение силы зарядного тока. Такой преобразователь обеспечивает зарядку по закону CC-CV (constant current-constant voltage – сначала постоянным током, в конце постоянным напряжением). Например, для зарядки любого устройства, работающего на одном литий-ионном аккумуляторе, необходимо выставить значение напряжения 4,2 В, что соответствует напряжению полного заряда литий-ионной аккумуляторной ячейки, и силу тока в зависимости от емкости аккумулятора, как правило, 0,5–1 С, где С – емкость аккумулятора в А·ч, т. е. при емкости 2 А·ч сила зарядного тока выставляется 1–2 А.

Однако такой вариант устройства имеет недостатки – при уменьшении освещенности солнечной панели неизбежно снизится и сила зарядного тока. Другая проблема – при высокой освещенности солнечной панели, но низком выставленном значении силы зарядного тока не будет реализовываться

вся мощность солнечной панели. Следовательно, эффективность такого устройства будет сильно зависеть от погодных условий.

Для решения вышеперечисленных проблем в состав устройства может быть введен промежуточный накопитель энергии (собственный аккумуляторный источник питания) и контроллер солнечной панели (рисунок 2).



Рисунок 2 – Схема зарядного устройства с промежуточным накопителем:
1 – солнечная панель; 2 – контроллер солнечной панели; 3 – промежуточный накопитель;
4 – DC-DC преобразователь напряжения

Принцип работы данного варианта устройства отличается тем, что вся энергия, вырабатываемая солнечной панелью, накапливается в промежуточном накопителе, в качестве которого может быть использована как свинцово-кислотная аккумуляторная батарея (далее – АКБ), так и АКБ на базе литиевых аккумуляторных ячеек. Солнечный контроллер, в свою очередь, ограничивает выходное напряжение солнечной панели на уровне, необходимом промежуточному накопителю. На преобразователь напряжения энергия подается уже от промежуточного накопителя, что обеспечивает стабильность зарядного тока, а также дает ряд других преимуществ, например, есть возможность заряжать различные устройства в ночное время, пока не разрядится промежуточный накопитель.

Промежуточный накопитель

В качестве промежуточного накопителя могут быть применены как свинцово-кислотные, так и литиевые АКБ, номинальное напряжение которых будет близко к 12 В. Несомненно, предпочтительнее использовать литиевые АКБ, так как они по своим характеристикам значительно превосходят все другие типы.

Аккумуляторный источник питания (промежуточный накопитель) представляет собой корпус, в котором размещена АКБ, собранная из отдельных аккумуляторов (ячеек). Ячейки при объединении в батарею могут соединяться последовательно (для увеличения номинального напряжения) и параллельно (для увеличения емкости). Также в корпусе могут быть размещены выключатель, подающий питание на выходные клеммы, индикатор заряда или

вольтметр и устройство контроля и защиты АКБ – BMS-контроллер (BMS – battery monitoring system), в функции которого входит:

- защита от перегрузки по току;
- защита от короткого замыкания;
- защита от перезаряда (превышения максимального напряжения);
- защита от переразряда (падения выходного напряжения ниже минимального);
- балансировка последовательно соединенных ячеек (как правило, при заряде батареи).

Для выполнения этих функций BMS-контроллер измеряет силу тока на выходе АКБ, а также напряжение как всей АКБ, так и отдельных ячеек. Применение такого устройства значительно повышает надежность и безопасность аккумуляторного источника питания. Аккумуляторные ячейки целесообразно применять литиевые, а именно литий-железо-фосфатные, обладающие рядом преимуществ перед другими. Литий-железо-фосфатный аккумулятор (LiFePO₄, LFP) – тип электрического аккумулятора, являющийся видом литий-ионного аккумулятора, в котором используется соединение LiFePO₄ в качестве катода. Литий-железо-фосфатные аккумуляторы имеют ряд существенных отличий от классических литий-ионных. Наиболее важные отличия состоят в том, что LiFePO₄ обеспечивает более длительный срок службы, чем другие литий-ионные технологии (количество циклов заряда-разряда до потери 20 % емкости от 1500 до 7000), а также значительно безопаснее, так как при нарушении целостности корпуса не самовоспламеняются, как большинство литий-ионных [2].

Универсальное зарядное устройство на солнечных панелях может найти широкое применение в полевых условиях для зарядки различных устройств и приборов. Вариант устройства с промежуточным накопителем предпочтительнее, так как позволяет более полно реализовать мощность солнечной панели и обеспечивает стабильную силу зарядного тока. Возможность заряжать аккумуляторы по закону CC-CV (сначала постоянным током, в конце постоянным напряжением) и регулировка напряжения в широком диапазоне делает такое устройство совместимым практически со всеми видами аккумуляторов.

Список литературы

- 1 **Демидович, И. С.** Применение аккумуляторных источников питания при строительстве / И. С. Демидович, Ю. А. Коновалов, В. А. Савин // Строительство и восстановление искусственных сооружений : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 21–22 мая 2020 года / под общ. ред. А. А. Поддубного. – Гомель : БелГУТ, 2020. – С. 121–123.
- 2 **Демидович, И. С.** Автономное освещение площадок производства работ при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на транспорте / И. С. Демидович, В. В. Петрусевич // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 347–349.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ БОЕВЫХ ПОТЕРЬ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

К. В. ДРОБЫШЕВСКИЙ, О. В. ЧЕРНЫШОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В наше время большая часть вооружения и военной техники армий мира устанавливается на автомобильной технике, либо транспортируется ей. Показатель применимости автомобильной техники для установки на ней различных видов вооружений составляет от 10 до 15 %. В целом же с автомобильными базовыми шасси связаны большое количество различных специальных боевых установок и установок боевого обеспечения как в Вооруженных Силах нашей Республики, так и в армиях иностранных государств [1, с. 280].

История современных военных конфликтов показывает, как меняется характер ведения боевых действий в ходе вооруженных конфликтов, особенно это видно из специальной военной операции (далее – СВО), которую Российская Федерация проводит на территории Украины. Здесь стоит отметить, что в СВО как одна, так и другая сторона конфликта для ведения боевых действий в основном использует два вида автомобильной техники.

К первому виду техники стоит отнести военную автомобильную технику, которая производится в интересах армии, для ведения всестороннего обеспечения боевых действий.

Ко второму типу стоит отнести гражданские автомобили и технику народного хозяйства, поступающую в вооруженные силы по мобилизации используемую как регулярными воинскими частями, так и различными нерегулярными воинскими и вооруженными формированиями.

Отсюда становится видно, военный автомобиль становится на первое место при ведении активных боевых действий как регулярными армиями, так и незаконными вооруженными формированиями. Количество военной автомобильной техники, используемой вооруженными силами, ежегодно возрастает, что в условиях той же самой СВО приводит к установке требований, которым данная военная автомобильная техника должна соответствовать, применительно к условиям ведения современных боевых действий.

То есть становится понятным и без того, что военная автомобильная техника должна иметь: высокую живучесть, большую, чем у других автомобилей; скорость, высокую проходимость; надежные средства маскировки; легкость транспортировки; простоту ремонта и обслуживания; повышенную защищенность.

А вот такому главному критерию, как повышенная защищенность, хочется уделить особое внимание, как говорится, «безопасности много не бывает», а от этого параметра зависит живучесть не только техники, которая выполняет поставленные перед ней задачи на поле боя, но и самое главное – жизнь военнослужащего, управляющего данной техникой.

Исходя из анализа СВО, наиболее частое поражение элементам конструкции, узлам и агрегатам военной автомобильной техники наносит стрелковое оружие, различные виды мин, ракетно-артиллерийские боеприпасы, танковые снаряды, процент поражения элементов и конструкции военной автомобильной техники от которых распределяется следующим образом (рисунок 1):

- кабина автомобиля с водителем и экипажем – до 57 % (к слову, это самый большой процент поражения, приходящийся на данный элемент конструкции автомобиля, включая личный состав);
- ходовая часть – до 20 %;
- органы управления – до 5 %;
- двигатель и его системы – до 10 %;
- трансмиссия – до 8 %.



Рисунок 1 – Боевое воздействие на ВАТ и мероприятия по снижению боевых потерь

Исходя из вышеизложенного, становится и так понятно, что для защиты главных элементов конструкции военной автомобильной техники и личного состава ее необходимо оснащать защитными элементами конструкции, которые в ходе той же самой СВО используются (защитные зонтики, противогранатные сетки, комплекты легкого фрагментарного дифференцированного бронирования), однако здесь хочется рекомендовать заводам – производителям военной автомобильной техники изначально опционно применять в конструкции автомобилей специальные кронштейны, различные виды кре-

плений под тот или иной вышеперечисленный вид дополнительной защиты, что существенно снизит нагрузку на личный состав ремонтных подразделений по их установке в полевых условиях, тем самым даст больше времени ремонтным подразделениям для выполнения более трудоемких видов работ.

Вместе с тем используемые виды защиты, безусловно, эффективны, однако, установленные на автомобиль, они громоздки, тяжелы, не полностью собой укрывают все элементы конструкции автомобиля, что существенно увеличивает массу автомобиля, повышает расход топлива и влияет на его маневренность на поле боя. В данном случае альтернативой применяемым средствам, а в большей степени материалу, из которых они изготавливаются (а это в основном сталь) могут стать легкие эластичные защитные покрытия для военной автомобильной техники, изготовленные из различных прочных композитных материалов, которые по своим тактико-техническим характеристикам не только не уступят место имеющимся средствам защиты от воздействия обычных средств поражения, но и превзойдут их по ряду характеристик.

Так как техника при использовании таких материалов ввиду малого веса будет укрываться полностью, это, конечно же, снизит обзорность водителю, однако использование для управления машиной внешних видеокамер (они широко распространены в легковом автомобилестроении) увеличит визуальный обзор местности с рабочего места водителя и старшего машины, причем радиус обзора может составить все 360°. Также защитное покрытие позволит нанести на него различные средства снижения заметности, что также позволит попутно решить ряд проблем с маскировкой.

УДК 678.7.001.57

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

К. В. ЕФИМЧИК, Е. Ф. КУДИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В развитии промышленного производства в настоящее время важно совершенствование характеристик материалов. Как правило, при этом основные усилия направляют на снижение веса изделия, увеличение его прочности и повышение стойкости к агрессивным средам. В связи с этим возникает потребность в новых материалах, способных с наибольшей эффективностью заменить традиционные. В настоящее время внимание уделяется полимерным композиционным материалам (ПКМ). Из таких материалов получают детали с особыми свойствами и высокими эксплуатационными характеристиками. При получении изделий из ПКМ нужно учитывать их будущие

высокие прочностные свойства, с одной стороны, а также специфику их переработки и утилизации – с другой [1].

Инженерный компьютерный анализ в процессе создания нового изделия позволяет спрогнозировать поведение системы и с минимальными затратами времени сопоставить ряд различных альтернативных конструкторских решений. В результате снижается объем экспериментальной отработки и доводки изделия, повышается его качество, а сам процесс проектирования ускоряется и удешевляется. Роль компьютерного моделирования и инженерного анализа при разработке новых изделий растет и в конечном счете они должны стать неотъемлемой частью любого процесса проектирования. Это предполагает тесную взаимосвязь между модулями геометрического моделирования и инженерного анализа компьютерных систем проектирования.

Современные системы инженерного анализа (или системы автоматизации инженерных расчетов) – CAE (computer-aided engineering) обеспечивают решение задач линейного и нелинейного статистического анализа, анализа частоты, устойчивости, температурного анализа, усталости, испытаний на ударную нагрузку, линейного и нелинейного динамического анализа, анализа оптимизации и др. CAE применяются совместно с CAD-системами компьютерного геометрического моделирования (computer-aided design). Назначение CAD-систем – создание 3D-моделей и получение чертежей. Часто CAE интегрируются в CAD, образуя гибридные CAD/CAE системы.

CAE-системы включают расчетные модули, позволяющие оценить, как поведет себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации. Расчетные модули, используемые в CAE-системах, основаны на численных методах решения дифференциальных уравнений (метод конечных элементов, метод конечных объемов, метод конечных разностей и др.) [2]. В настоящее время системы инженерного анализа применяются во всех сферах деятельности. На рисунке 1 представлено распределение CAE-систем по сферам деятельности.

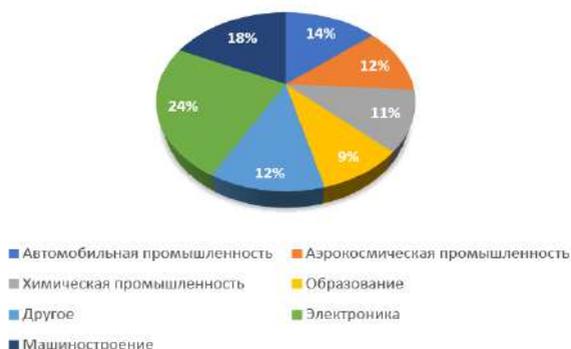


Рисунок 1 – Распределение CAE-систем

За последние 10 лет мировой рынок CAE платформ вырос с 2,2 млрд USD до 5,3 млрд USD (+146 %). Согласно последним исследованиям 9 ведущих компаний, занимающихся разработкой CAE-систем, занимают около 75 % мирового рынка. На рисунке 2 представлен объем мирового использования ведущих компаний в области систем инженерного анализа.

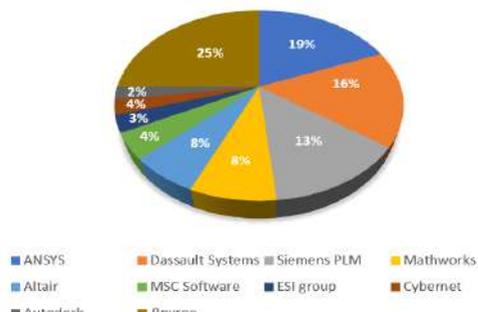


Рисунок 2 – Объем использования систем инженерного анализа

Из приведенной диаграммы видно, что к основным мировым лидерам рынка систем инженерного анализа относятся ANSYS, Dassault Systemes и Siemens PLM Software. Программное обеспечение вышеперечисленных компаний позволяет путем проведения виртуальных исследований, не требующих натуральных экспериментов, с высокой точностью определить физико-механические характеристики изделий из разрабатываемого материала [3].

Использование программы ANSYS позволяет разработать методику исследования механических характеристик в твердых телах при деформациях на растяжение и сжатие. Модуль ANSYS/Mechanical предоставляет широкие возможности для выполнения проектных разработок, анализа и оптимизации: решение сложных задач прочности конструкций, теплопередачи и акустики. Эта программа, обеспечивающая проверку правильности проектных работ, является мощным инструментом для определения перемещений, напряжений, усилий, температур и давлений, а также других важных параметров [4]. Рабочая область и структурный анализ изделия представлен на рисунке 3.

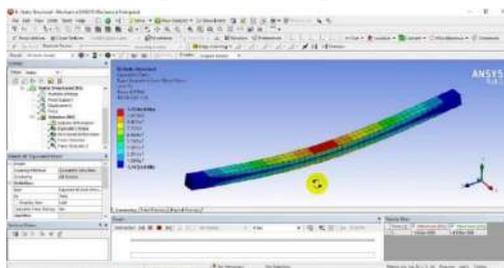


Рисунок 3 – Структурный анализ изделия

Dassault Systemes (биржевой индекс DASTY) на рынке CAE занимает 2-ю позицию. Работы в области CAE-технологий ведутся под брендом SIMULIA. Инструменты для инженерного анализа содержатся также в пакетах CATIA и SOLIDWORKS. SOLIDWORKS – программный комплекс для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает проверку изделий из разработанного материала любой степени сложности и назначения, обеспечивает проверку правильности проектных работ, анализ конфликтов и поиск оптимального решения в эскизах, деталях и сборках, геометрическую оптимизацию порядка построения модели, скруглений и уклонов [5]. Рабочая область и анализ нагрузки изделия представлен на рисунке 4.

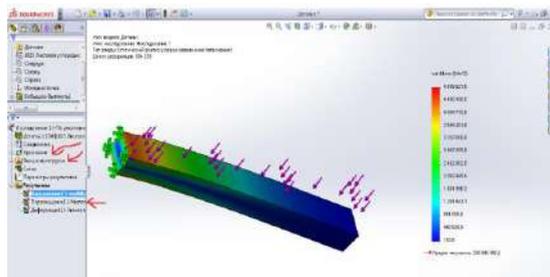


Рисунок 4 – Анализ нагрузки изделия

На военно-транспортном факультете в УО «Белорусский государственный университет транспорта» для 3D-моделирования и расчета прочностных характеристик изделий применяется программа Autodesk Inventor Professional.

В настоящее время нами произведен расчет оптимального размера сборно-разборного дорожного настила (СРДН), устанавливаемого на любую поверхность и собираемого с помощью замков в любую конфигурацию без использования специальной грузоподъемной техники [6].

С применением данного СРДН (рисунок 5) возможно укладывать не только ровную колею, но и места разъезда техники, площадки для хранения техники, выполнять плавные повороты, укладывать пешеходные дорожки, а также настилы для оборудования палаточных лагерей в полевых условиях.



Рисунок 5 – Сборно-разборный дорожный настил

Давление, оказываемое при проезде транспортного средства по СРДН, было рассчитано исходя из массы грузового автомобиля 10 т и площади, на которое оказывает давление колесо 0,08 м², по формуле:

$$P = \frac{F}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{10\,000 \cdot 9,81}{0,08} = 1\,226\,250 \text{ Па} \approx 1,2 \text{ МПа.}$$

Для проведения расчетов была разработана 3D модель СРДН, после чего в качестве материала изделия были заданы параметры разработанного композиционного материала на основе геомодифицированных полиолефиов (рисунок 6) [7].

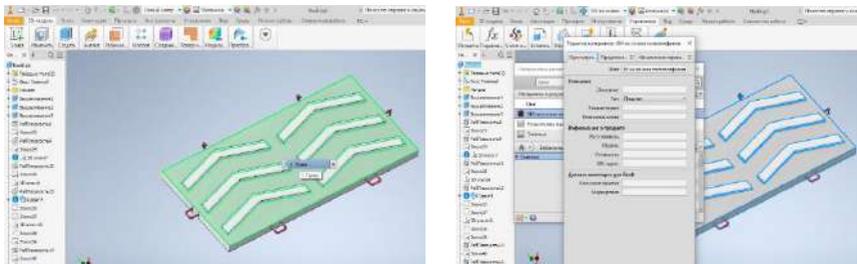


Рисунок 6 – 3D-модель СРДН и установка параметров материала

Для проведения инженерного анализа с помощью программы Autodesk Inventor Professional была выбрана зависимость фиксации с наименьших торцов СРДН, а также установлено давление, оказываемое при проезде транспортного средства по СРДН в соответствии с расчетами (рисунок 7).

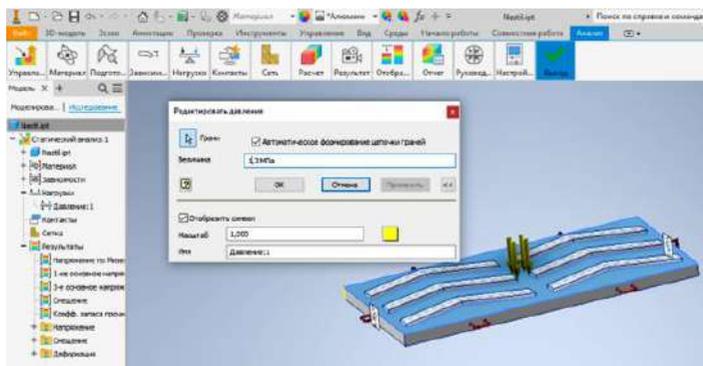


Рисунок 7 – Установка давления в соответствии с расчетами

Для проведения точных расчетов необходимо разбить деталь на конечные элементы с помощью сетки, а также выбрать в параметрах величину смещения (прогиба) в месте приложения заданного давления (рисунок 8).

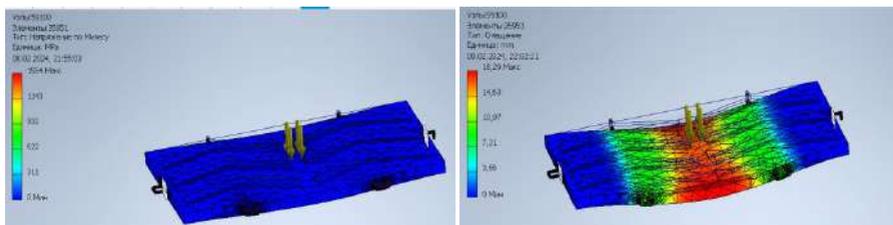


Рисунок 8 – Разбиение изделия на конечные элементы и величина прогиба

Необходимо отметить, что при проведении эксперимента СРДН был условно зафиксирован со стороны крайних торцов изделия. При приложении заданного давления изделие подвергается деформации, но не разрушается. В действительности изделие должно укладываться на твердый или полутвердый грунт, что исключает возможность прогиба изделия.

После проведения расчетов модель СРДН была оптимизирована до размеров, которые возможно изготовить на производстве.

Таким образом, с помощью программы Autodesk Inventor Professional возможно спрогнозировать поведение изделия при заданных нагрузках. В результате снижается время на изготовление нескольких экспериментальных образцов различных размеров, а сам процесс проектирования ускоряется и удешевляется.

Также программа позволяет создавать анимацию деформации изделия с заданным давлением в различный период времени и отчет по результатам эксперимента в виде .html файла.

Список литературы

1 Восточно-европейский журнал передовых технологий : сб. науч. ст. / Частное предприятие «Технологический Центр»; редкол.: Д. А. Демин (гл. ред.) [и др.]. – Харьков : Технологический Центр, 2016. – 912 с.

2 **Лукинских, С. В.** Компьютерное моделирование и инженерный анализ в конструкторско-технологической подготовке производства : учеб. пособие / С. В. Лукинских. – Екатеринбург : Урал. ун-т, 2020. – 168 с.

3 Программный комплекс Fidesys [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sstc.spb.ru/upload/iblock/e76/06-Пакет Fidesys для прочностного инженерного анализа.pdf>. – Дата доступа : 24.05.2024.

4 Официальный сайт ANSYS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.cadferm-cis.ru/products/ansys/structures/mechanical>. – Дата доступа : 24.05.2024.

5 **Ефимчик, К. В.** Моделирование изделий из порошковых материалов с использованием современных систем инженерного анализа / К. В. Ефимчик, Е. Ф. Кудина // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка : материалы Междунар. конф., посвящ. 50-летию основания Государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии им. академика О. В. Романа», г. Минск, 14–16 сентября 2022 г. – Минск, 2022. – С. 183–188.

6 Сборно-разборный дорожный настил: заявка № а20230136 / К. В. Ефимчик, Е. Ф. Кудина, А. А. Поддубный. – Заявл. 01.06.2023.

7 Композиционный песчано-полимерный материал конструкционного назначения: заявка № а20220175 / К. В. Ефимчик, А. А. Поддубный, Е. Ф. Кудина, Р. Ю. Доломанок. – Заявл. 30.06.2022.

УДК 625.08:681.5

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

В. В. ТОМАШОВ, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Искусственные нейронные сети представляют собой технологию, опирающуюся на следующие основные дисциплины: нейрофизиологию, математику, статистику, физику, компьютерные науки и технику. Они находят своё применение в таких разнообразных областях, как моделирование, анализ временных рядов, распознавание образов, обработка сигналов и управление, благодаря одному важному свойству – способности обучаться на основе данных при участии учителя или без его вмешательства.

Стоит отметить, что сегодня ведущие мировые производители дорожной техники из США, Германии, Франции, Китая все активнее ведут разработку в направлении развития «умного зрения», которое способно не только влиять на рабочие процессы, но и самостоятельно без участия человека выполнять дорожные работы.

В учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» ведется работа по внедрению в дорожное строительство нашей страны «умного зрения», что позволит повысить качество выполняемых работ и возможность сэкономить денежные средства [1–3]

Комплексная механизация дорожного строительства представляет собой совокупность взаимосвязанных основных и вспомогательных работ по строительству дорог. Комплексная автоматизация процесса обеспечивает управление всеми основными и вспомогательными операциями строительства, при реализации которой известны следующие основные принципы построения автоматических систем:

Принцип разомкнутого управления. Сущность принципа состоит в том, что алгоритм управления формируется управляющим устройством только на основе заданного алгоритма функционирования автоматической системы, без учета сведений о возмущающих воздействиях на объект управления и о регулируемой величине (рисунок 1).

Алгоритм функционирования данной системы может быть как постоянным, так и переменным. Характерной особенностью возмущающего воздействия $z(t)$ является его нестационарность. Поэтому при заданной неизменной программе $z(t)$ функционирование автоматической системы, построенной по принципу разомкнутого управления, может отклоняться от требуемого режима, что является ее недостатком. Преимуществом данного принципа состоит в простоте его конструктивной реализации.

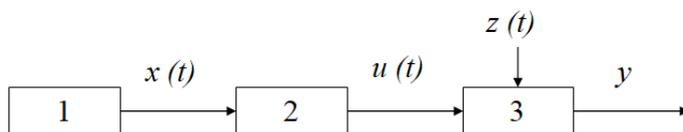


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматической системы, построенной на основе использования принципа разомкнутого управления: 1 – задающее устройство, 2 – управляющее устройство, 3 – объект управления

Принцип управления по возмущению. Алгоритм управления формируется в зависимости от возмущающего воздействия на объект управления. Формирование управляющего воздействия формируется так, чтобы компенсировать действие возмущения $z(t)$ на объект управления (рисунок 2).

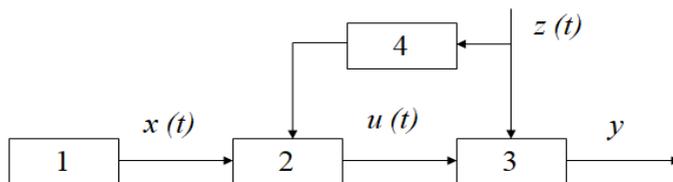


Рисунок 2 – Функциональная схема автоматической системы, построенной на основе использования принципа управления по возмущению: 1 – задающее устройство, 2 – управляющее устройство, 3 – объект управления, 4 – компенсационное устройство

В данной автоматической системе управляющее воздействие $u(t)$ определяется заданной программой $x(t)$ и изменением $z(t)$. Компенсационное устройство 4 формирует дополнительное воздействие на устройство управления, в результате управляющее воздействие $u(t)$ позволяет компенсировать влияние $z(t)$ на изменение управляемой величины y и обеспечивает выполнение заданного алгоритма функционирования с заданной точностью.

Принцип управления по отклонению. Алгоритм управления формируется в зависимости от отклонения управляемой величины y относительно заданного ее значения x (рисунок 3). Преимуществом такого принципа управления является то, что управляющее воздействие формируется независимо от того, какая причина вызвала отклонения управляемой величины. Как недостаток данного принципа стоит отметить увеличение времени управления, которое получается вследствие того, что управляющее воздействие формируется только после того, как возникнет ошибка $\Delta = x - y$.

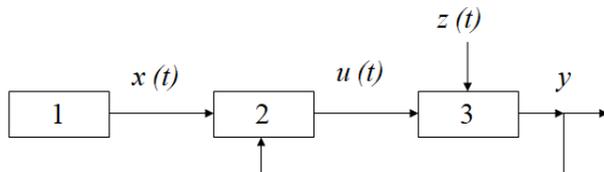


Рисунок 3 – Функциональная схема автоматической системы, построенной на основе использования принципа разомкнутого управления:
 1 – задающее устройство, 2 – управляющее устройство, 3 – объект управления

В контексте данной работы полезными для применения свойствами нейронных сетей будут следующие:

1 *Нелинейность.* Нейронные сети, построенные из соединений нелинейных нейронов, сами являются нелинейными. Более того, эта нелинейность особого сорта, так как она распределена по сети.

2 *Отражение входной информации в выходную.* Одной из популярных парадигм обучения является обучение с учителем. Это подразумевает изменение синаптических весов на основе набора маркированных учебных примеров. Каждый пример состоит из входного сигнала и соответствующего ему желаемого отклика. Из этого множества случайным образом выбирается пример, а нейронная сеть модифицирует веса для минимизации расхождений желаемого выходного сигнала и формируемого сетью согласно выбранному статистическому критерию. При этом модифицируются свободные параметры сети. Ранее использованные примеры могут впоследствии быть применены снова, но уже в другом порядке. Это обучение проводится до тех пор, пока изменения синаптических весов не станут незначительными. Таким образом, нейронная сеть обучается на примерах, составляя таблицу соответствий вход-выход для конкретной задачи.

3 *Адаптивность.* Нейронные сети обладают способностью адаптировать свои синаптические веса к изменениям окружающей среды. В частности, нейронные сети, обученные действовать в определённой среде, могут быть легко переучены для работы в условиях незначительных колебаний пара-

метров среды. Более того, для работы в нестационарной среде (где статистика изменяется с течением времени) могут быть созданы нейронные сети, изменяющие синаптические веса в реальном времени.

4 *Очевидность ответа.* В контексте задачи классификации образов можно разработать нейронную сеть, собирающую информацию не только для определения конкретного класса, но и для увеличения достоверности принимаемого решения. Впоследствии эта информация может быть использована для исключения сомнительных решений, что повысит продуктивность нейронной сети.

5 *Отказоустойчивость.* Нейронные сети, облечённые в форму электроники, потенциально отказоустойчивы. Это значит, что при неблагоприятных условиях их производительность падает незначительно.

6 *Единообразие анализа и проектирования.* Нейронные сети являются универсальным механизмом обработки информации. Это означает, что одно и то же проектное решение нейронной сети может использоваться во многих предметных областях.

Подводя итог, хочется отметить, что самым важным свойством нейронных сетей является их способность обучаться на основе данных окружающей среды и в результате обучения повышать свою производительность. Повышение производительности происходит со временем в соответствии с определёнными правилами. Обучение нейронной сети происходит посредством интерактивного процесса корректировки поступающих сигналов. В идеальном случае нейронная сеть получает знания об окружающей среде на каждой итерации процесса обучения.

При этом приоритетными направлениями развития дорожных машин является обеспечение надежности и безопасности технических систем, а также повышения конкурентоспособности отечественной продукции. Вполне очевидно, что реализация этих планов невозможна без широкой автоматизации и роботизации машин.

Список литературы

1 Способ обеспечения работы системы управления дозированием жидких дорожно-строительных материалов : заявка № а 202202216: Е 01С 19/26 / В. В. Петрусевич, П. А. Кацубо, Р. Ю. Доломанюк. – № а 202202216; заявл. 12.09.2022.

2 **Петрусевич, В. В.** Основные принципы системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов текущего содержания автомобильных дорог / В. В. Петрусевич // Автомобильные дороги и мосты. – 2024. – № 1. – С. 4–13.

3 **Петрусевич, В. В.** Теоретическое обоснование системы организации профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / В. В. Петрусевич // Вестник СибАДИ. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 314–323.

АНАЛИЗ И ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ СТАЦИОНАРНОЙ АККУМУЛЯТОРНОЙ ЗАРЯДНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*В. В. ТОМАШОВ, В. В. ЗМИЕВСКИЙ, Д. П. АМБРАЖЕВИЧ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современных условиях образовательного процесса высшей школы в рамках учебной деятельности динамично развивается и внедряется большое разнообразие методов и форм обучения курсантов (студентов). При этом активно используются разнообразные инновационные технологии обучения.

В рамках статьи авторами предлагается рассмотреть один из вариантов применения активных методов обучения при реализации компетентного подхода практико-ориентированного обучения курсантов на кафедре военно-специальной подготовки военно-транспортного факультета в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» (далее – кафедра ВСП).

В современных условиях образовательного процесса высшей школы в рамках учебной деятельности динамично развивается и внедряется большое разнообразие методов и форм обучения курсантов (студентов). При этом возможно активно использовать в обучении макеты.

В рамках военно-научной деятельности военно-транспортного факультета под руководством профессорского преподавательского состава кафедры военно-специальной подготовки совместно с курсантами факультета и студентами университета, обучающимися по программе офицеров запаса и младших командиров, спроектирован макет аккумуляторной зарядной станции.

На основе замысла и поставленных целей разработан расчетный эскиз в масштабе 1:100 размером 50×70 см.

Данный этап являлся фундаментом (полем дальнейшей деятельности) всего проекта, на котором необходимо было обобщить все поставленные цели, задачи и выработать единый взгляд ППС и обучающихся на составление расчетного эскиза (использовались групповая диалоговая форма обсуждения проблематики, постановка индивидуальных и групповых задач по реализации замысла). Создание проекта эскиза выполнялось исключительно с применением современных программных продуктов машинной графики AutoCAD и Autodesk Inventor с соблюдением основных требований предъявляемых к аккумуляторной зарядной станции. Были представлены несколько вариантов эскизов для дальнейшего обсуждения и доработки. По итогам выполненных работ, с учетом всех предъявляемых требований, принят расчетный эскиз аккумуляторной зарядной станции (рисунок 1).

План макета стационарной аккумуляторной зарядной станции

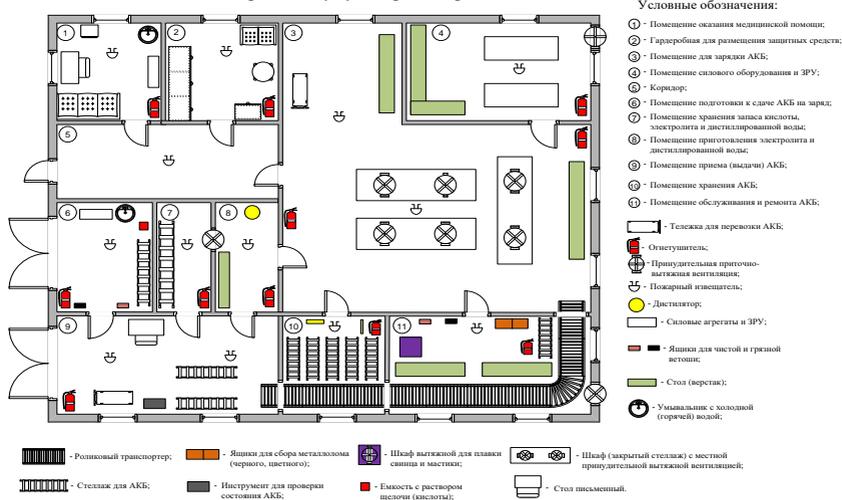


Рисунок 1 – Расчетный эскиз макета аккумуляторной зарядной станции

На основании эскиза аккумуляторной зарядной станции с учетом масштаба данного макета изготовили макет зарядной станции, разделенный на помещения, также изготовлена мебель (стеллажи, верстаки, столы, стулья), роликовая лента, ящики с инструментом, огнетушители, шкаф для имущества (рисунок 2).



Рисунок 2 – Макет аккумуляторной зарядной станции

В своей работе обучающиеся стремились достичь максимальной реалистичности и понимания расположения оборудования и порядка работы в аккумуляторной зарядной станции, а также соблюдения требований безопасности при выполнении поставленных задач.

Применение трехмерного моделирования объектов подобного типа позволяет не только создавать модели конструкций по чертежам, формируя пространственное мышление, но и воплощать собственные идеи инженерной мысли с последующей реализацией.

Осуществлена 3D-печать основных элементов и объектов, которыми наполнен макет аккумуляторной зарядной станции, осуществлена покраска всех деталей в соответствующие цвета.

Печать трехмерных моделей позволяет реализовывать обучающимся свои идеи и проекты в жизнь.

Произведена покраска и склейка (сборка) элементов конструкций и установка на макет аккумуляторной зарядной станции (рисунок 3).



Рисунок 3 – Сборка и установка моделей на макет аккумуляторной зарядной станции

Каждый представленный этап сопровождался значительным комплексом выполняемых мероприятий, требующих всесторонней подготовленности, энтузиазма, творческого мышления, применения уже имеющихся теоретических знаний и практических умений и навыков в инженерном деле.

Данный макет предназначен для моделирования действий технических подразделений по организации эксплуатации автомобильной и специальной техники, а также технического обслуживания и ремонта аккумуляторных батарей, макет внедрен в учебный процесс и широко используется на военно-транспортном факультете на практических, групповых занятиях при изучении учебных дисциплин:

- «Организация производства и техническое обслуживание»;
- «Эксплуатация военной автомобильной техники»;
- «Техническое обслуживание автотранспортных средств»;
- «Техническая подготовка и вождение машин».

С использованием макета аккумуляторной зарядной станции в учебном процессе активизировалась работа курсантов и студентов по вопросам организации эксплуатации и технического обслуживания .

Таким образом, обучающиеся под руководством преподавателей имеют возможность моделировать заданную обстановку и действие рабочих, выполняющих задачи при возникновении чрезвычайных ситуаций на производстве.

Подобные макеты целесообразно использовать в ходе проведения занятий по отработке порядка плана эвакуации в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, при обучении порядка выполнения работ в аккумуляторных зарядных станциях, а также для оптимизации рабочего времени.

Список литературы

1 3D-моделирование как средство воспитания будущих инженеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://edugalaxy.intel.ru/?showtopic=6316>. – Дата доступа : 01.12.2024.

Секция IV

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

УДК 355.237

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОЕННЫХ КАДРОВ

В. А. АЛБУЛ

Белорусская государственная академия связи, г. Минск

Требования к уровню подготовки обучающихся диктуют необходимость повышения качества образовательного процесса. Обучение в условиях цифровизации общества осуществляется с использованием дистанционных образовательных технологий. Одним из направлений реализации дистанционных образовательных технологий является создание и использование в учреждениях образования Платформы удаленного обучения [1]. Использование Платформы удаленного обучения в образовательном процессе оказывает существенное влияние на качество подготовки обучаемых.

Структура Платформы удаленного обучения позволяет разместить учебные материалы занятий (текстовые и презентационные материалы лекций, групповых и практических занятий, обучающие видеоматериалы и справочный материал) в соответствии с учебными программами по дисциплинам подготовки и осуществить контроль успеваемости по результатам выполнения обучаемыми тестов.

Тесты контроля успеваемости обучаемых по занятиям, темам, дисциплинам позволяет охватить весь личный состав, включая тех обучаемых, которые отсутствовали на занятиях. Учет результатов теста содержит следующую информацию:

- имена и фамилии обучаемых, выполнивших тесты по вопросам занятия, темам;
- даты и время выполнения теста;
- время, количество выполненных тестов, время, затраченное на их выполнение;
- результат выполнения теста (оценка) по каждому вопросу, оценка за тест в целом.

Анализ результатов выполнения тестов обучаемыми позволяет определить:

- кто из обучаемых не прошел тест;
- с какими результатами обучаемые прошли тест;
- определить обучаемых, слабо усвоивших учебный материал занятий по учебным дисциплинам;
- вопросы учебного занятия, вызвавшие наибольшие затруднения у обучающихся.

Указанные выше позиции обобщаются в таблице результатов выполнения теста обучающимися (рисунок 1), что позволяет определить отстающих по вопросам занятия, занятиям, темам, дисциплине для проведения индивидуальной работы или работы с группой.

Состояние	Тест	Завершено	Затраченное	Оценка	В. 1	В. 2	В. 3	В. 4	В. 5	В. 6	В. 7	В. 8	В. 9
Завершено	20 Апрель 2022 13:06	24 Апрель 2022 16:57	4 дн. 3 час.	10,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00
Завершено	20 Апрель 2022 14:00	20 Апрель 2022 14:05	4 мин. 53 сек.	7,00	✓ 1,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00
Завершено	21 Апрель 2022 20:41	21 Апрель 2022 20:51	9 мин. 50 сек.	10,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00
Завершено	21 Апрель 2022 20:52	23 Апрель 2022 19:43	3 дн. 22 час.	10,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00	✓ 1,00

Рисунок 1 – Таблица результатов выполнения теста

Диаграмма распределения оценок по диапазонам (рисунок 2) позволяет наглядно отследить успеваемость обучающихся по темам, дисциплинам.

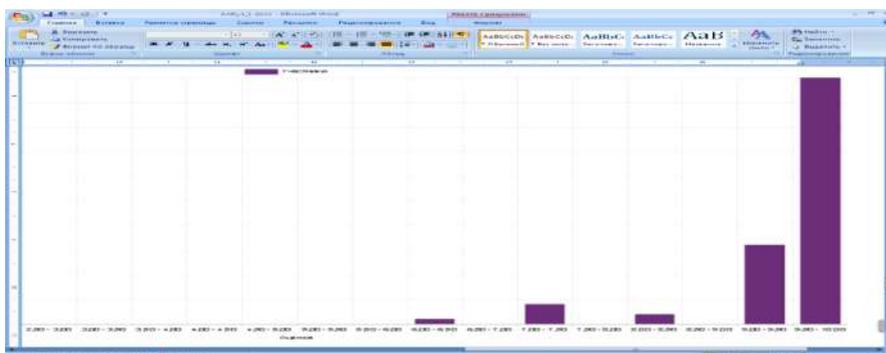


Рисунок 2 – Диаграмма распределения оценок по диапазонам

Сводная ведомость учета результатов выполнения тестов импортируется в Excel документ (рисунок 3), позволяющий использовать результаты для дальнейшего анализа успеваемости по дисциплинам.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
	1	Фамилия	Имя	Адрес	Состояние	Тест на	Заверше	Затраче	Оценки	В. 1 /1,0	В. 2 /1,0	В. 3 /1,0	В. 4 /1,0	В. 5 /1,0	В. 6 /1,0	В. 7 /1,0	В. 8 /1,0
66	Веремчук	Сергей	гo111-2@f	Заверше	1	Ноябрь	9 мин. 55	8,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00
72	Жидков	Петр	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	3 мин. 40	8,33	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00
73	Жук	Дмитрий	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	3 мин. 3	9,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00
77	Крупков	Александр	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	2 мин. 35	6,33	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00
78	Добуш	Олег	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	4 мин. 17	9,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00
79	Малун	Александр	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	2 мин. 29	8,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,33	1,00	1,00	1,00
80	Мелников	Антон	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	4 мин. 13	9,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00
81	Добуш	Манар	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	3 мин. 40	10,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
82	Евдуров	Сергей	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	5 мин. 54	9,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
83	Приник	Петр	гo111-2@f	Заверше	2	Ноябрь	1 мин. 47	9,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00

Рисунок 3 – Сводная ведомость учета результатов выполнения тестов

Материалы, размещенные на Платформе удаленного обучения, в рамках самообучения обучаемого позволяют:

- в случае пропуска занятия дополнить конспекты материалом по теме пропущенного занятия;
- изучить учебный материал занятия;
- изучить пояснения к вопросам занятий;
- ознакомиться с порядком выполнения практических действий и осуществить их отработку на тренажере электронного учебно-методического комплекса;
- выполнить самоконтроль усвоения учебного материала и выявить вопросы, занятия или темы, на которые необходимо уделить больше внимания, осознать необходимость явки на консультацию для более глубокого изучения учебных вопросов.

Статистический материал по работе обучаемых на Платформе удаленного обучения позволяет преподавателю осуществлять контроль усвоения учебного материала по результатам выполнения тестов в интересах последующего регулирования хода учебного занятия и реализации взаимосвязи принципов обучения и воспитания, провести анализ и выявить:

- обучаемых, не уделяющих необходимого внимания дисциплине во время самостоятельной подготовки, для выполнения последующей корректировки их активности;
- обучающихся, которые испытывают затруднения при изучении того или иного вопроса занятия или темы дисциплины, для учета их особенностей (работоспособность, уровень подготовленности к освоению учебного материала) в ходе индивидуальной работы с обучаемыми (консультации);

– вопросы, занятия или темы дисциплины, которые вызывают наибольшие затруднения у обучаемых при изучении для коррекции содержания занятия в зависимости от особенностей учебной группы и использования результатов в ходе групповых консультаций.

Использование возможностей Платформы удаленного обучения в образовательном процессе для подготовки обучаемых обеспечивает активизацию деятельности в изучении предметов и позволяет повысить эффективность обучения, самообучения и уровень подготовки обучающихся, что улучшает качество образовательного процесса.

Список литературы

1 Образовательный портал Белорусской государственной академии связи [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https:// bsac.by](https://bsac.by). – Дата доступа : 13.05.2024.

УДК 355.233.231

УЧАСТИЕ В РАБОТЕ С НАСЕЛЕНИЕМ КАК ФАКТОР ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н. М. ЗВЁЗДКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Воспитательная работа является неотъемлемой частью системы идеологической работы в Вооруженных Силах Республики Беларусь. О значимости воспитательной работы с личным составом свидетельствуют положения общевоинских уставов, определяющие персональную ответственность всех командиров и начальников за воспитание, морально-психологическое состояние и воинскую дисциплину вверенного личного состава. При этом наряду с мероприятиями, направленными на патриотическое воспитание военнослужащих, большое внимание уделяется взаимодействию с населением. Работа по патриотическому воспитанию населения страны в Вооруженных Силах осуществляется в соответствии с Программой патриотического воспитания населения Республики Беларусь [1] в рамках системы идеологической работы в Вооруженных Силах и транспортных войсках. Данная работа способствует формированию у военнослужащих и населения гордости за собственную страну, ее историю, культуру и достижения в различных сферах, готовности к защите независимости Отечества.

Среди традиционно сложившихся и подтвердивших свою эффективность форм работы в области патриотического воспитания населения можно выделить: шефство воинских частей, подразделений Вооруженных Сил

Республики Беларусь, других войск и воинских формирований над учреждениями образования; проведение торжественных мероприятий, посвященных государственным праздникам, памятным датам, патриотических проектов, акций; проведение спортивно-патриотических мероприятий с участием широкого круга обучающихся; организация оборонно-спортивных лагерей для школьников; деятельность военно-патриотических клубов и т. д.

Значительная часть из вышеприведенных видов деятельности осуществляется военными факультетами в учреждениях высшего образования. В качестве примера можно рассмотреть опыт военно-транспортного факультета в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта» (далее – факультет), накопленный в области военно-патриотического воспитания молодежи Гомельщины.

За факультетом закреплено семь центров допризывной подготовки, а также ряд учреждений общего среднего образования. Также факультетом заключены договоры о взаимодействии по вопросам военно-профессиональной ориентации с кадетскими училищами во всех областях страны. Работа с центрами допризывной подготовки проводится офицерами и курсантами факультета еженедельно. Тематика занятий разнообразна и включает такие направления, как «Современный общевойсковой бой», «Стрелковое оружие», «Общее устройство АК-74», «История и современность белорусской армии», «Современная военно-политическая обстановка в мире», «Военная политика Республики Беларусь», «Законы Республики Беларусь «О воинской обязанности и воинской службе», «Вооруженные Силы Республики Беларусь. Состав и структура» и т. д. По итогам 2023 года офицерами и курсантами факультета было проведено более 300 социально значимых мероприятий различной направленности – от военно-профессиональной ориентации до уроков мужества и занятий по дисциплинам военного профиля со школьниками.

В процессе организации воспитательной работы со школьниками широко применяется педагогический метод «равный – равному», когда курсанты факультета встречаются со старшеклассниками, чтобы на своем примере рассказать им про особенности выбранной профессии, специфику обучения в военном учебном заведении.

Важным направлением работы является проведение дней открытых дверей, в рамках которых все желающие могут ознакомиться с жизнедеятельностью факультета (учебный процесс, материально-техническая база, досуг курсантов и т. д.). Такие встречи, как правило, проводятся на факультете не реже трех раз в год. Информация о предстоящих мероприятиях регулярно доводится до территориальных отделов образования взаимодействующих учреждений образования, а также выкладывается на сайте университета и на телеграм-канале факультета. Представители факультета постоянно принимают участие в общественных мероприятиях города и области. Напри-

мер, развертывают тематические профориентационные площадки в рамках областного Дня открытых дверей Вооруженных Сил и других силовых ведомств «Служу Отечеству!» [2].

На базе факультета создана внештатная рота почетного караула Гомельского гарнизона, которая регулярно участвует в общественно значимых мероприятиях региона. Плац-концерты, торжественные и памятные мероприятия, а также иные формы участия военнослужащих в общественной жизни являются мощным фактором военно-патриотического воспитания населения. Важно отметить, что в 2022 году в учреждениях образования страны был введен ритуал вноса-выноса Государственного флага Республики Беларусь перед началом каждой учебной четверти. В данной связи факультет выступил с инициативой оказать методическую помощь в подготовке знаменных групп учреждений образования области и успешно справился с этой задачей.

Факультет не останавливается на уже зарекомендовавших себя формах военно-патриотической работы и осваивает новые направления деятельности. Так, в 2023 году на факультете был разработан и внедрен комплекс военно-патриотического воспитания и начальной военной подготовки, предназначенный для формирования патриотических ценностей и выработки военно-прикладных навыков среди обучающихся различных возрастных групп. Уникальность проекта заключается в широком диапазоне предлагаемых игровых форм работы, позволяющих вовлечь детей и молодежь, начиная с воспитанников дошкольных учреждений образования и вплоть до выпускников учреждений высшего образования [3]. Проводимая силами факультета воспитательная работа носит системный характер и способствует формированию гражданской ответственности и патриотизма среди населения Гомельщины. Если для гражданского населения участие в мероприятиях военно-патриотической направленности – это прежде всего моральная и физическая подготовка к исполнению воинской обязанности, то для военнослужащего – это возможность передать свои знания, убеждения и навыки другим гражданам. Оба этих процесса взаимообогащают друг друга и подчеркивают единство и неразрывную связь армии и народа. Таким образом, работа с населением является важным условием патриотического воспитания самих военнослужащих, принимающих участие в данной деятельности.

Список литературы

1 О Программе патриотического воспитания населения Республики Беларусь на 2022–2025 годы [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100773&p1=1&p5=0&ysclid=1612io42gr664160588/>. – Дата доступа : 02.05.2024.

2 В Гомеле проходит День открытых дверей «Служу Отечеству!» [Электронный ресурс] // Sb.by. Беларусь сегодня. – Режим доступа : <https://www.sb.by/articles/v-gomele-prokhodit-den-otkrytykh-dverei-sluzhu-oteche-stvu.html>. – Дата доступа : 03.05.2024.

3 Научит молодежь держать оружие, защищать свою страну – Бартош о военно-прикладной игре «Прорыв» [Электронный ресурс] // sb.by. Беларусь сегодня. – Режим доступа : <https://www.sb.by/articles/nauchit-molodezh-derzhat-oruzhie-zashchishchat-svoju-stranu-bartosh-o-voenno-prikladnoy-igreproryv.html>. – Дата доступа : 03.05.2024.

УДК 355.233/.235

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОЕННЫХ ИНЖЕНЕРОВ

П. А. КАЦУБО, В. В. ПЕТРУСЕВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Использование современных технологий в образовательном процессе является неперенным условием вузовского образования на современном этапе. Использование в учебном процессе современных компьютерных средств, создание и внедрение современных обучающих технологий, электронных программ различного назначения, современных электронных тренажеров позволяет не только сократить сроки обучения, но и повысить его качество при одновременной экономии материальных средств и времени, что является определяющим при подготовке будущих специалистов для Вооруженных Сил на военных факультетах гражданских высших учебных заведений. Внедрение современных электронных средств в процесс обучения является обязательным требованием при подготовке младших командиров, офицеров запаса и курсантов на военно-транспортном факультете в учреждении образования «Белорусский государственный университет транспорта». Опытно-экспериментальная работа, проводимая на военно-транспортном факультете, направлена на последовательное формирование элементов профессиональной культуры будущего специалиста в процессе лекционно-практических занятий, организации самостоятельной и исследовательской работы.

Значительными возможностями в формировании профессионализма командира обладают практические занятия, а особенно проведение научно-исследовательских работ при технической рекогносцировке планируемых мест строительства дорог, мостов и гатей в зонах пограничного контроля. Рекогносцировка осуществлялась в четыре этапа. На первом этапе проведения наземная рекогносцировка болотистой местности, в ходе которой выбран оптимальный маршрут движения и предложено несколько конструктивных решений строительства гатей. Протяженность маршрута составила более 20 км.

Будущая дорога позволит сократить плечо подвоза в 10 раз, что обеспечит оптимальную маневренность и эффективность специальных подразделений (рисунок 1).



Рисунок 1 – Наземная рекогносцировка болотистой местности

На втором этапе проводились инженерно-строительные изыскания мостовых конструкций, которые включали в себя измерение прогиба пролетного строения в максимально опасном участке от действующих нагрузок, контроль качества конструктивных металлических элементов мостов и лакокрасочного покрытия (рисунок 2).

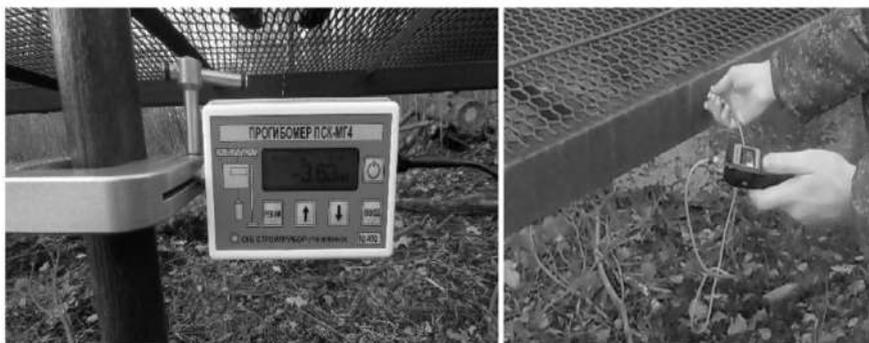


Рисунок 2 – Инженерно-строительные изыскания

В ходе третьего этапа выбрано место мостового перехода через судоходную реку, определен характер пойм и берегов, степень размываемости русла и изменения конфигурации главного русла, изучен режим реки. Особенности, усложняющими проектирование, являются высокая скорость течения, извилистое русло реки, которая протекает в широкой заболоченной пойме (рисунок 3).



Рисунок 3 – Изыскания мест строительства мостового перехода

В ходе подведения итогов с представителями Государственного пограничного комитета намечены направления сотрудничества в научной деятельности по выработке конструктивных решений проектирования и строительства искусственных сооружений. Запланированы технические задачи на 2022 год. Одним из важных направлений формирования военного специалиста является применение разнообразных форм самостоятельной работы. К ним относятся анализ передового военного опыта, конспектирование, реферирование, аннотирование литературы, составление терминологического словаря, проведение мини-исследования и др.

Таким образом, практические научные экспедиции способствуют апробации передовых технологий обучения с использованием современных средств инженерно-строительных изысканий, которые в дальнейшем совершенствуют профессионализм военного педагога. Полученный преподавателями опыт передается курсантам на практических занятиях по военно-специальным дисциплинам. Приобретенные умения и навыки курсанты применяют при прохождении специальных и войсковых практик и стажировок на реальных объектах выполнения учебно-практических задач государственного значения, что, в свою очередь, динамично влияет на профессиональную подготовку будущих офицеров.

Список литературы

1 **Доломанюк, Р. Ю.** Подготовка младшего командира с использованием 3D-моделей и современных визуализационных программ / Р. Ю. Доломанюк, В. В. Петрусевич // Инновационные технологии в педагогике высшей школы : материалы VI Междунар. межвуз. науч.-метод. конф. (25 декабря 2019 г.). – СПб : ВИ (ЖДВ и ВОСО), 2020. – 234 с.

2 **Доломанюк, Р. Ю.** Дистанционное обучение как практикоориентированная составляющая для повышения подготовки будущих инженеров-строителей / Р. Ю. Доломанюк // Научно-методическое обеспечение образовательного процесса подготов-

ки военных специалистов : материалы заочной Межвуз. науч.-метод. конф. (Минск, 29 октября 2021 г.) / редкол.: Ю. Е. Кулешов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2021. – 65 с.

3 **Доломанюк, Р. Ю.** Обзор VR-технологий, применяемых высшими учреждениями образования при обучении / Р. Ю. Доломанюк, П. А. Кацубо, Я. В. Шутов // Пути совершенствования подготовки курсантов и студентов военных факультетов в учреждении высшего образования : материалы Междунар. науч.-метод. конф. / под общ. ред. А. А. Поддубного ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 165 с.

4 **Доломанюк, Р. Ю.** Практика научного поиска в виртуальном пространстве / Р. Ю. Доломанюк // Качество образовательного процесса: проблемы и пути развития = Quality of the educational process: challenges and ways of development : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 30 апреля 2021 г.) / редкол.: Ю. Е. Кулешов [и др.]. – Минск : БГУИР, 2021. – 196 с.

УДК 355.233:378.147.88

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРАКТИКА КАК ЭЛЕМЕНТ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Д. Д. КОВАЛЬЧУК, П. С. НАБОК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Производственная практика для курсантов играет ключевую роль в их подготовке к будущей службе. Она обеспечивает интеграцию теоретических знаний с практическими навыками, необходимыми для выполнения задач в условиях реальной боевой и служебной деятельности. В данном докладе мы рассмотрим значение производственной практики, её цели, задачи, формы организации и влияние на профессиональное развитие курсантов.

Значение производственной практики:

– производственная практика является важным этапом в обучении курсантов военных факультетов;

– курсанты имеют возможность применить изученные на лекциях и семинарах теоретические концепции в реальных условиях;

– практика позволяет курсантам осваивать специфические навыки, такие как управление техникой, тактическое планирование и взаимодействие в боевых условиях;

– адаптация к реальным условиям – курсанты учатся работать в условиях стресса и неопределенности, что является важным аспектом военной службы.

Основные цели производственной практики:

- практика помогает развить навыки, необходимые для выполнения служебных обязанностей;
- курсантам предоставляется возможность изучить современные технологии и методы, используемые в вооруженных силах;
- практика способствует формированию таких качеств, как ответственность, умение принимать решения и работать в команде.

Задачи производственной практики могут включать:

- участие в учениях и тренировках, где курсанты могут применять свои знания на практике;
- выполнение конкретных задач под руководством опытных офицеров;
- проведение анализа результатов своей работы и участие в обсуждении.

Формы организации производственной практики:

- полевые учения (курсанты участвуют в учениях, где отрабатываются тактические действия и взаимодействие различных подразделений);
- стажировки в подразделениях (курсантам предоставляется возможность работать в различных военных частях, где они могут ознакомиться с повседневной деятельностью);
- курсы повышения квалификации (специальные курсы, направленные на освоение новых технологий и методов ведения боевых действий).

Производственная практика имеет значительное влияние на карьерное развитие курсантов:

- создание профессиональных связей (во время практики курсанты могут завести полезные знакомства, которые могут пригодиться в будущем);
- подготовка к службе (опыт, полученный во время практики, помогает курсантам быстрее адаптироваться к условиям службы и выполнять свои обязанности более эффективно);
- повышение конкурентоспособности (наличие практического опыта значительно увеличивает шансы на успешное продвижение по службе).

Подводя итог, стоит отметить, что производственная практика является важным элементом практикоориентированного обучения курсантов. Она способствует углублению знаний, развитию практических навыков и формированию необходимых качеств для успешной службы. Эффективная организация производственной практики требует тесного сотрудничества между учебными заведениями и военными структурами, что позволит создать условия для полноценной подготовки будущих офицеров.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МИН В ЛОКАЛЬНЫХ ВОЕННЫХ ОПЕРАЦИЯХ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

А. Н. ПОЖАРИЦКИЙ, Н. А. ВЕРГЕЙ, А. П. СЕЛЕДЦОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В ходе специальной военной операции стараниями ВСУ и иностранных наемников Украина превратилась в большое минное поле. Опасность для мирного населения представляют не только противотанковые и противопехотные мины, многие из которых запрещены международными конвенциями. К примеру, на Луганской ТЭС подрывники ВСУ оставили массу минных ловушек с использованием противопехотной ОЗМ-72, которую в армии называют «лягушка» – при срабатывании она выпрыгивает на метр и сразу же взрывается. 2400 стальных шариков начинки не оставляют никаких шансов пехотинцу. Даже если бронезилет выдержит, то ударная волна собьет с ног, поломает ребра и повредит внутренние органы.

Кроме противопехотных мин саперам пришлось обезвреживать противодесантные мины типа ПДМ-1. Мины весом в 60 килограммов ставились в море на расстоянии 20–40 метров от берега и глубине до двух метров.

Особую опасность представляют противопехотные фугасные мины нажимного действия ПФМ-1 – так называемые «лепестки», которые были запрещены Оттавской конвенцией как антигуманное оружие. Для их уничтожения международные организации даже заплатили Украине миллионы долларов, но чиновники украли деньги, а минами ПФМ-1 теперь засыпают мирные города Донбасса, Таврии и Харьковской области.

Из-за малого размера и особенностей конструкции обнаружить «лепесток» довольно сложно. Мина сделана из поливинилхлорида с механическим взрывателем. Весит всего лишь 80 граммов и содержит порядка 40 граммов взрывчатки. «Лепестки» устанавливаются с помощью механических средств минирования, вертолетов и систем залпового огня. В одной касете от 64 до 72 «лепестков». Радиус поражения при разбрасывании получается в форме эллипса шириной 4–5 метров и длиной около 80 метров.

В ряде мелких населенных пунктов было обнаружено большое количество немецких дистанционных магнитных мин AT2. Они установлены на грунтовых дорогах. Данные мины устанавливаются с помощью систем залпового огня *MARS-II*. Вес мины – 2,22 кг, диаметр – 103,5 мм, а высота – 160 мм. Боезаряда хватит для пробития стального листа в 140 мм.

Особенно опасен похожий на антенну тонкий провод, который является контактным взрывателем. Достаточно его зацепить, и смертельное устрой-

ство детонирует. Кроме того, мина оснащена взрывателем с магнитным воздействием.

Также были обнаружены американские противотанковые мины типа М70(73). Их детонатор реагирует на магнитное поле танка или бронемашин и инициирует взрыв. Каждый боеприпас несет 540 граммов взрывчатки. Дистанционное минирование осуществляется с помощью 155 мм гаубичных снарядов, каждый из которых может нести до девяти мин. Разминированию данные типы мин не подлежат и потому российские саперы уничтожают их на месте.

Были обнаружены французские мины *HPD F2*. Принцип работы мины *HPD F2* схож с американским аналогом М70(73). После установки в лунку и включения датчик цели начинает следить за изменением окружающего электромагнитного поля. При появлении металлического объекта выполняется подрыв. Если датчик цели зафиксировал, что над миной находится днище бронемашин, БЧ срабатывает как кумулятивная. При наезде гусеницей используется фугасный подрыв.

Подрыв выполняется в два этапа. В первую очередь срабатывает сбрасывающий пороховой заряд – он должен поднять маскирующий грунт и убрать его с пути кумулятивной струи. Только после этого подрывается основной заряд. Отсутствие помех позволяет ему показать максимальные характеристики. *HPD F2* способна пробить до 100 мм гомогенной брони. Этого достаточно для поражения днища практически любых современных танков. Также поражаются любые другие бронемашин, не имеющие специальной противоминной защиты.

Список литературы

1 Использование противотанковых мин на Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://topwar.ru/200396-ukraina-poluchila-i-primenjaet-protivotankovye-miny-hpd-f2.html>. – Дата доступа : 05.05.2024.

2 Применение мин на Донбасе [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://rg.ru/2023/02/01/adskie-mashiny-kakie-miny-i-lovushki-s-fugasami-primeniatiu-vsu-na-donbasse.html>. – Дата доступа : 05.05.2024.

УДК 355.40

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИЛ, СРЕДСТВ И СИСТЕМ РАЗВЕДОК ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ

В. В. ТОМАШОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В данной статье рассматриваются средства разведки вооруженных сил США и стран НАТО, которые применяются для оперативного вскрытия железнодорожных объектов.

В локальных вооруженных конфликтах XXI века активно внедряется во все виды деятельности вооруженных сил США и стран НАТО спутниковая радионавигационная система для высокоточного навигационно-временного обеспечения в глобальном масштабе (РНС НАВСТАР) для решения задач по определению координат вновь выявленных целей, выхода в точку применения бортового оружия по цели с известными координатами, а также самонаведения на цель высокоточного оружия.

Наряду с космическими средствами разведки для вскрытия железнодорожных объектов могут использоваться самолеты-разведчики стратегической и тактической авиации.

Тактическая авиация по-прежнему является наиболее оперативным видом сбора информации на глубину до 1000–1200 км от линии фронта. При большей глубине задачи разведки будут решаться космической и воздушной стратегической разведкой.

Основным тактическим разведчиком ВВС США и других стран НАТО является американский самолет *SF-4C*, обеспечивающий передачу данных в реальном масштабе времени. Кроме того, в оперативной глубине разведки коммуникаций могут использоваться системы воздушной оперативной разведки и управления «Джистарс» и «АВАКС». Ключевым элементом «Джистарс» является самолетная РЛС (самолет Е-8А) с максимальной дальностью 260–300 км. Видовая съемка дает изображение, близкое по разрешающей способности к фотографическому.

Аэрофотосъемка превосходит все другие виды воздушной разведки по достоверности, объему и качеству получаемой информации, поэтому в состав аппаратуры практически всех разведывательных комплексов входят АФА. В целях передачи разведывательных данных в реальном масштабе АФА фотопленками заменяются оптико-электронные камеры (ОЭК) с твердотельными датчиками изображения. Ряд таких систем позволяет вести разведку на больших дальностях в ночное время. Изображение цифрового ряда передается на наземные пункты по радиолинии на удалении до 900 км.

На станции с линейным сканированием дают возможность вести разведку как в светлое (даже при наличии задымления, слабого тумана и дождя), так и в темное время суток без подсветки местности. Результаты съемки фиксируются на фотопленке в виде тепловой карты местности. С помощью снимков можно обнаружить объекты, скрытые листвой деревьев или средствами маскировки, оценивать их состояние по степени нагрева и даже по оставленному на земле тепловому следу.

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) имеют, как правило, небольшой радиус действий (до 185 км), что исключает их применение для разведки железнодорожных объектов на большом удалении от линии фронта.

Благодаря наличию ярко выраженных демаскирующих признаков и высокой радиолокационной контрастности мосты и переправы обнаружи-

ваются с воздуха как визуально, так и с помощью РЛС. Днем большие мосты визуально видны с высоты 5000–8000 м, на наклонных дальностях 25–30 км, переправы 15–20 км. При выполнении воздушной фотографической разведки железнодорожные объекты вскрываются в полосе 70 км.

На разведку войск в районах сосредоточения, резервов, транспортных коммуникаций планируется выделять 10–15 % ресурса разведывательной авиации. Необходимая частота просмотра коммуникаций, железнодорожных узлов, станций, портов 2–3 раза в сутки.

Разведка коммуникаций не входит в перечень наиболее важных задач. Мостовые переходы и другие железнодорожные объекты будут, как правило, разведываться попутно, в ходе разведки районов расположения войск и их резервов, в том числе при передвижениях. Внеклассные и сложные большие мосты, крупные узлы будут разведываться специально выделенными силами.

Могут специально использоваться для разведки и поражения мостовых переходов силы специальных операций (ССО). Самые крупные из них находятся в США.

В соответствии со взглядами американских специалистов объекты возможного воздействия разведывательно-диверсионных формирований по степени их важности делятся на девять категорий. На седьмом месте стоят важные объекты тылового обеспечения, а на восьмом – объекты наземной и воздушной транспортной системы государства. В военное время для решения разведывательно-диверсионных задач от ССО сухопутных войск может быть выделено 460–560 разведывательно-диверсионных дозоров и 120–250 групп, действующих на глубине 75–3000 км. Каждому отряду в зависимости от его типа и состава могут назначаться 1–3 объекта, а группе один.

Основной объем разведывательной информации о транспортных объектах поступает от воздушной и космической разведки противника. Одним из основных показателей эффективности средств разведки является срок (цикл) обновления информации. Он складывается из затрат времени:

- на выход средства разведки на объект;
- обнаружение и опознавание объекта;
- передачу информации в центр обработки данных (ЦОД) и ее дешифрование;
- обработку, анализ и интерпретацию полученной информации каждого отдельно взятого средства разведки;
- комплексную обработку разведсведений, полученных с помощью нескольких средств разведки, привязку их к объектам по пространственным, временным и другим признакам, совместный анализ разнородных сведений и их логическую увязку;
- подготовку окончательной информации и передачу ее на пункты управления средствами поражения.

Таким образом, вероятность вскрытия в течение первых суток тыловых объектов, включая большие мосты, восстанавливаемые на обходе, в зависимости от объемов выполнения мероприятий маскировки очень велика, военный мост или переправа, другой железнодорожный объект могут быть обнаружены противником уже в ходе их строительства (восстановления). По обнаруженному объекту в ближайшие часы может быть нанесен удар, поэтому необходимо проработать комплекс специальных мероприятий по повышению живучести транспортных коммуникаций и объектов.

Список литературы

1 Авиационная группировка «Западных» для действий на Западном ВН [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.mod.mil.by. – Дата доступа : 15.05.2024.

2 **Потапов, Г.** В ногу со временем / Г. Потапов // Белорусская военная газета. Во славу Родины. – 2019. – № 9. – С. 1.

3 Беспилотные авиационные комплексы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.558arp.by/>. – Дата доступа : 15.05.2024.

УДК 355.233:37.041

ТЮТОРСТВО КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ

В. В. ЦЫБУЛЬКО

Военная академия Республики Беларусь, г. Минск

Значительно возросшая степень сложности вооружения и военной техники, развитие и изменение способов ведения вооруженной борьбы предъявляют повышенные требования к подготовке офицеров-выпускников. Важную роль в подготовке будущих офицеров играет организация самостоятельной подготовки в учебном заведении. Самостоятельная подготовка рассматривается педагогами как один из основных методов подготовки и обучения обучающихся. В связи с этим возникает необходимость применения современных инновационных образовательных технологий, которые позволили бы сместить акцент с принуждения курсантов к обучению на сознательное стремление к образованию. Одной из таких образовательных технологий в военном учебном заведении может стать тьюторское сопровождение как особый тип педагогической деятельности.

Тьютор (в переводе с английского *tutor*) означает «домашний учитель, наставник, опекун, репетитор». Тьюторство в современном образовании – это педагогическая позиция, связанная с такой организацией в системе об-

разования, которая исходит из познавательного интереса, склонностей обучающихся. Участвуя в образовательном процессе в новых современных условиях, тьютор одновременно является преподавателем, консультантом, организатором процесса обучения, фасилитатором, вдохновителем и проективщиком [1].

Тьютор в учебном заведении – это координатор динамики служебно-делового и научно-образовательного общения и сотрудничества между обучающимися и педагогами, он модератор острых образовательных ситуаций (пересдач, консультаций, дополнительных занятий). В системе «военное образование» идею тьюторства, как инновацию, достаточно несложно реализовать.

В военном образовании уже созданы соответствующие специфические педагогические условия, в военных учебных заведениях существует должность курсовой офицер. Функция курсового офицера заключается в том числе и в изучении психологических и поведенческих особенностей курсантов и в помощи им в освоении военной науки. Именно эти функции сегодня и призван осуществлять тьютор. На роль тьютора следует также рассматривать и курсантов старших курсов, которые так же способны выполнить функции, возлагаемые на тьютора. Конечно же, функции тьютора шире, чем функции, обозначенные в обязанностях курсового офицера или курсанта-стажера старшего курса, и, следовательно, должностное лицо, выполняющее задачи тьютора, должно обладать и более широкими знаниями.

Основным механизмом тьюторской деятельности в организации самостоятельной подготовки обучающихся является тьюторское сопровождение.

Тьюторское сопровождение – это вид педагогического сопровождения процесса индивидуализации в системе получения образования.

Выделяют три направления тьюторского сопровождения:

– первый, социальный – тьютор раскрывает образовательный потенциал окружающего социума, образовательного учреждения, событий при формировании и реализации обучающимися индивидуальных образовательных направлений;

– второй, антропологический – тьютор помогает овладеть технологиями развития личностных качеств, необходимых в ходе получения образования, создает условия для саморазвития и самовоспитания, а также для раскрытия потенциальных возможностей и способностей;

– третий, культурно-предметный – тьютор раскрывает образовательный потенциал учебных дисциплин, помогает осуществить выбор решений заданий по самостоятельной работе.

Для организации самостоятельной подготовки курсантов 1–2 курсов можно использовать индивидуальный и групповой, базовый и вспомога-

тельный тьюторинг. При этом включение курсантов в самостоятельную работу должно осуществляться поэтапно [2].

Первый этап призван способствовать положительной мотивации к самостоятельной работе по дисциплинам. Тьюторское сопровождение на этом этапе заключается в стимулировании и создании условий для самоопределения обучающихся по отношению к учебному материалу курса учебных дисциплин, во включении курсантов в процесс определения целей в обучении. На собственном примере курсанты-тьюторы, исходя из личного опыта, должны заинтересовать курсантов, пробудить в них интерес к самостоятельному углубленному изучению дисциплин.

Второй этап – формирование самостоятельных, личностных умений самостоятельной подготовки. Этап направлен на мобилизацию и активизацию внутренних резервов курсантов, на максимальное погружение их в работу с информацией, сознательное и целенаправленное извлечение и генерирование на ее основе субъективно новых знаний.

Третий этап в организации самостоятельной подготовки курсантов – совершенствование умений самостоятельной подготовки за счет овладения творческой рефлексивной деятельностью. Систематический «выход» курсантов в рефлексивную позицию позволяет выявить личностные изменения, проследить динамику личностного развития, существенно влияющего на развитие самообразовательной деятельности.

Выводы, насколько тьюторство повысит качество самостоятельной подготовки в высших военных учебных заведениях, делать, конечно, рано. Но опыт отдельных высших военных учебных заведений, в которых использовались старшекурсники в качестве тьюторов, обозначил ряд положительных моментов, таких как повышение интереса к изучению учебных дисциплин у тьюторизируемых, в какой-то степени снижение нагрузки на педагогов по проведению дополнительных консультаций по учебным дисциплинам, сами курсанты-тьюторы приобретая дополнительный опыт и знания начали активнее принимать участие в научных конференциях по проблемным вопросам в рамках изучаемых учебных дисциплин, улучшается внутренняя коммуникация в группах.

Список литературы

1 **Зарипова, Е. И.** Инновации в организации самостоятельной подготовки студентов экономического вуза : учеб.-метод. пособие / Е. И. Зарипова. – Омск : Омский институт (филиал) РГТЭУ, 2010. – 124 с.

2 **Соколова, О. В.** Педагогика. Инновационные подходы в организации самостоятельной подготовки курсантов [Электронный ресурс] / О. В. Соколова. – Режим доступа : https://bstudy.net/634421/pedagogika/innovatsionnye_podhody_organizatsii_samostoyatelnoy_podgotovki_kursantov. – Дата доступа : 02.05.2024.

ПОВЫШЕНИЕ ЖИВУЧЕСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ РАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ СРЕДСТВ

Д. В. ШАМКИН, Д. В. МАЛАШКОВ, Е. В. ПЕЧЕНЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время применение беспилотных летательных аппаратов в вооруженных конфликтах вышло на совершенно новый уровень. Потери личного состава от сбросов штатных и самодельных взрывных устройств с беспилотных летательных аппаратов возрастает. Для обнаружения личного состава как в дневное время в укрытии, так и в ночное время применяются БПЛА с тепловизорами. Данная методика позволяет обнаруживать личный состав в инфракрасном диапазоне и мгновенно поражать его сбросом боеприпасов. Таким образом, остро стал вопрос по маскировке личного состава в инфракрасном диапазоне с минимальными трудозатратами.

Одним из вариантов для повышения живучести личного состава в условиях ведения разведки противником с применением тепловизионных средств стало применение нескольких образцов защитных материалов. В ходе испытаний проверялись защитные свойства материалов в разных условиях.

На рисунке 1 представлен образец защитного материала.

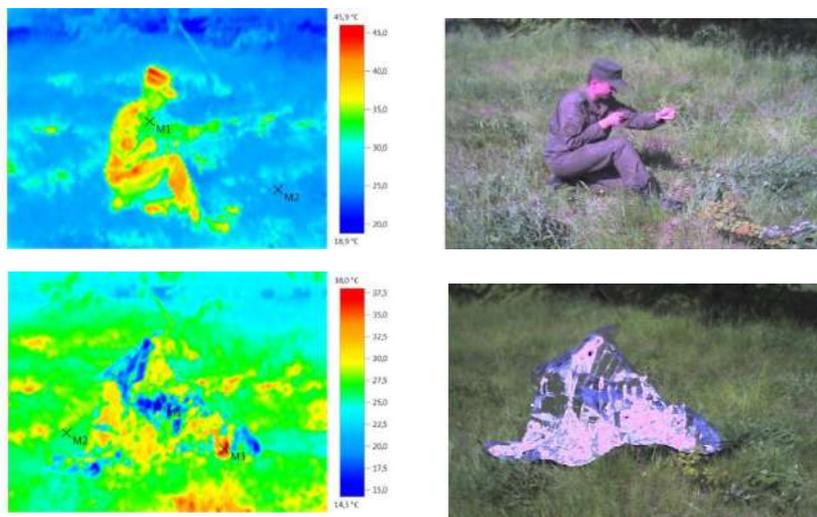


Рисунок 1 – Испытание комплекта маскировки

На рисунке 2 представлены испытания защитного материала от воздействия тепловизора, установленного на БЛА.

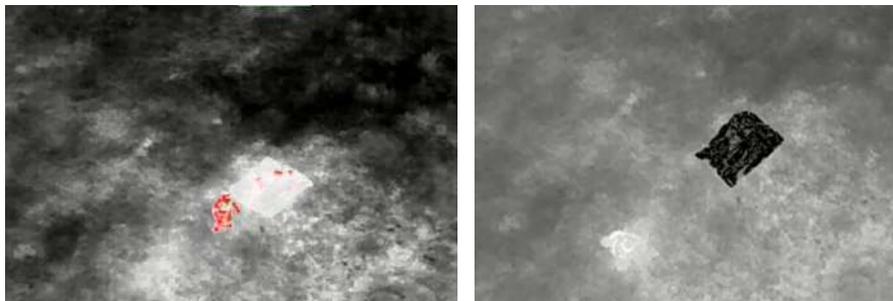


Рисунок 2 – Испытание комплекта маскировки с применением БЛА

Как видно из испытания, защитный комплект позволяет скрыть тепловое излучение личного состава, что повышает живучесть на поле боя.

Таким образом, при использовании данного или схожих по свойствам материалов каждым военнослужащим понижается шанс быть обнаруженным в тепловизионном диапазоне средствами разведки противника.

Список литературы

1 **Маргиев, П. В.** Инструменты противодействия тепловизионным системам / П. В. Маргиев, В. Ю. Баштовой // XII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 61-й годовщине полета Ю. А. Гагарина в космос : сб. науч. ст., Краснодар, 12–13 апреля 2022 года. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2022. – С. 200–206.

2 **Петровская, М. Р.** Состояние и перспективы развития средств защиты от БПЛА / М. Р. Петровская, А. В. Лысов // Защита информации. Инсайд. – 2020. – № 3 (93). – С. 78–81.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

<i>Бобрицкий С. М.</i> Роль и место военно-транспортного факультета в области строительства и восстановления искусственных сооружений.....	4
<i>Быстров К. А.</i> Строительство и восстановление искусственных сооружений железнодорожными войсками ВС РФ на современном этапе.....	10
<i>Богданов Д. Ю.</i> Структурно-функциональная модель системы дорожно-комендантского обеспечения войск оперативного объединения. Показатели и критерии оценки эффективности этой системы	27
<i>Бочкарев Д. И., Петрусевич В. В.</i> Комплексный подход к оценке влияния профилактической обработки составом ПРОТЕКТ-01 на асфальтобетонное покрытие автомобильных дорог	32

СЕКЦИЯ I. ВОЕННАЯ ЛОГИСТИКА. ПРОВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОПАГАНДИСТСКОЙ И ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ

<i>Асютин С. С., Богданов Д. Ю., Акулич И. В.</i> Возможные направления повышения эффективности системы дорожно-комендантского обеспечения войск (сил) в боевых действиях (операции) с использованием структурно-функционального моделирования	37
<i>Кирик С. В.</i> Многооборотные средства крепления техники на открытом подвижном составе	39
<i>Левтринский В. В., Киселева С. В., Шевчук В. Г.</i> Евро-Азиатская интермодальная транспортная система	42
<i>Пузанов Р. О.</i> Современные средства крепления гусеничной техники для перевозки в составе воинских эшелонов и транспортов	45
<i>Рабус О. В.</i> Военная логистика	48
<i>Степук В. П.</i> Существующий порядок планирования подвоза материальных средств войскам. Проблемные вопросы и пути их решения	50
<i>Тимашиков С. Н.</i> Анализ методики расчета погрузочно-выгрузочной способности грузового места на железнодорожной станции при организации воинских перевозок	52
<i>Трубкин А. Д., Генчиков Н. Г.</i> Улучшение условий несения службы караулов по сопровождению воинских грузов при перевозке железнодорожным транспортом	57
<i>Шутов Я. В., Кацубо П. А.</i> Перспективы внедрения средств фото- и видеオフィксации в систему диспетчерского контроля на участках (объектах) транспортной инфраструктуры	59

СЕКЦИЯ II. СТРОИТЕЛЬСТВО, ВОССТАНОВЛЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИКРЫТИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

<i>Бобрицкий С. М., Томашов В. В., Кацубо П. А., Печенев Е. В.</i> Методы повышения живучести в системе восстановления мостовых переходов	65
<i>Бобрицкий С. М., Кацубо П. А., Печенев Е. В.</i> Опыт проведения натурных испытаний малогабаритных мостов в полевых условиях	68

<i>Бреус Р. А., Бабошин В. А., Бокк И. В.</i> Разработка методики проведения технической разведки с применением БЛА	71
<i>Бреус Р. А.</i> Современные взгляды и основные требования к работам переправ	74
<i>Вербицкий П. С.</i> Применение шумоизоляционных материалов с улучшенными свойствами	78
<i>Василец В. Г., Верещако Д. В.</i> Характеристика железных дорог Литвы, Латвии и Эстонии	81
<i>Васильев А. А.</i> Бобруйская крепость – твердыня на Березине	83
<i>Васильев А. А., Азеева К. Э., Кабышева Ю. К., Доля В. А.</i> Определение расчетного содержания цемента для бетона класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$	90
<i>Дашкун В. В., Станкевич А. И.</i> Современные материалы для изготовления рельс и шпал	93
<i>Кабышева Ю. К., Ткачева М. И., Васильев А. А.</i> Статистическая проверка зависимости начальной карбонизации по сечению ($I-KC_0$) бетона класса по прочности на сжатие $C^{20}/_{25}$	94
<i>Ковтун П. В., Никитенко М. Ю.</i> Метод восстановления подземных коммуникаций	98
<i>Ковтун П. В., Никитенко М. Ю.</i> Особенности восстановления объектов путейевой инфраструктуры в стеснённых условиях	99
<i>Котлобай И. И., Добрян Р. В.</i> Характеристика железных дорог Польши	101
<i>Леоненко Д. В.</i> Композитные конструкции в обеспечении безопасности и надёжности	102
<i>Ляпоров Д. В., Бобрицкий С. М., Томашов В. В., Кацубо П. А.</i> Повышение живучести мостовых переходов в условиях активного воздействия противника современными средствами поражения	104
<i>Малашиков Д. В., Неверов А. С.</i> Способы повышения водостойкости гипсовых вяжущих	107
<i>Марциновский А. А., Головач И. Д.</i> Характеристика железных дорог Китая	110
<i>Петрусевич В. В., Жук В. В., Облупин Л. Н.</i> Современные средства борьбы с БПЛА	115
<i>Петрусевич В. В., Лыгановский Д. В., Довнар Н. М.</i> Анализ и характеристика разрушений земляного полотна в ходе специальной военной операции Российской Федерации на Украине	117
<i>Петрусевич В. В., Шалашень Д. М., Мартиновский А. А.</i> Анализ и характеристика разрушений верхнего строения пути в ходе специальной военной операции Российской Федерации на Украине	119
<i>Поддубный А. А., Гордон В. А.</i> Математическая модель динамической реакции полностью погруженной сваи как конструктивно нелинейной системы	121
<i>Поддубный А. А., Демидович И. С.</i> Варианты закрепления наплавных быстровозводимых мостов на участке их возведения при помощи гибких стержневых элементов	124
<i>Поддубный А. А., Печенев Е. В.</i> Расчёт несущей способности с применением программного комплекса	127

<i>Шалковковский А. В., Кириллов И. Д., Шукуров Д. М.</i> Анализ зарубежных БПЛА для возможности реализации технической разведки разрушений на железной дороге	131
<i>Шамкин Д. В.</i> Применение сборно-разборных наплавных мостов	134

**СЕКЦИЯ III. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ВОССТАНОВЛЕНИИ
ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

<i>Беляков В. С., Железо Я. А.</i> Современная военно-специальная техника для строительства и восстановления искусственных сооружений	137
<i>Бобрицкий С. М., Томашов В. В., Кацубо П. А., Печенев Е. В.</i> Выполнение имитационных действий в ходе восстановления мостовых переходов	140
<i>Демидович И. С., Шитилев А. С.</i> Многофункциональное зарядное устройство на солнечных панелях для зарядки автономных устройств и приборов	144
<i>Дробышевский К. В., Чернышов О. В.</i> Мероприятия по снижению боевых потерь военной автомобильной техники в условиях современных военных конфликтов	148
<i>Ефимчик К. В., Кудина Е. Ф.</i> Применение современных систем инженерного анализа для моделирования изделий из композиционных материалов	150
<i>Томашов В. В., Петрусевич В. В.</i> Анализ возможностей нейросетевой системы управления дорожно-строительными машинами	156
<i>Томашов В. В., Змиевский В. В., Амбражевич Д. П.</i> Анализ и подбор оптимального решения стационарной аккумуляторной зарядной станции с использованием современных инновационных технологий	160

**СЕКЦИЯ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ:
ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ**

<i>Албул В. А.</i> Перспективные технологии подготовки военных кадров	164
<i>Звёздкин Н. М.</i> Участие в работе с населением как фактор гражданско-патриотического воспитания курсантов военных учебных заведений Республики Беларусь	167
<i>Кацубо П. А., Петрусевич В. В.</i> Использование научных экспедиций при подготовке военных инженеров	170
<i>Ковальчук Д. Д., Набок П. С.</i> Производственная практика как элемент практико-ориентированного обучения	173
<i>Пожарицкий А. Н., Вергей Н. А., Селедцов А. П.</i> Анализ применения мин в локальных военных операциях для разрушения искусственных сооружений ...	175
<i>Томашов В. В.</i> Основные направления развития сил, средств и систем разведок иностранных государств	176
<i>Цыбулько В. В.</i> Тьюторство как возможность повышения качества самостоятельной подготовки курсантов	179
<i>Шамкин Д. В., Малашков Д. В., Печенев Е. В.</i> Повышение живучести личного состава в условиях ведения разведки противником с применением тепловизионных средств	182

Научно-практическое издание

**СТРОИТЕЛЬСТВО И ВОССТАНОВЛЕНИЕ
ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Материалы IX Международной научно-практической конференции

Издается в авторской редакции

Технический редактор В. Н. Кучерова
Корректор Т. Л. Федькова

Подписано в печать .08.2024 г. Формат бумаги 60x84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 18,6. Уч.-изд. л. 18,71. Тираж 40 экз.
Зак. № 2912. Изд. № 43

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель.

