

+ISSN 2227-1155

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**СБОРНИК  
СТУДЕНЧЕСКИХ  
НАУЧНЫХ РАБОТ**

**(Дополнение к выпуску 23)**

**Гомель 2018**

0

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

# СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

(Дополнение к выпуску 23)

Под общей редакцией *Ю. И. Кулаженко*

Гомель 2018

УДК 001.9-057.875

Изложены материалы, которые позволяют обобщить достигнутые результаты научно-исследовательских работ студентов Белорусского государственного университета транспорта, выполненные под руководством преподавателей в 2017/18 учебном году.

Статьи рекомендованы к опубликованию соответствующими секциями 63-й студенческой научной конференции.

Редакционная коллегия:

*Ю. И. Кулаженко* (отв. редактор),  
*А. А. Ерофеев* (зам. отв. редактора), *Д. В. Леоненко* (зам. отв. редактора),  
*И. Н. Козороз* (отв. секретарь)

УДК 625.17:004

*Ю. А. БОНДАРЕНКО, И. Г. МАРКЕВИЧ (СП-51)*

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

## **ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ПУТЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Проблема автоматизации путевого хозяйства является на сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития железнодорожной инфраструктуры, так как с развитием железнодорожного транспорта повышается информационный обмен между различными отраслями Белорусской железной дороги.

Основная задача железнодорожного транспорта – своевременное, качественное и полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, повышение экономической эффективности работы. Успешное решение поставленной перед транспортом задачи требует не только развития технической вооруженности в традиционных областях и направлениях, но и остро ставит вопрос о принципиальном совершенствовании всей системы управления отраслью.

В традиционной системе управления железнодорожным транспортом в целом и железнодорожной инфраструктуре в частности человек в основном занят сбором и обработкой информации, поэтому существующая система управления инерционна, строится на неполной информации, а качество принятия решений по управлению определяется во многом субъективными факторами и квалификацией лица, принимающего решения. Современные средства автоматизации позволяют намного повысить эффективность работы транспорта, однако вместе с тем повышаются и требования к специалистам.

Важнейшим объектом инфраструктуры, который обеспечивает безопасное и бесперебойное движение поездов с установленными скоростями и осевыми нагрузками, является железнодорожный путь, а содержание его в надлежащем состоянии – система его технического обслуживания и ремонтов. Эта система кроме выполнения работ по текущему содержанию и ремонтам пути предусматривает систему диагностики состояния железнодо-

рожного пути, устройств и сооружений, систему неразрушающего контроля рельсов, система планирования путевых работ, в том числе и с применением путевых машин в «окна» и т. п. Все эти системы, их подсистемы и взаимосвязи между ними составляют отрасль железнодорожного транспорта – путевое хозяйство, а ее производственная деятельность регламентируется системой ведения путевого хозяйства.

Таким образом, система ведения путевого хозяйства – это совокупность взаимосвязанных средств и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества пути на стадии эксплуатации, а также документации определяющей: организационную структуру управления хозяйством; распределение функций и задач организационной структуры управления между различными уровнями управления и подразделениями; методы решения управленческих задач; классификацию железнодорожных путей; классификацию путевых работ и конструкций пути; систему контроля состояния пути и сооружений; межремонтные нормы ремонтов пути; нормы расхода ресурсов на текущее содержание пути; технологические процессы выполнения путевых работ и др.

При формировании системы управления важно определить объект управления. Перечень объектов управления в путевом хозяйстве, как и в любой сложной системе, практически неограничен, поэтому для создания эффективного управления должна быть определена иерархия объектов. Из определения путевого хозяйства следует, что в управлении им необходимо рассматривать два основных объекта: железнодорожный путь (рельсовая колея, план, профиль, верхнее строение, земляное полотно, искусственные сооружения, обустройства) и предприятия путевого хозяйства.

Техническое состояние железнодорожного пути оценивается в соответствии с установленными нормами и допусками его содержания, которые тесно связаны с условиями эксплуатации. Показатели технического состояния, технической оснащённости пути и их соответствия условиям эксплуатации являются основными показателями этого объекта.

В связи с этим, можно выделить две тесно взаимосвязанных подсистемы управления: подсистема управления техническим состоянием железнодорожного пути (совокупность систем его диагностирования, технического обслуживания и ремонтов) и подсистема управления организацией работы предприятий и подразделений хозяйства.

Повысить качество управления путевым хозяйством возможно за счет нахождения наиболее рациональных решений по отдельным задачам управления, которые должны привести к оптимизации функционирования всей системы управления. Можно сказать, что на сегодняшний день, на Белорусской железной дороге поставлена задача – создать новую систему управления, предназначенную для замены существующей – автоматизированной системы управления (АСУ).

Автоматизированная система управления (АСУ) – комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управле-

ния различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. Слово «автоматизированный» означает, что система не автоматическая, то есть в ней все еще присутствует необходимость участия человека-оператора. Есть два направления деятельности, которые не поддаются автоматизации. Первое – это функции, связанные с целеполаганием, а второе – те работы, которые технически невозможно реализовать без участия человека. В АСУ на персонале лежит, прежде всего, задача контроля выполняемой в автоматическом режиме части процесса.

Цели и задачи разработки и внедрения автоматизированной системы управления состоят в совершенствовании управления железнодорожным транспортом и, прежде всего, в эффективном управлении эксплуатационной деятельностью, включая оптимальное планирование и поддержание режима работы железнодорожной сети, обеспечивающего наилучшее использование технических средств транспорта, высокие экономические показатели и производительность труда для удовлетворения потребностей страны в перевозках. Процесс становится более эффективным за счет того, что большая часть функций возлагается на компьютерную систему.

Программа информатизации путевого хозяйства должна включать: задачи учета технической оснащенности собственно пути и ее соответствия условиям эксплуатации; задачи автоматизации средств контроля и объединение их в автоматизированную систему мониторинга пути; задачи планирования текущего содержания и ремонтов с прогнозированием технического состояния пути на конкретных участках; задачи управления путеремонтным производством.

Основным фактором, позволяющим принимать правильные решения по содержанию и ремонтам объектов инфраструктуры и обеспечению безопасного и бесперебойного движения поездов, является интегрированная система диагностики технического состояния объектов инфраструктуры в целом. В настоящее время на Белорусской железной дороге для оценки состояния пути и сооружений, выявления отступлений в содержании железнодорожного пути, анализа степени опасности выявленных неисправностей и дефектов, определения степени надежности сооружений железнодорожного пути имеются компьютеризованные вагоны-путеизмерители, которые выполняют все перечисленные операции в автоматизированном режиме. Автоматизация системы измерения, оценки и регистрации состояния пути и сооружений позволила получать достоверную информацию в режиме «реального времени», что во многом определяет быстроту принятия управленческих решений в случаях появления угрозы безопасному пропуску поездов.

Во исполнение Приказа от 11.07.2017 № 21Н с 01.10.2017 сформирован Центр диагностики объектов инфраструктуры государственного объединения «Белорусская железная дорога», который является обособленным структурным подразделением (филиалом) государственного объединения «Белорусская железная дорога».

В составе Центра диагностики объектов инфраструктуры имеются следующие структурные подразделения:

- отдел путевых измерений;
- Дорожная лаборатория дефектоскопии (в том числе вагон-лаборатория дефектоскопии);
- Дорожная мостоиспытательная станция (в том числе вагон мостообследовательский);
- Дорожная габаритообследовательская;
- группа по обследованию и диагностике земляного полотна;
- вагоны-путеизмерители;
- вагоны-дефектоскопы.

Имеющиеся в эксплуатации в Центре диагностики объектов инфраструктуры средства диагностики реализуют какую-либо одну функцию (дефектоскопия, путеизмерение и т.д.), что ограничивает их возможности и создает сложности для проведения мониторинга, поскольку программно-математическое обеспечение эксплуатируемых сегодня средств диагностики имеет различных разработчиков и не всегда позволяет конвертировать результаты контроля и диагностики в форматы, удобные для передачи в экспертную операционную систему (например, АСКД-И «Эксперт»).

В 2017 году на Белорусской железной дороге была проведена тестовая эксплуатация системы АСКД-И «ЭКСПЕРТ», результаты которой доказали эффективность ее работы. По аналитическим данным системы руководители дистанций пути смогут в автоматизированном режиме регулярно наблюдать за сезонными изменениями состояния железнодорожного пути, контролировать качество выполнения работ по текущему содержанию пути и при необходимости перераспределять трудовые ресурсы в границах дистанции и в перспективе – оценивать эффективность использования денежных средств, вложенных в ремонт и содержание пути.

Главной целью управления техническим состоянием пути является обеспечение наибольшей работоспособности пути при ограниченных ремонтных ресурсах или обеспечение заданных показателей его работоспособности при минимизации затрат на техническую эксплуатацию пути. Планирование и выполнение путевых работ, которые предусматривают нарушение целостности рельсовой колеи (например: смена рельсов, смена стыковых накладок, разрядка температурных напряжений и т. п.), применение путевых машин тяжелого типа (например: замена стрелочных переводов, замена инвентарных рельсов плетями бесстыкового пути и т. п.) производится с предоставлением «окон», т.е. на закрытом для движения поездов перегоне.

Для производства путеремонтных работ, когда заявка на оформление закрытия перегона формируется и согласовывается заранее или при возникновении угрозы безопасности движения поездов (например: обнаружение острodefектного рельса), когда ситуация требует согласования закрытия

перегона без промедлений используется автоматизированная система организации и планирования «окон» АС «ОКНА».

Целью создания данной системы является упрощение процедуры подготовки и согласования заявок на «окно», частичная автоматизация процессов подготовки телеграмм-разрешений и аналитической отчетности по предоставлению и использованию «окон». Заложенный в основу разработки АС «Окна» принцип электронного документооборота обеспечивает оперативное информационное взаимодействие непосредственных исполнителей работ (структурные подразделения) с причастными отделами отделений Белорусской железной дороги и отделом разработки графиков движения поездов и организации «окон» службы перевозок.

Автоматизация информационных потоков позволила значительно ускорить процедуры создания и согласования всей цепочки необходимых документов на производство работ, начиная от заявки на «окно» и заканчивая формированием суточного плана. Благодаря реализованному в АС «Окна» контролю информационных потоков снижается вероятность допущения ошибки и влияния человеческого фактора.

Система АС «Окна» построена по принципу клиент-сервер и функционирует с использованием web-технологий. Наличие единой базы данных обеспечивает надежное хранение информации и повышает оперативность ее обработки, а также возможность информационного обмена с другими автоматизированными системами дорожного уровня.

При текущем содержании железнодорожного пути постоянно возникает необходимость выдачи предупреждений на поезда, следующие по участку работ (обследования), а также по пути соседнему с ремонтируемом. «Предупреждение» — это документ в виде установленных для разных случаев бланков, выдаваемый машинисту поезда на станции, ограничивающей перегон. В дистанциях пути для автоматизации технологических процессов и функций, связанных с подготовкой и выдачей предупреждений на поезда, на основе электронного документооборота с применением электронной цифровой подписи (ЭЦП) и высокоскоростной единой сети передачи данных (ЕСПД) на Белорусской железной дороге применяется автоматизированная система выдачи предупреждений на поезда АС «ПРЕД».

Объектами автоматизации АС «ПРЕД» являются процессы оформления заявок на выдачу предупреждений, извещений об отмене предупреждений, передачи заявок и извещений, ведения книги заявок и книги выдачи предупреждений, заполнения бланка предупреждений.

Главной целью создания и внедрения АС «ПРЕД» на Белорусской железной дороге является повышение безопасности движения поездов за счет:

- обеспечения своевременной выдачи и отмены предупреждений на поезда путем автоматизации соответствующих процессов, начиная от оформления заявки и заканчивая печатью заполненного бланка предупреждения;
- обеспечения контроля принятия заявок к исполнению с помощью технических средств;

– повышения персональной ответственности причастных работников за полноту и достоверность информации, связанной с предупреждениями на поезда, за счёт использования ЭЦП;

– совершенствования порядка ввода, выдачи и отмены предупреждений (создание унифицированных шаблонов заявок, автоматизация контроля выдачи и отмены предупреждений);

– автоматизации процессов учета предупреждений и составления справок;

– обеспечения обмена данными АС «ПРЕД» с другими национальными автоматизированными системами и системами соседних администраций по выдаче предупреждений.

Таким образом, анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод о безусловном повышении качества управления путевым хозяйством, за счет оперативности и достоверности обмена информации, возможности принятия своевременных управленческих решений, возможности оперативного информационного обмена с другими автоматизированными системами дорожного уровня.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Приказ Начальника Белорусской железной дороги № 450Н от 30.12.2006 О системе ведения путевого хозяйства. – Минск, 2006. – 25 с.

2 Материалы к совещанию «Итоги работы путевого хозяйства в 2017 году и задачи на 2018 год» / Государственное объединение «Белорусская железная дорога». – 2018. – 26 с.

3 **Соколов, А. А.** Комплексная технология содержания путевой инфраструктуры / А. А. Соколов // Железнодорожный транспорт. – 2016. – № 7. – С. 62–64.

Получено 27.06.2018

---

**ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.**

**Вып. 23. Гомель, 2018**

---

УДК 666.97.002.35

*Е. С. БОНЦЕВИЧ* (ПР-21)

Научный руководитель – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК*

## **ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ С КОМПЛЕКСНЫМ ПРИМЕНЕНИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК**

Объектом исследования данной статьи высокопрочные бетоны с комплексным применением органоминеральных добавок. Приведены основные характеристики данных добавок. Показаны результаты испытаний высокопрочных бетонов, содержащих в своем составе органоминеральные добавки.

Высокопрочный бетон – это строительный материал, имеющий высокую плотность своей структуры. Кроме того, ему характерны высокая долговеч-

ность, стойкость к различным видам воздействия, включая атмосферные факторы и факторы механические. В основе любого высокопрочного бетона лежит цемент высоких марок. Одной из главных особенностей высокопрочного бетона является тот факт, что в дальнейшем прирост прочности (на протяжении первых девяносто дней) при проектировании конструкций может и не приниматься во внимание.

В современных условиях возможно получать высокопрочные бетоны с прочностью 50–100 МПа и особовысокопрочные более – 100 МПа. На практике широкое применение получили высокопрочные бетоны с прочностью 50–80 МПа. Способы получения высокопрочных бетонов чрезвычайно многообразны и находятся в зависимости от конечной цели отдельно взятого проекта. В рамках представленной работы остановимся на способе модифицирования бетона с помощью органоминеральных добавок.

В последнее десятилетие в строительстве интенсивно развиваются технологии получения многокомпонентных бетонов нового поколения, обладающих высокой прочностью и рядом других физико-технических и технологических свойств за счет применения комплексных органоминеральных добавок полифункционального действия. Органо-минеральные добавки получают, объединяя органический и минеральный компоненты, которые обладают модифицирующим эффектом.

Наиболее распространенным в массовом строительстве является совместное применение суперпластификаторов (СП) различной природы в сочетании с микрокремнеземами и другими тонкодисперсными активными минеральными добавками.

В настоящее время широко применяются в строительстве суперпластификаторы С-3, «Полипласт МБ», «Реламикс Т-2», «Линамикс П-120», а также органоминеральные модификаторы МБ 10-01, МБ 10-30С, МБ 10-50С, МБ 10-100С и другие, позволяющие в производственных условиях получать высокотехнологичные бетоны классов по прочности до  $C^{90}_{100}$ .

Основными технологическими характеристиками, достигаемыми введением в бетонную смесь суперпластификаторов, являются: значительное увеличение подвижности и удобоукладываемости бетонной смеси, снижение водопотребности, повышение однородности бетона и, в конечном итоге, повышение прочности и долговечности бетона.

Минеральные добавки, такие как аморфный микрокремнезем и другие, способствуют связыванию гидроксида кальция в гидросиликаты различной основности, формированию однородной тонкодисперсной структуры, повышению плотности и прочности бетона [1]. Доказано, что тонкодисперсные минеральные добавки повышают эффективность действия пластификаторов, а сами пластификаторы способствуют положительному действию минеральных наполнителей на структуру бетонной смеси и бетона.

Высокопрочный бетон отличают от рядового некоторые показатели, основными из которых являются:

- низкое содержание воды затворения, определяющее через показатель водоцементного отношения прочностные свойства. Так, снижение В/Ц бетона вплоть до значений нормальной густоты цементного теста дает возможность повышения прочности на сжатие на 30 % и более;

- уплотненная структура цементного камня, связанная с устранением разупрочняющих пустот;

- увеличенное содержание низкоосновных гидросиликатов кальция (ГСК) за счет пуццолановых реакций;

- для бетона массивных конструкций умеренное или низкое тепловыделение при гидратации, не вызывающее деформаций структуры бетона.

Соответствующие процессы регулируются с помощью модификаторов полифункционального действия. Практически обязательным эффектом таких добавок является водоредуцирующая способность: чем она выше, тем более высокие характеристики будет иметь бетон в процессе эксплуатации.

Роль, объемы и области применения химических добавок в технологиях строительных материалов и строительстве постоянно возрастают. Трудно назвать какую-либо область строительной индустрии, где бы не применялись различные по природе и механизмам действия добавки в целях достижения заданных свойств материалов и изделий, экономии материальных, энергетических и трудовых ресурсов. Все достижения последних лет в области строительства уникальных объектов – высотных зданий, мостов и тоннелей, морских буровых установок, оборонных комплексов обусловлены использованием добавок. В странах СНГ производятся и распространяются отечественные продукты в условиях всё обостряющейся конкуренции с зарубежными производителями. Нельзя не отметить определенное отставание развития отечественной сырьевой базы для производства добавок, их номенклатуры, нормативного и технологического сопровождения. Вместе с тем вполне конкурентоспособными в соотношении цена – качество остаются некоторые отечественные добавки [2].

Эффективные добавки водоредуцирующего действия позволяют сократить расход воды затворения для получения равноподвижных бетонных смесей не менее чем на 20 %. Химическая основа подобных добавок представлена полимерными соединениями карбоксилатных эфиров (ПКЭ) и нафталинсульфонатов (НСФ). Не углубляясь в отличительные особенности и сопоставление преимуществ и недостатков той или иной водоредуцирующей основы, рассмотрим наиболее эффективные из представленных на рынке модификаторов для высокопрочных бетонов [1].

В данном случае «широкий спектр действия» означает направленность добавки на производство как товарных бетонных смесей с высокими требованиями к сохраняемости во времени, так и смесей, подвергаемых после формирования изделий тепловлажностной обработке.

В таблице 1 представлены составы бетона классов по прочности  $C^{40/50}$  и  $C^{50/60}$ , полученные с применением суперпластификатора «Полипласт Люкс». Как видно, суперпластификатор позволил получить бетонные смеси с крайне низкими значениями В/Ц. В общем случае снижение водосодержания при введении добавки в количестве 0,4–0,8 % от массы цемента линейно зависит от дозировки модификатора, а при 1 % водопотребность может быть снижена в зависимости от расхода цемента на 25–35 %. Для используемого цемента класса 42,5 получено соотношение  $R_6 / R_{ц} \sim 1,5$ . Таким образом, столь значительный водоредуцирующий эффект обеспечивает прирост прочности порядка 50 % по сравнению с фактической активностью применяемого вяжущего.

Таблица 1 – Результаты исследования бетона с добавками «Полипласт Люкс»

Класс бетона по прочности на сжатие	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	В/Ц	Дозировка, % от массы цемента	Подвижность, см	Прочность на сжатие	
					$R_{ТВО}$ , %	$R_{28}$ , %
$C^{40/50}$	520	0,30	1,0	22	82	109
$C^{50/60}$	560	0,28	1,0	22	88	106

Представленные в таблице 1 данные демонстрируют способность добавки эффективно обеспечивать высокую прочность бетона на сжатие при ТВО. С точки зрения отпускной прочности при обычном режиме пропарки наблюдается стандартная зависимость между  $R_{28}$  и  $R_{ТВО}$ .

Итак, эффективность применения современного суперпластификатора «Полипласт Люкс» выражается в снижении водопотребности бетонных смесей, следствием чего является возрастание прочности при уплотнении структуры. Наибольшего значения при естественном твердении прирост прочности достигает в возрасте 3–7 суток, а к 28 – несколько замедляется, и прочность сохраняется на этом уровне при дальнейшем твердении (рисунок 1).

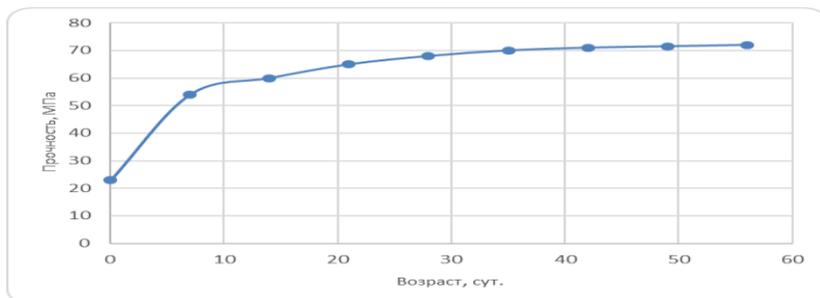


Рисунок 1 – Кинетика твердения бетона, модифицированного суперпластификатором широкого спектра действия «Полипласт Люкс» при расходе 0,6 % от массы цемента

Бесспорно, самым эффективным способом модификации бетона для получения высоких прочностей является комплексное применение суперпластификатора и кремнеземистого компонента. Минеральная составляющая комплекса чрезвычайно важна в первую очередь своими пуццолановыми свойствами.

В течение последних 5 лет произошло активное опытно-промышленное внедрение в технологию производства высокопрочных бетонов органоминеральных модификаторов типа «Полипласт МБ», разработанных научно-техническим центром компании «Полипласт». Принцип действия добавок указанной серии, классифицирующихся по ГОСТ 24211 в качестве повышающих прочность бетона, состоит в увеличении количества низкоосновных гидросиликатов кальция. Влияние данного фактора возрастает с повышением дозировки кремнеземистого компонента и содержания в нем  $\text{SiO}_2$ , что, в свою очередь, приводит к повышению прочности цементного камня.

Комплексный и усиливающий действие добавки эффект обеспечивает при этом водоредуцирующая основа, способствующая сокращению длительности пластичного состояния цементного теста, соответственно интенсификации гидратации, содержания CSH (I) и прочности цементного камня.

«Полипласт-1МБ» представляет собой модификатор на органоминеральной основе, проявляющий свойства суперпластификатора при дозировках от 1 до 3 % от массы цемента. За счет относительно невысокого расхода данного вида добавок его можно условно отнести к эконом-классу. Особенностью продукта является направленное регулирование свойств бетона в зависимости от выбранной дозировки. Так, расход добавки в 1,5–2,0 % рекомендуется для производства товарного бетона с повышенной сохраняемостью бетонной смеси во времени и сборного бетона, твердеющего при нормальных и умеренных температуре и влажности, с высокими требованиями к ранней прочности.

Реальная технологическая эффективность модификатора «Полипласт-1МБ» позволяет обеспечить при расходе 2–3 % от массы цемента классы тяжелого бетона  $\text{C}^{40}/_{50}$  и  $\text{C}^{60}/_{70}$ , при марке по удобоукладываемости П5.

Другая модификация органоминерального суперпластификатора, «Полипласт-3МБ», проявляет свою максимальную эффективность в достижении особо высоких прочностей на сжатие до 100–120 МПа. Специфика состава добавки позволяет получать нерасслаивающиеся литые смеси с низким водоотделением в теле бетона, обычно проявляющимся в виде водных прослоек под частицами заполнителя. Обеспечиваемая добавкой однородность приводит к снижению пористости и увеличению адгезии. Отмечается, что прочность контактной зоны в бетоне возрастает в зависимости от количества введенной добавки.

Обладая схожим описанному выше механизмом действия, «Полипласт-3МБ» имеет рабочие дозировки от 5 до 20 % от массы цемента. Выбор оптимального расхода позволяет значительно улучшить реологические харак-

теристики бетонных смесей, а при твердении – ускорить набор прочности без повышения тепловыделения. Ввиду особой организации структуры бетона и цементного камня с органоминеральными добавками и оптимизации упаковки зерен вяжущего и наполнителей снижается проницаемость бетона.

Особенностью добавок органоминерального типа является возможность получения высоких эксплуатационных характеристик при умеренном расходе вяжущего.

Сопоставительная технологическая эффективность модификаторов серии «Полипласт МБ» приведена в таблице 2.

**Таблица 2 – Результаты испытания бетона с добавками «Полипласт МБ»**

Класс бетона по прочности на сжатие	Расход цемента, кг/м <sup>3</sup>	Модификатор		В/Ц	Свойства бетонной смеси		Прочность бетона R <sub>28</sub> , %
		Наименование	Дозировка, % от массы цемента		ОК, см	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
C <sup>40</sup> / <sub>50</sub>	450	Полипласт-1МБ	2,0	0,39	23	2485	101
C <sup>40</sup> / <sub>50</sub>	370	Полипласт-3МБ	10,0	0,36	24	2420	114

Аналогичный класс по прочности C<sup>40</sup>/<sub>50</sub> бетонов, изготовленных из литых смесей, достигнут в обоих случаях. Обращают на себя внимание расходы цемента, обеспечивающие требуемый класс, которые сопоставимы с нормами для производства бетонов рядовых классов. При этом около 20 % портланд-цемента компенсируется использованием модификатора «Полипласт-3МБ» по сравнению с «Полипласт-1МБ», открывая широкие возможности при производстве массивных конструкций из бетона с пониженным тепловыделением и получении прочностей сверх возможностей вяжущих веществ.

Для изготовления бетонов, имеющих высокие прочности, существует несколько известных механизмов модификации химическими добавками. Имеющаяся научная база и производственные возможности компании «Полипласт» позволяют сегодня представить строительному рынку современные модификаторы, которые способны проявить требуемые эффекты с учетом основных процессов, происходящих при твердении бетонов. Использование существующих разработок наиболее оправданно в тех случаях, когда есть необходимость изготовления особо ответственных конструкций и сооружений, находящихся за пределами возможностей рядовых технологий производства бетона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Батраков, В. Г.** Модифицированные бетоны. Теория и практика / В. Г. Батраков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.
- 2 **Изотов, В. С.** Химические добавки для модификации бетона / В. С. Изотов. – 2006. – 244 с.

Получено 27.06.2018

УДК 519.21/22.62-192

*Е. В. БУЁНОК, К. В. ПЫРШИН (ЭС-31)*

Научный руководитель – канд. техн. наук *Д. Н. ШЕВЧЕНКО*

## ПАРАДОКСЫ МАЖОРИТАРНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Рассматривается мажоритарная структура резервирования двух из трех. Приводится расчет и сравнительный анализ основных показателей надежности данной структуры, а также нерезервированной и дублированной систем. Показана область возможного применения мажоритарного резервирования.

**Введение.** Основным методом повышения надежности технических систем является структурное резервирование, которое предполагает использование избыточных элементов, входящих в физическую структуру системы. На практике применяются самые разнообразные схемы и варианты построения резервированных систем (рисунок 1). Соответственно, отличается и эффективность, достигаемая за счет применения резервирования [1].

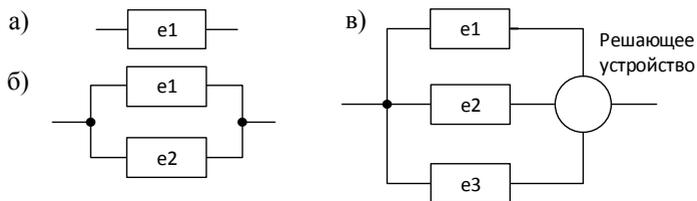


Рисунок 1 – Варианты резервирования систем:

*a* – нерезервированный элемент; *б* – дублированная структура; *в* – мажоритарная структура

Простейшим способом резервирования является дублирование (рисунок 1, б). Это система из двух идентичных независимых элементов, которая работоспособна, если работоспособен хотя бы один из ее элементов.

Мажоритарная система имеет два избыточных элемента и решающее устройство (рисунок 1, в), которое формирует управляющее воздействие методом голосования. При отказе одного из трех элементов система работоспособна [2]. В дальнейшем решающее устройство будем считать абсолютно надежным.

Сравним основные показатели надежности трех вышеуказанных структур:

– вероятность безотказной работы;

- среднюю наработку до отказа (*mean time to failure*, МТТФ) системы с невосстанавливаемыми элементами;
- МТТФ системы с восстанавливаемыми элементами.

**Вероятность безотказной работы.** Пусть  $p$  – вероятность отказа элементов систем. Тогда вероятность отказа  $P$  нерезервированной системы равна  $P_1 = p$ , дублированной системы –  $P_2 = p^2$ , а мажоритарной системы –  $P_3 = p^3 + 3p^2(1-p)$ . Наглядно зависимости вероятности отказа системы  $P$  от вероятности отказа элемента  $p$  показаны на рисунке 2.

Из графика на рисунке 2 видно, что при любых  $p$  дублированная система отказывает с меньшей вероятностью, чем нерезервированная и мажоритарная системы. Что касается мажоритарной системы, то (несмотря на структурную избыточность) при  $p > 0,5$  она отказывает с большей вероятностью, чем нерезервированная система.

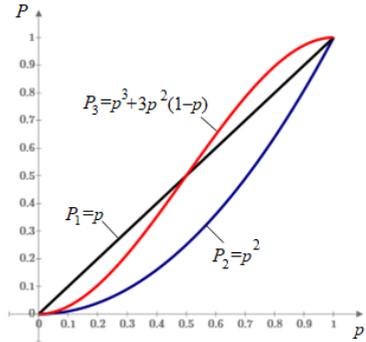


Рисунок 2 – Зависимость вероятности отказа системы  $P$  от вероятности отказа элемента  $p$

**Средняя наработка до отказа системы с невосстанавливаемыми элементами.** Пусть время безотказной работы элементов систем подчиняется экспоненциальному распределению с параметром. Тогда вероятность безотказной работы  $P(t)$  нерезервированной системы определяется выражением, где  $F(t)$  – функция экспоненциального распределения [3]. Средняя наработка системы до отказа определяется выражением

$M \left[ \int_0^{\infty} P \langle dt \right]$  [3]. Следовательно, МТТФ нерезервированной системы:

$$T_1 = \int_0^{\infty} P_1 \langle dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt = \frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda} \Big|_0^{\infty} = \frac{1}{\lambda}.$$

Вероятность безотказной работы дублированной системы определяется выражением  $P_2(t) = 1 - \langle -P_1(t) \rangle = 1 - \langle -e^{-\lambda t} \rangle = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}$ , а МТТФ дублированной системы

$$T_2 = \int_0^{\infty} P_2 \langle dt = \int_0^{\infty} (2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t}) dt = \frac{2}{\lambda} - \frac{1}{2\lambda} = \frac{3}{2\lambda} = 1,5 \cdot T_1.$$

Вероятность безотказной работы мажоритарной системы определяется выражением  $P_3(t) = 1 - \langle -P_1 \rangle + 3 \cdot \langle -P_1 \rangle$ . Следовательно, МТТФ мажоритарной системы:

$$T_3 = \int_0^{\infty} P_3 \langle dt = \frac{5}{6\lambda} = 0,83 \cdot T_1.$$

Таким образом, среднее время безотказной работы дублированной системы в 1,5 раза превышает МТТФ нерезервированной системы. А МТТФ мажоритарной системы всегда меньше (на 17 %), чем МТТФ нерезервированной системы.

**Средняя наработка до отказа системы с восстанавливаемыми элементами.** Проанализируем МТТФ системы, в которой элементы после отказа могут восстанавливаться с интенсивностью  $\mu = 1$ .

Для нерезервированной системы функция вероятности безотказной работы остается прежней:  $P_1^B(t) = P_1(t) = e^{-\lambda t}, t > 0$ . Следовательно, средняя наработка до отказа  $T_1^B = \frac{1}{\lambda}$ .

Анализ МТТФ остальных систем выполняется марковским методом [3]. Так, вероятность безотказной работы дублированной системы с восстанавливаемыми элементами  $P_2^B(t)$  в преобразовании Лапласа определяется выражением:  $\dot{P} \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) = \frac{s + 3\lambda + \mu}{s^2 + s(\lambda + \mu) + 2\lambda^2}$ , а средняя наработка до отказа

$$T_2^B = \dot{P} \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) = \frac{1}{2} \frac{3\lambda + \mu}{\lambda^2} \quad [3, \text{ п. 3.4.6}].$$

Граф состояний мажоритарной структуры, используемый для определения МТТФ, представлен на рисунке 3, а система уравнений Чепмена – Колмогорова в преобразовании Лапласа имеет вид:

$$\begin{cases} s \cdot \dot{P}_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) - P_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) = 0 \Rightarrow \dot{P}_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) \mu - \dot{P}_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) 3\lambda; \\ s \cdot \dot{P}_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) - P_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) = 0 \Rightarrow \dot{P}_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) 3\lambda - \dot{P}_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) (\lambda + \mu); \\ s \cdot \dot{P}_2 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) - P_2 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) = 0 \Rightarrow \dot{P}_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) 2\lambda - \dot{P}_2 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) \lambda, \end{cases}$$

где  $\dot{P}_i \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right)$  – изображение функции  $P_i(t)$  – вероятности пребывания системы в  $i$ -м состоянии, когда неисправно  $i$  элементов,  $i = \overline{0, 3}$ .

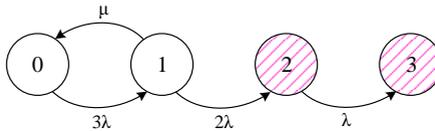


Рисунок 3 – Граф состояний мажоритарной восстанавливаемой системы

Учитывая начальные условия ( $P_0(0) = 1$ ), получим:

$$\begin{cases} \dot{P}_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) + 3\lambda \dot{P}_1 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) \mu + 1; \\ \dot{P}_0 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) 3\lambda = \dot{P}_2 \left( \begin{array}{c} \leftarrow \\ \leftarrow \\ \leftarrow \end{array} \right) + 2\lambda + \mu \end{cases}$$

$$\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) = \frac{\dot{P}_1 \left( \leftarrow \right) \mu + 1}{s + 3\lambda}, \quad (1)$$

$$\dot{P}_1 \left( \leftarrow \right) = \frac{\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) 3\lambda}{s + \mu + 2\lambda}. \quad (2)$$

Подставив уравнение (2) в уравнение (1), получим:

$$\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) = \frac{\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) 3\lambda}{s + \mu + 2\lambda} \mu + 1 = \frac{\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) 3\lambda \mu + s + \mu + 2\lambda}{s^2 + \mu s + 5\lambda s + 3\lambda \mu + 6\lambda^2};$$

$$\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right)^2 + \mu s + 5\lambda s + 6\lambda^2 \dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) = \mu + 2\lambda + s;$$

$$\dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) = \frac{\mu + 2\lambda + s}{s^2 + \mu s + 5\lambda s + 6\lambda^2}.$$

$$\dot{P}_1 \left( \leftarrow \right) = \frac{\mu + 2\lambda + s}{s^2 + \mu s + 5\lambda s + 6\lambda^2} 3\lambda = \frac{3\lambda}{s^2 + \mu s + 5\lambda s + 6\lambda^2}.$$

В итоге, МТТФ мажоритарной системы с восстанавливаемыми элементами:

$$T_3^B = \dot{P}_0 \left( \leftarrow \right) + \dot{P}_1 \left( \leftarrow \right) = \frac{1}{6} \frac{2\lambda + \mu}{\lambda^2} + \frac{1}{2\lambda}.$$

На рисунке 4 показаны зависимости МТТФ трех рассматриваемых систем с восстанавливаемыми элементами от интенсивности отказа элементов  $\lambda$  при интенсивности восстановления  $\mu = 1$ .

Видно, что дублированная структура имеет наибольшее значение МТТФ. Для типичных значений интенсивности отказа элементов (когда  $\lambda < \mu$ ) МТТФ мажоритарной структуры превышает значение МТТФ резервированной системы, а при  $\lambda > \mu$  оказывается наименьшей.

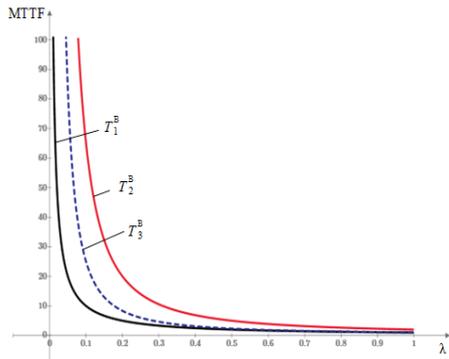


Рисунок 4 – Зависимость МТТФ систем с восстанавливаемыми элементами

**Закключение.** При наибольших аппаратных затратах среди рассмотренных структур мажоритарная структура по всем рассмотренным показателям безотказности всегда уступает дублированной системе, а в некоторых случаях (что парадоксально) – резервированному элементу:

1) при  $p > 0,5$  мажоритарная система менее надежна, чем нерезервированная система. Поэтому назначенный срок службы (ресурс) мажоритарных структур не должен превышать значения, для которого вероятность отказа элемента  $p = 0,5$ ;

2) МТТФ мажоритарной системы с невосстанавливаемыми элементами на 17 % меньше МТТФ элементов ( $T_3 < T_1 < T_2$ );

3) в случае, когда элементы мажоритарной системы восстанавливаются ( $\mu > \lambda$ ) МТТФ такой системы становится выше МТТФ элементов, однако всегда уступает МТТФ дублированной системы ( $T_1^B < T_3^B < T_2^B$ ).

Несмотря на невысокие показатели безотказности использование мажоритарного резервирования актуально в системах, где:

- затруднена идентификация отказа и отказавшего элемента,
- не требуется обнаружение неисправного элемента и переключение на резервный элемент.

В мажоритарной системе решение принимается «голосованием». Поэтому подобный способ структурного резервирования широко используется в системах обеспечения функциональной безопасности (например, в авионике, системах железнодорожной автоматики и других).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кулиев, Р. С. Синтез схемы управляемого мажоритарного элемента для резервированных систем управления / Р. С. Кулиев [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9–1. – С. 63–66.

2 Миляев, С. Г. Мажоритарное резервирование в релейной защите / С. Г. Миляев // Молодой ученый. – 2015. – № 22.5. – С. 9–10.

3 Шевченко, Д. Н. Основы теории надежности : учеб.-метод. пособие для студ. техн. спец. / Д. Н. Шевченко ; под ред. Л. А. Сосновского. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 250 с.

Получено 06.07.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.072

*В. О. ВАСИЛЕНКО, А. П. КОЛЕДА (УЛ-21)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. А. ШАВИЛКОВ*

## АКТУАЛЬНОСТЬ ЛОГИСТИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В условиях перехода экономики к рыночным отношениям значимость логистики возрастает, так как логистическое управление товаропроводящими сетями интегрирует всех участников логистической цепи от источника сырья до поставки готовой продукции конечному потребителю.

Сущность и роль логистики заключается в следующем.

Материальный поток, двигаясь от первичного источника сырья через цепь производственных, транспортных и посреднических звеньев к конечному потребителю постоянно увеличивается в стоимости. Проведенные в Великобритании исследования показали, что в стоимости продукта, попавшего к конечному потребителю, более 70 % составляют расходы, связанные с хранением, транспортировкой, упаковкой и другими операциями, обеспечивающими продвижение материального потока.

Высокая доля расходов на логистику в конечной цене товара показывает, какие резервы улучшения экономических показателей субъектов хозяйствования содержит оптимизация управления материальными потоками.

Рассмотрим главные слагаемые экономического эффекта от применения логистического подхода к управлению материальными потоками. В сферах производства и обращения применение логистики позволяет:

- снизить запасы на всем пути движения материального потока;
- сократить время прохождения товаров по логистической цепи;
- снизить транспортные расходы;
- сократить затраты ручного труда и соответствующие расходы на операции с грузом.

Значительная доля экономического эффекта достигается за счет сокращения запасов на всем пути движения материального потока. По данным Европейской промышленной ассоциации сквозной мониторинг материального потока обеспечивает сокращение материальных запасов на 30–70 %.

Высокая значимость оптимизации запасов объясняется следующим:

- годовые затраты на содержание запасов на предприятиях сфер производства и обращения составляют примерно 25–30 % от стоимости среднего запаса;
- в общей структуре издержек на логистику расходы на содержание запасов составляют более 50 %, включая расходы на управленческий аппарат, а также потери от порчи или кражи товаров;
- значительная часть оборотного капитала предприятий, как правило, отвлечена в запасы (от 10 до 50 % всех активов предприятий).

Сокращение запасов при использовании логистики обеспечивается за счет высокой степени согласованности действий участников логистических процессов; повышения надежности поставок; рациональности распределения запасов, а также по ряду других причин.

Следующая составляющая экономического эффекта от применения логистики образуется за счет сокращения времени прохождения товаров по логистической цепи.

Сегодня в общих затратах времени, отводимых на складирование, производственные операции и доставку, затраты времени на собственно производство составляют в среднем от двух до пяти процентов. Таким образом, свыше 95 % времени оборота приходится на логистические операции. Сокращение этой составляющей позволяет ускорить оборачиваемость капитала, соответственно увеличить прибыль, получаемую в единицу времени, снизить себестоимость продукции.

Экономический эффект от применения логистики возникает также от снижения транспортных расходов. Оптимизируются маршруты движения транспорта, согласуются графики, сокращаются холостые пробеги, улучшаются другие показатели использования транспорта. Логистический подход, как уже отмечалось, предполагает высокую степень согласованности участников товародвижения в области технической оснащенности грузоперерабатывающих систем. Применение аналогичных технологических приемов грузопереработки во всех звеньях логистической цепи образуют следующую составляющую экономического эффекта от применения логистики – сокращение затрат ручного труда и соответствующих расходов на операции с грузом.

Логистический подход создает также условия для улучшения многих других показателей функционирования материалопроводящей системы, так как совершенствуется ее общая организация, повышается взаимная связь отдельных звеньев, улучшается управляемость.

Совокупный экономический эффект от использования логистики, как правило, превышает сумму эффектов от улучшения перечисленных показателей. Это объясняется возникновением у логистически организованных систем так называемых интегративных свойств, т. е. качеств, которые при- сущи всей системе в целом, но не свойственны ни одному из элементов в отдельности.

Интегративные качества логистических систем представляют собой способность этих систем реализовывать конечную цель, которая получила название «шесть правил логистики»:

- ГРУЗ – нужный товар;
- КАЧЕСТВО – необходимого качества;
- КОЛИЧЕСТВО – в необходимом количестве;
- ВРЕМЯ – должен быть доставлен в нужное время;
- МЕСТО – в нужное место;
- ЗАТРАТЫ – с минимальными затратами.

Цель логистической деятельности считается достигнутой, если эти шесть условий выполнены, т. е. нужный товар необходимого качества в необходимом количестве доставлен в нужное время в нужное место с минимальными затратами.

Современный этап логистики определяют два основных фактора: глобализация мировой экономики и глобальная научно-техническая революция, которые порождают новые потребности клиентов в логистических услугах и разнообразные формы их удовлетворения.

Глобализация бизнеса выражается в следующем:

- более совершенные коммуникации и перевозка сделали физические расстояния менее значимыми, благодаря этому предприятия могут работать на едином, охватывающем весь мир рынке;

- происходит сокращение торговых барьеров между странами и рост международной торговли и конкуренции;

- размещение предприятий происходит не по национальному принципу, а в странах и регионах с низкими затратами на производство (например, немецкие предприятия в Польше, американские – в Мексике, японские – в Китае).

В настоящее время в мире в области науки и техники происходит так называемая глобальная революция, которая заключается в том, что технологические изменения происходят повсеместно, а не появляются где-то в одном месте, а затем постепенно распространяются – как это происходило ранее, в сельскохозяйственной и промышленной революциях.

Описанные выше факторы предопределили следующие основные тенденции современной логистики:

- расширение ассортимента предлагаемых логистических услуг;

- отсрочка, заключающаяся в том, что в распределительную систему передается почти готовая продукция, при этом ее модификация или учет последних требований потребителей откладываются до самого последнего возможного момента, что существенно снижает уровень запасов;

- перевалка, использование прямой отгрузки, которые сводят к нулю запасы и соответствующие расходы в распределительных центрах;

- массовый выпуск продукции на заказ, объединяющий выгоды массового производства с гибкостью продукции на заказ (B2C);

- прямая доставка через электронные сети передачи данных, через курьерские службы, службы экспресс-доставки посылок;

- услуга управления запасами продавцом, которая заключается в том, что поставщики управляют как собственными запасами, так и запасами, хранящимися в нижних звеньях цепи поставок, что снижает общие затраты;

- синхронизированное перемещение материалов, при котором информация о движении МП доводится до всех участников цепи поставок одновременно, что позволяет оперативно координировать перемещение МР;

- многое другое.

- сокращение числа поставщиков и формирование долгосрочного сотрудничества с логистическими фирмами;

- усовершенствование методов управления логистическими процессами;

- многое другое.

Приоритетными направлениями в решении экономических проблем логистики в настоящее время становится высокий уровень возможности приспособления хозяйствующих субъектов к интересам потребителей и конъюнктуре рынка, в чем логистика и является главным инструментом. Условием эффективности стратегии и тактики логистики становится организация гармоничного производства и сбыта, интеграция логистической деятельности в основных сферах воспроизводства (производстве, снабжении, распределении) с целью оптимизации ресурсов при организации бизнеса и реализации корпоративной стратегии. Отличительной чертой экономики логистики служит не только ее ориентация на фирму как основное звено экономики, но и способность стать средством организации ресурсосберегающего алгоритма предпринимательской деятельности.

Эффективность применения логистики оценивается не столько ее конкретными показателями и тенденцией их изменения, сколько ее влиянием на изменение экономических и финансовых результатов деятельности фирмы: увеличение размера прибыли, повышение производительности труда и т. д.

Таким образом, обобщая значимость логистики, можно утверждать, что она:

- важна, поскольку все организации, даже те, которые предлагают нематериальные услуги, в значительной степени зависят от перемещения материалов;

- требует больших затрат, причем расходы на нее часто составляют большую долю общего оборота;

- непосредственно влияет на прибыль и на другие показатели организационной деятельности;

- имеет стратегическую значимость, поскольку решения по логистике оказывают долгосрочное влияние на основные характеристики;

- выступает в качестве связующего звена с поставщиками, развивая с ними взаимовыгодные и долгосрочные взаимоотношения;

- связывает заказчиков с потребителями, внося свой вклад в степень удовлетворения потребителей и в повышение получаемой ими ценности;

- оказывает значительное влияние на время выполнения заказов, надежность и другие параметры обслуживания потребителей;

- определяет оптимальные размеры элементов инфраструктуры и места их размещения;

- участвует в формировании корпоративного облика компании при широком размещении рекламы, в том числе на транспортных средствах;

- может сопровождаться риском, поскольку связана с вопросами обеспечения безопасности, сохранения здоровья и экологии;

- запрещает выполнение некоторых операций, таких как перемещение негабаритных грузов или опасных товаров;

- может стимулировать развитие бизнеса других организаций-поставщиков или посредников, предлагающих специализированные услуги.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Гаджинский, А. М.** Логистика : учеб. / А. М. Гаджинский. – 16-е изд., перераб. и доп. – М. : Дашков и К, 2008. – 483 с.
- 2 **Григорьев, М. Н.** Логистика : базовый курс : учеб. / М. Н. Григорьев, С. А. Уваров. – М. : Юрайт, 2011. – 782 с. : ил. – (Основы наук).
- 3 **Дзикович, Н. Г.** Логистика : пособие / Н. Г. Дзикович. – Минск : Акад. Упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2012. – 175 с.
- 4 **Ивуть, Р. Б.** Логистика / Р. Б. Ивуть, С. А. Нарушевич. – Минск : БНТУ, 2004. – 328 с. : ил.
- 5 **Курочкин, Д. В.** Логистика : курс лекций / Д. В. Курочкин. – Минск : ФУАинформ, 2012. – 268 с. : ил.
- 6 **Михайлова, О. И.** Введение в логистику : учеб.-метод. пособие / О. И. Михайлова. – М. : Дашков и К, 1999. – 103 с. : ил.

Получено 27.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.13

*В. В. ВИКТОРЧИК (УБ-31)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. В. СКИРКОВСКИЙ*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЬЦЕВЫХ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ПРОГРАММНОМ ПРОДУКТЕ AUTOCAD CIVIL 3D**

Посвящено программному продукту AutoCAD Civil 3D. Приведено описание, возможности, функции программного продукта.

При проектировании автомобильных дорог в AutoCAD используется исключительно 2D- и 3D-черчение линейных, площадных и точечных объектов с нанесением подписей текстом AutoCAD. При использовании программного продукта AutoCAD Civil 3D применяются инструменты создания и редактирования трасс, трасс смещения и уширения (по условиям), создание профилей, сечений и их видов с выводом подпрофильной таблицы по ГОСТ Р. Построение конструкций автомобильных дорог из нескольких элементов, которые настраиваются под конкретные параметры проекта. Расчёт объёмов земляных масс и объёмов дорожной одежды (асфальта, щебня, песка и т.п. по слоям конструкции). Связь трассы, профиля, коридора, сечения, расчётов объёмов и 3D-модели автомобильной дороги.

Возможности AutoCAD Civil 3D больше расширены, чем AutoCAD, при помощи дополнительных инструментов для создания и организации информации по проектированию объектов гражданского строительства.

Объект-перекресток создается при пересечении двух трасс с проектными профилями. При создании перекрестка для геометрии смещения и геометрии сопряжения автоматически создаются трассы и профили. Горизонтальная и вертикальная геометрия смещений и сопряжений на перекрестке динамически связывается с объектом-перекрестком. При внесении изменений в осевые линии трассы или в профили, геометрия смещения и сопряжения обновляется автоматически.

Круговой перекресток создается из двух или большего количества трасс, которые могут пересекаться, а могут и не пересекаться. При создании кругового перекрестка для геометрии смещения и геометрии сопряжения на пересечении автоматически создаются трассы. При этом также создаются линии и блоки AutoCAD, представляющие островки безопасности, дорожную разметку и дорожные знаки. Трассы и объекты AutoCAD динамически связаны с родительскими трассами.

Основное различие между перекрестком и круговым перекрестком состоит в том, что перекресток – это объект AutoCAD Civil 3D, который является динамическим и в 2D, и в 3D. Профили, коридоры и конструкции могут создаваться в автоматическом режиме во время создания перекрестка. Круговой перекресток – это набор 2D трасс, между которыми в 2D существует динамическая связь, но в 3D такая связь отсутствует. Профили, коридоры и конструкции необходимо создавать независимо от кругового перекрестка, при этом динамические связи между ними, а также между ними и круговым перекрестком отсутствуют.

Дороги, примыкающие к круговому перекрестку, круговой участок и поворотные полосы определяются трассами в плане, которые динамически связаны с осевыми линиями заданных трасс. Дорожную разметку, дорожные знаки и разделяющие островки можно создать как объекты AutoCAD, которые сохранят динамическую связь с трассами круговых перекрестков.

При построении кольцевого пересечения автоматически есть возможность выбора параметров построения кругового перекрестка и параметров разметки по стандартам США или Франции. Команды построения круговых перекрестков позволяют значительно упростить процесс компоновки трасс, разместить островки безопасности, нанести дорожную разметку, установить дорожные знаки.

При построении кольцевых перекрестков в AutoCAD Civil 3D необходимо придерживаться следующего алгоритма:

- 1) создание трасс, образующих кольцевое пересечение;
- 2) настройка данных, необходимых для создания кругового перекрестка;
- 3) создание кругового перекрестка;
- 4) редактирование кругового перекрестка.

При создании кругового перекрестка необходимо создавать трассы отдельно, так как при создании двух пересекающихся трасс и применении команды «Создать перекресток» будут получены только две примыкающие дороги.

В диалоговом окне (рисунок 1) можно задать следующие параметры:

- 1) внешний радиус
- 2) ширину проезжей части кругового участка
- 3) ширину полосы укрепления
- 4) внешнее смещение
- 5) количество полос движения
- 6) ширину линии разметки
- 7) ширину дороги на съезде и въезде
- 8) радиусы въезде и съезда
- 9) создание пешеходного перехода

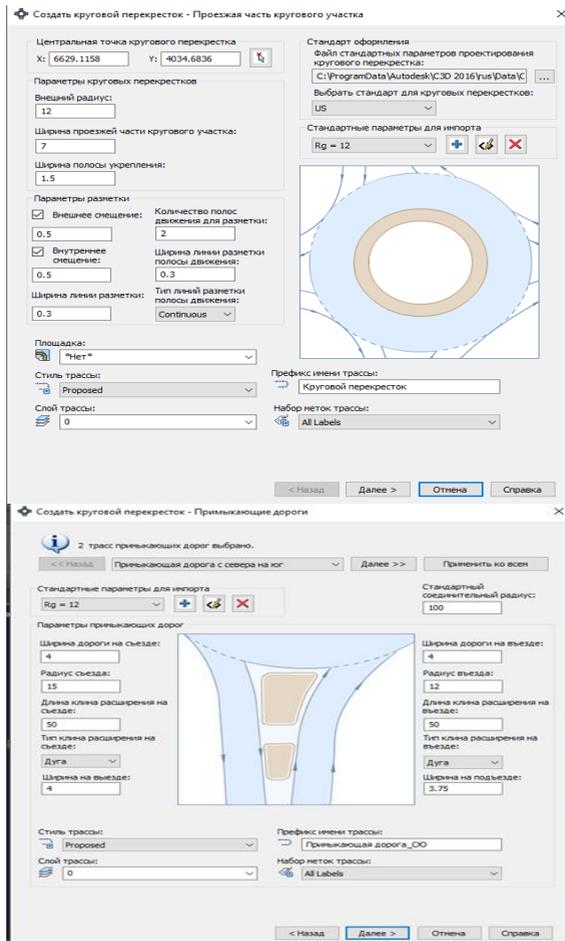


Рисунок 1 – Диалоговые окна создания кругового перекрестка

В этом программном продукте можно добавлять примыкающую дорогу и поворотную полосу.

В диалоговом окне (рисунок 2) при добавлении поворотной полосы задаются следующие параметры:

- 1) Длина линии сегментации
- 2) Длина полосы торможения
- 3) Длина полосы разгона
- 4) Ширина полос
- 5) Длина сужения

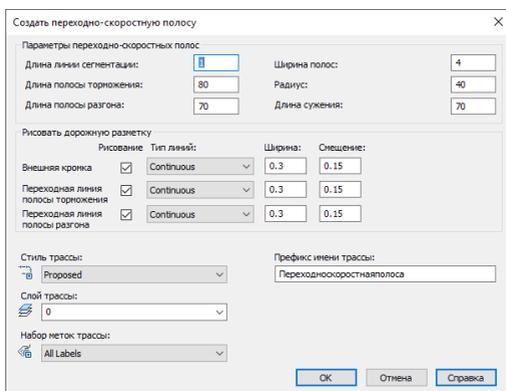


Рисунок 2 – Диалоговое окно создания поворотной полосы

В AutoCAD Civil 3D включен набор инструментов для топографа, которые можно использовать для загрузки и обработки данных топографической съемки, выполнения корректировок данных сети и теодолитного хода, и импорта точек съемки в чертеж AutoCAD Civil 3D.

Простой в использовании Мастер позволяет импортировать данные съемки из различных источников, включая точки в текущем чертеже, полевой журнал, LandXML и файлы точек. Если полевая партия кодирует точки съемки с использованием заранее определенного формата, то набор кодов линий позволяет быстро обрабатывать линии в процессе импорта или по завершении импорта.

Функции съемки также обеспечивают возможности для привязки точек с помощью фигур и линий. В других режимах предусмотрена возможность вычисления направления на основе данных астрономической съемки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Учебное пособие по съемке в AutoCAD Civil 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.autodesk.com/CIV3D/2014/RUS/index.html?url=filesCTU/GUID-20BCCB9B-BA7A-46E4-9ADF-9FF0D68083DC.htm,topicNumber=CTUd30e10766>. – Дата доступа : 12.05.2018.

Получено 27.06.2018

УДК 656.072

Д. В. ГЕЛЕЦ, Е. А. КОЗЕЛ (УЛ-21)

Научный руководитель – ст. преп. С. А. ШАВИЛКОВ

## МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ ЗАКУПОЧНОЙ ЛОГИСТИКИ

В статье освещены основные методы и принципы закупочной логистики – значимой функциональной области.

*Закупочная логистика* предполагает управление материальными потоками в процессе обеспечения предприятия материальными ресурсами.

Основная цель закупочной логистики – удовлетворение потребностей производства в материалах с максимально возможной экономической эффективностью.

Задачи закупочной логистики:

- определение потребностей производства в материальных ресурсах;
- исследование рынка закупок;
- выбор поставщиков;
- осуществление закупок;
- контроль поставок;
- подготовка бюджета закупок;
- координация и системная взаимосвязь закупок с производством, сбытом, складированием и транспортированием, а также с поставщиками;
- выдерживание обоснованных сроков закупки сырья и комплектующих;
- обеспечение точного соответствия количества поставок потребностям в них;
- соблюдение требований производства по качеству сырья и комплектующих.

Основные методы закупок.

*Закупка товара одной партией (поставка товаров большой партией за один раз (оптовые закупки)).*

Преимущества – простота оформления документов, гарантия поставки всей партии, повышенные торговые скидки.

Недостатки – большая потребность в складских помещениях, замедление оборачиваемости капитала.

*Регулярные закупки мелкими партиями (покупатель заказывает необходимое количество товаров, которое поставляется ему партиями в течение определенного периода).*

Преимущества – ускоряется оборачиваемость капитала, так как товары оплачиваются по мере поступления отдельных партий; достигается эконо-

мья площади складских помещений; сокращаются затраты на документирование поставки, поскольку оформляется только заказ на всю поставку.

Недостатки – вероятность заказа избыточного количества товаров; необходимость платы всего количества товаров, определенного в заказе.

*Ежедневные (ежемесячные) закупки по котировочным ведомостям* широко используются там, где закупаются дешевые и быстро потребляемые товары.

Котировочные ведомости составляются ежедневно (ежемесячно) и включают следующие сведения:

- полный перечень товаров; количество товаров, имеющихся на складе;
- требуемое количество товаров.

Преимущества – ускорение оборачиваемости капитала, снижение затрат на складирование и хранение, своевременность поставок.

*Получение товара по мере необходимости*

Метод похож на регулярную поставку товаров, но характеризуется следующими особенностями: количество поставляемых товаров устанавливается, а определяется приблизительно; поставщики перед выполнением каждого заказа связываются с покупателем; оплачивается только поставленное количество товара; по истечении срока контракта заказчик не обязан принимать и оплачивать товары, которые еще только должны быть поставлены.

Преимущества – отсутствие твердых обязательств по покупке определенного количества товаров, ускорение оборота капитала, минимум работы по оформлению документов.

*Закупка товара с немедленной сдачей*

Покупка нечасто используемых товаров, когда невозможно получить их по мере необходимости.

Основной задачей планирования является определение на основании разработанных норм и нормативов потребности предприятия в материальных ресурсах, необходимых для осуществления его производственно-хозяйственной деятельности по различным направлениям: основному и вспомогательному производству, обслуживанию инфраструктуры предприятия.

Любое предприятие, производственное или торговое, имеет службу (отдел закупок или службу снабжения), осуществляющую закупку, доставку и временное хранение предметов труда. Эффективная работа этой службы во многом зависит от организационной структуры предприятия. Организация службы, отвечающей за выполнение всех задач по снабжению производства, позволяет оптимально наладить движение материального потока.

Планирование потребности в материальных ресурсах находит отражение в балансе материально-технического снабжения. В этом плановом документе приводится в соответствие потребность в материальных ресурсах и ис-

точники ее покрытия. В формализованном виде *баланс* материально-технического снабжения выглядит так:

$$\sum_{ij} P = \sum_{ki} U, \quad (1)$$

где  $\sum P$  – потребность в  $i$ -м материале для  $j$ -х целей;  $\sum U$  – сумма  $k$ -х источников  $i$ -го материала.

Для расчета показателей баланса материально-технического снабжения требуются следующие данные:

- производственная программа выпуска продукции;
- нормы расхода материальных ресурсов, характеризующие потребность в данном материальном ресурсе на изготовление одного изделия;
- нормы износа изделий, деталей, характер использования которых зависит от времени их функционирования или количества произведенной работы (например, стойкость для инструмента; время эксплуатации запасных частей и других быстроизнашивающихся материалов);
- нормы производственных запасов и данные о величине ожидаемых остатков на начало планируемого периода (для их определения важно знать размер партии поставок и интервал поставок материальных ресурсов от поставщиков, форму поставок и др.);
- потребность во вспомогательных материальных ресурсах для различного рода ремонтно-эксплуатационных нужд.

Для определения потребности в материальных ресурсах применяют следующие методы.

*Метод прямого счета.* Он имеет ряд разновидностей: подетальный; поиздельный; по типовым представителям данной группы изделий; по аналогии и др. *Подетальный способ* определения потребности в материальных ресурсах применяют в текущем, оперативном внутрипроизводственном планировании. Преимущество этого метода состоит в возможности более точно определить потребность в данном материальном ресурсе с учетом наличия конкретных деталей на всех стадиях производственно-технологической цепочки. *Поиздельный метод* определения потребности в материальных ресурсах базируется на использовании норм расхода на изделие в целом и соответственно на производственной программе выпуска этих изделий. Применение этого метода на предприятиях многономенклатурного производства может оказаться весьма трудоемким. Для устранения этого недостатка используют метод *расчета потребности в материальных ресурсах по типовым представителям для групп однородной продукции* (типичным представителем является такое изделие, норма расхода которого приближается к средневзвешенной норме по группе изделий). Если планируется производство новых видов изделий, на которые еще не разработана норма расхода, то можно применять *метод расчета потребности в материальных ресурсах «по аналогии»*. В этом случае используется коэффици-

ент, учитывающий изменение нормы расхода данного изделия по сравнению с аналогичным.

Во многих отраслях промышленности для расчета потребности в материальных ресурсах применяется *рецептурный метод*. Например, производство изделий из стекла, пластмасс, железобетонных изделий, продукция пищевой промышленности предполагает использование в производстве нескольких составляющих (материалов). Для того чтобы получить изделие с заранее заданными качественными характеристиками, разрабатывается его рецептура. В рецептуре смеси указывается процентное соотношение каждого материала, используемого при производстве данного изделия.

Кроме того, для расчета потребности в материальных ресурсах используют данные об объемах их использования в предыдущие периоды. Наиболее простым является *метод динамических коэффициентов*, учитывающий фактический расход материальных ресурсов в предыдущем периоде, который корректируется с учетом коэффициента изменения производственной программы. На самом деле этот метод очень субъективный с точки зрения обоснования применяемых корректирующих коэффициентов. Его можно использовать только в крайнем случае. Менее субъективным является *метод экстраполяции статистических данных* о фактическом расходе материальных ресурсов в предыдущие периоды. При использовании этого метода анализу подвергаются данные за несколько периодов и устанавливаются основные тенденции динамики потребности в материальных ресурсах на предстоящие периоды времени.

Таким образом, по всем направлениям производственно-хозяйственной деятельности предприятия рассчитывается потребность в необходимых материальных ресурсах. Эта потребность сводится в план материально-технического снабжения на определенный временной интервал. Одновременно на предприятие поступают и не планируемые заранее (внеочередные) заказы на выпуск готовой продукции. Для их выполнения также нужны материальные ресурсы и организация дополнительных поставок. Эта работа связана с прогнозированием потребности в материальных ресурсах. Для прогнозирования потребности в материальных ресурсах используют *экономико-математические методы и моделирование, методы системного анализа*, в том числе разновидности *методов экспертных оценок*.

Отраслевые особенности потребления материальных ресурсов находят свое отражение в нормах расхода, которые характеризуют количество материала, необходимого для изготовления единицы готовой продукции или выполнения единицы работ.

*Нормирование* выступает действенным средством ресурсосбережения, дополнительным стимулом научно-технического прогресса и инструментом контроля за использованием сырья, материалов. Нормирование материальных ресурсов позволяет осуществить управляющее воздействие на методи-

ческое обеспечение, планирование и организацию, координацию и контроль материальных потоков в логистической системе, оказывая ресурсосберегающее воздействие на процесс материалопотребления.

Эффективность применения методов нормирования расхода материальных ресурсов оценивается с помощью параметров ресурсосбережения. Важнейшие из них: показатель выхода продукции; коэффициент использования материальных ресурсов; коэффициент раскроя материалов; показатели материалоемкости; норма естественной убыли и др.

Эффективно выстроенный менеджмент в логистике снабжения может значительно влиять на конкурентоспособность конкретного предприятия и системы поставок в целом. Потери из-за неэффективного управления сферой снабжения в ряде случаев составляют от 30 до 40 % общих затрат на снабжение. Поэтому важно обратиться к *принципам*, которыми следует руководствоваться в логистическом менеджменте снабжения.

*Принцип первый:* от ориентации на цену покупки – к ориентации на совокупную стоимость. Он предполагает на практике строгий учет всех расходов. Пока главным критерием при заключении сделки для многих потребителей является ориентация на низкую закупочную цену; не уделяется должного внимания расходам, возникающим в связи с этим в других звеньях логистической цепи. Необходимо добиваться снижения общей суммы издержек, даже если это ведет к приобретению материальных ресурсов по более высокой закупочной цене.

*Принцип второй:* от вертикальной интеграции – к горизонтальной интеграции. Управление логистикой снабжения нужно строить на использовании горизонтальных, интегрированных связей. К логистике снабжения должны быть подключены все внутренние потребители закупаемой продукции.

*Принцип третий:* заниматься логистикой снабжения должны специалисты, заинтересованные в результатах своей работы. Вряд ли можно избавиться от злоупотреблений и недобросовестных сделок в снабжении, если высококвалифицированные специалисты получают заработную плату, неадекватную ответственности за использование ценности контролируемых ими материальных и финансовых потоков.

*Принцип четвертый:* от стандартного подхода – к инновационным методам решения проблем. Необходимо применять современные аналитические оценки и способы ранжирования поставщиков, использовать системы стохастического прогнозирования рынка поставщиков, инновационные модели управления запасами, каталоги взаимозаменяемой продукции для минимизации запасов, модели оптимального потребления ресурсов, электронную коммерцию и др.

*Принцип пятый:* от простого приема информации – к пониманию и анализу этой информации. Необходимо знать, как повлияет полученная информация на развитие ситуации в системе поставок в целом. Видеть процессы потребления материальных ресурсов изнутри, понимать тенденции развития рынка поставок и учитывать экономическое положение поставщи-

ков, разбираться в том, как эти процессы влияют на нужды собственного производства и суммарные издержки. Логист, обладая навыками работы с информацией, способен содействовать повышению эффективности управления системой поставок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Гаджинский, А. М.** Логистика : учеб. для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки «Экономика» / А. М. Гаджинский. – 14-е изд., перераб. и доп. – М. : Дашков и К, 2012. – 472 с.

2 **Бауэрсокс Доналд Дж.** Логистика: интегрированная цепь поставок / Д. Дж. Бауэрсокс, Д. Дж. Клосс ; пер. с англ. Н. Н. Барышниковой, Б. С. Пинскера. – М. : Олимп-Бизнес, 2005. – 640 с.

3 **Дроздов, П. А.** Основы логистики : учеб. пособие / П. А. Дроздов. – Минск : БГЭУ, 2008. – 211 с.

4 Логистика : учеб. для студ. вузов / Б. А. Аникин [и др.] ; под ред. Б. А. Аникина ; Гос. ун-т управления, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений РАН, Моск. гос. техн. ун-т им. Н. Э. Баумана. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 368 с.

5 **Неруш, Ю.М.** Логистика : учеб. / Ю. М. Неруш ; Моск. гос. ин-т междунар. отношений (ун-т). – 4-е изд., перераб. и доп., 2007. – 520 с.

6 Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под ред. В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2004. – 976 с.

7 Основы логистики : учеб. пособие / под ред. Л. Б. Миротина и В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 200 с.

Получено 27.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.2.004(476.6)

*О. Ю. ГУРСКИЙ* (УД-52)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ГРОДНЕНСКОГО ПЕРЕГРУЗОЧНОГО УЗЛА

Рассмотрена роль пунктов перегрузки при проследовании грузового потока в местах стыкования колеи 1520/1435 мм. Проанализированы технология работы объединенной станции Гродно и перспективы развития в качестве крупного перегрузочного узла.

Развитие транспортно-логистической системы Республики Беларусь включает процесс вовлечения транспортных предприятий Республики Беларусь в интегрированные товарно-транспортные логистические цепи товародвижения на мировом рынке. Объем транзитных перевозок в сообщении

Азия – Европа – Азия по территории Беларуси постепенно увеличивается. Среди наиболее важных причин такого роста – укрепление технологического партнёрства и взаимодействия участников перевозочного процесса. Результатом взаимодействия стало существенное увеличение транспортного потока между Европой и Китаем, который образует устойчивый по объёму грузопоток на маршруте Китай – Европа – Китай.

В 2017 году «Объединенная транспортно-логистическая компания» начала перевозки на новых транзитных коридорах, проходящих через станцию Брузги Белорусской железной дороги и через станции Калининградской железной дороги. По прогнозам экспертов, данное направление является перспективным.

Пропускная способность железнодорожных линий евразийского коридора на пространстве колеи 1520 мм имеет достаточный резерв. Например, если транспортный поток от Китайских партнёров увеличится в 2 раза, то железнодорожная инфраструктура стран колеи 1520 мм может справиться с данным потоком без существенного изменения уже сложившейся технологии и без инвестиций в основные средства. Однако существует проблема в обеспечении эффективной обработки возрастающего объёма на стыках 1520/1435 мм. Для решения этой проблемы необходимо взаимодействие по пунктам пограничных переходов на границе с Польшей.

Одним из перспективных пунктов перегрузки грузов из вагонов колеи 1520 мм в вагоны колеи 1435 мм являются станции Лососно и Брузги, которые входят в состав Гродненского узла. Чтобы максимально эффективно использовать все возможности быстрой передачи грузов в страны Европы и тем самым повысить маршрутную скорость, необходимо комплексно рассматривать эксплуатационную работу Гродненского узла Белорусской железной дороги.

Место перегрузочного пункта следует рассматривать с учётом логистической схемы (рисунок 1).

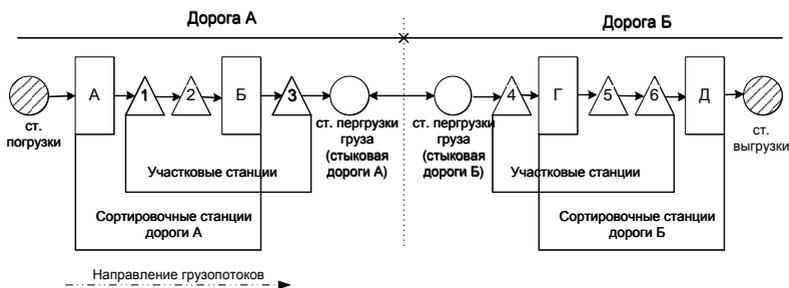


Рисунок 1 – Место перегрузочных районов в логистической схеме

На схеме представлены станции погрузки, выгрузки, технические станции дороги А и Б, а также перегрузочный район. В зависимости от технологии работы перегрузочного района, перегрузочные работы могут осуществляться как на станции перегрузки дороги А, так и на станции перегрузки дороги Б.

Если при перевозке груза необходимо проследовать государственную границу, вагон с грузом проходит через станции передачи груза. Общее время доставки груза от грузоотправителя к грузополучателю состоит из времени нахождение на станции погрузки, времени движения по участкам инфраструктуры (дорога А), времени на передаточные операции (перегрузка груза и оформление документов), времени на движение по путям участка инфраструктуры (дорога Б), а также времени нахождение на станции выгрузки.

Время доставки груза зависит от числа участков в пути следования, а также от количества технических станций на маршруте, которые проходит вагон с грузом.

В общем виде время доставки груза можно выразить:

$$T_{\text{дост}} = T_{\text{ст.п}} + T_{\text{дв}}^{1 \text{ инф}} + T_{\text{пер}}^{\text{раб}} + T_{\text{дв}}^{2 \text{ инф}} + T_{\text{ст.в}}$$

Продвижение транспортного потока должно быть обеспечено наличной пропускной способностью объектов железнодорожной инфраструктуры. По объектам инфраструктуры следует установить наличную пропускную способность. Транспортный поток должен беспрепятственно продвигаться, поэтому необходимо соблюдать условие:

$$N_{\text{потр}} + N_{\text{рез}} \leq N_{\text{нал}}$$

Наличная пропускная способность железнодорожной инфраструктуры на маршруте доставки зависит от наличной пропускной способности технических станций, участков перегрузочного района. Минимальная пропускная способность будет ограничивать пропускную способность направления:

$$N_{\text{н}} = \min N_{s1}, N_{s2}, \dots, N_{sn}; N_{уч1}, N_{уч2}, \dots, N_{учn}, N_{\text{пер.п}}$$

Пропускная способность перегрузочного района зависит от путевого, технического оснащения и технологии работы. Эксплуатационная работа Гродненского перегрузочного района включает переработку вагонопотока на станции Гродно, организации передаточного движения, маневровой и грузовой работы на станциях перегрузки (Гродно, Лососно, Брузги).

В Гродненский железнодорожный узел входят станции Аульс, Гродно, Лососно, Брузги. Все станции объединены под единым руководством начальника объединенной станции Гродно. Станции Аульс – 1-го класса, Гродно – 1-го класса, Лососно – 3-го класса, Брузги – 2-го класса. Гродненский узел работает на два направления: Республика Польша, а также Мосты и далее Лида, Волковыск.

В соответствии с планом формирования грузовых поездов на Белорусской железной дороге к Гродненскому узлу прибывают вывозные поезда со станции Мосты, участковые поезда со станции Волковыск и станции Лида, со станции Барановичи сквозные поезда.

Время обработки состава на станции Гродно по прибытию согласно технологическому графику составляет в среднем около 40 минут, а технологическое

время по обработке состава по отправлению вывозного поезда на станции узла составляет около 60 минут. После переработки вагонов на станции Гродно вагоны на станции Лососно и Брузги доставляются вывозными поездами.

График движения вывозных поездов на участке Гродно – Брузги представлен на рисунке 2.

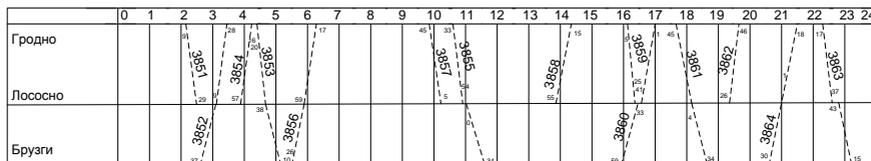


Рисунок 2 – График движения вывозных поездов на участке Гродно – Брузги

Графиком движения поездов установлено, что в сутки на станцию Лососно следует три пары вывозных поездов, на станцию Брузги – четыре пары поездов.

Станция Аульс состоит из двух парков, имеет маневровый локомотив, работающий круглосуточно. На подъездном пути «Азот» имеются собственные маневровые локомотивы. При увеличении объемов работы по заявке начальника объединенной станции Гродно приказом дежурного по отделению дороги назначается дополнительный маневровый локомотив. На станции в дневное время работают четыре маневровых локомотива по колею 1520 мм и один локомотив по колею 1435 мм, в ночное время работают три локомотива по колею 1520 мм.

Развоз местного груза в узле осуществляется передаточными, вывозными и маневровыми локомотивами. Количество работающих на узле локомотивов постоянно меняется в зависимости от объемов работы, что позволяет снижать эксплуатационные расходы.

Время на обработку состава вывозного поезда на станции Лососно по прибытию составляет 16 минут, на станции Брузги – 30 минут. Технологическое время на обработку состава вывозного поезда по отправлению на станции Лососно – 36 минут, на станции Брузги – 42 минуты. Исходя из графика движения поездов, производится планирование подачи вагонов на грузовые фронты для выполнения перегрузочных операций. Технология работы перегрузочных станций согласуется с графиком движения поездов с Польских железных дорог.

Размеры погрузки и выгрузки на станциях Гродненского узла за май – июнь 2018 г. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Размер погрузки и выгрузки на станциях узла, вагонов в сутки

Станция	Погрузка	Выгрузка
Лососно	8,10	25,15
Брузги	6,07	35,77
Аульс	87,62	40,65
Гродно	7,41	9,93
Всего в узле	109,20	111,5

На регулярной основе через Гродненский узел организовано движение контейнерного поезда из Китая в Европу. Перегрузка совершается прямым способом с платформ колеи 1520 мм на платформу 1435 мм при помощи ричстакера.

Выводы: 1 Для переработки грузопотока на станциях перегрузки узла необходимо исследовать изменения структуры грузов, который планируется перевозить через Гродненский узел. 2 Для повышения пропускной способности узла необходимо развивать объекты инфраструктуры, погрузочно-разгрузочные механизмы, что позволит сократить затраты времени на перегрузочные операции. 3 Совершенствование эксплуатационной работы узла связано с разработкой согласованного графика движения вывозных поездов узла, плана формирования, графика движения поездов на участках, а также технологические процессы станций перегруза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

2 Технология работы участковых и сортировочных станций (Теория и передовая практика) / И. Г. Тихомиров [и др.] ; под общ. ред. И. Г. Тихомирова. – М. : Транспорт, 1966. – 315 с.

3 Технологический процесс организации местной работы на 2017–2018 гг. на УП «Барановичское отделение Белорусской железной дороги».

4 Технологический процесс станций Гродно, Лососно, Брузги.

Получено 27.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 666.97.002.35

*А. В. ГУТОРЕВА* (ПР-21)

Научный руководитель – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК*

## **ВЛИЯНИЕ РАСШИРЯЮЩИХ СУЛЬФОАЛЮМИНАТНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ**

Объектом исследования данной статьи является сульфоалюминатный расширяющий модификатор РСАМ. Приведены основные характеристики данной добавки. Показаны результаты испытаний ячеистых бетонов, содержащих в своем составе РСАМ. На основе показанных результатов сделан вывод о целесообразности и эффективности использования расширяющих сульфоалюминатных добавок для получения высокопрочных ячеистых бетонов.

Обязательными компонентами современного высокофункционального бетона являются добавки. Оптимальное сочетание добавок-модификаторов,

а при необходимости, совмещение с ними в небольших количествах и других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне так, чтобы придать бетону свойства, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность конструкций.

На сегодняшний день ячеистый бетон особенно востребован, так как он является практически единственным строительным материалом, позволяющим изготавливать однослойную стену, не требующую дополнительного утепления. При этом ячеистый бетон, как показывает практика, обладает рядом преимуществ по сравнению с другими стеновыми материалами.

Одной из актуальных проблем в производстве ячеистого бетона является необходимость снижения его плотности. Кроме того, возникает возможность сокращения расхода таких дорогостоящих сырьевых материалов, как известь и цемент, а также затрат на помол песка и известково-песчаного вяжущего. Основной проблемой в данном случае является невысокая прочность ячеистого бетона. Решение этой проблемы позволит обеспечить сохранность готовых изделий при транспортировке и укладке в процессе их производства и применения. Большое значение при этом имеет возможность уменьшения толщины стеновых блоков и снижения нагрузки на фундамент.

В связи с этим в производстве ячеистого бетона стали широко применяться различные модифицирующие добавки неорганического и органического происхождения, способствующие изменению свойств, структуры и фазового состава материала в заданном направлении [1].

В качестве добавки, которая активизировала бы физико-химические процессы, лежащие в основе структурообразования и набора прочности, используется расширяющий сульфоалюминатный модификатор (РСАМ).

**Характеристика РСАМ.** РСАМ получают путем обжига во вращающейся печи при температуре 900–1100 °С смеси фосфогипса, глины и мела. Указанные сырьевые компоненты при твердофазовом спекании обеспечивают необходимую минералогическую основу, которая по своим физико-химическим характеристикам должна обеспечить интенсификацию процессов гидросиликатного твердения. При этом при производстве РСАМ в результате спекания глинистые минералы разлагаются, и продукты их разложения вступают во взаимодействие с другими компонентами сырьевой смеси. Минералогическая основа РСАМ представлена ангидритом, сульфоалюминатом кальция, сульфосиликатом кальция, кремнеземом, небольшим количеством метакаолинита. Основные свойства приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химические показатели РСАМ

Наименование показателя	Значение показателя по СТБ 2092–2010
Внешний вид	Сыпучий порошок цвета от светло-бежевого до светло-коричневого
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2750–3000
Влажность, % не более	0,1
Тонкость помола: удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг, не менее остаток на сите с сеткой № 008, %, не более	300 15,0
Содержание, %: оксида алюминия (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) ангидрида серной кислоты (SO <sub>3</sub> ); хлор-ионов, не более	6,0–10,0 20,0–30,0 0,1
Линейное расширение, %, не менее	0,1
Самонапряжение, МПа, не менее	1,0
Применяемость для резервуаров питьевой воды	Разрешается

Вяжущее, состоящее из смеси добавки РСАМ с портландцементом (без минеральных добавок) обеспечивает в возрасте 28 суток линейное расширение не менее 0,05 %, самонапряжение не менее 1,0 МПа.

Дополнительные эффекты:

- снижение проницаемости бетонов (до марки по водонепроницаемости W20 и выше);
- повышение коррозионной стойкости и долговечности бетонов;
- расширение и самонапряжение бетонов;
- пластифицирующее, стабилизирующее и водоудерживающее действие на бетонные смеси;
- улучшение перекачиваемости и стабильность консистенции бетонных смесей во времени;
- линейное расширение не менее 1,2 %, самонапряжение не менее 1,71 МПа.

При одном и том же расходе вяжущего введение модификатора РСАМ в состав бетона значительно увеличивает прочность как при сжатии, так и при изгибе, а также повышает морозостойкость и водонепроницаемость и снимает проблему возникновения трещин.

**Испытание ячеистых бетонов.** СМ вводился в состав ячеистобетонной смеси, рассчитанной на получение ячеистого бетона плотностью 200–500 кг/м<sup>3</sup>, в количестве 1–5 % от массы сухих компонентов в молотом виде с удельной поверхностью 2500–3000 см<sup>2</sup>/г. Формование изделий осуществлялось литьевым способом при В/Т = 0,6. Запаривание

сырца производилось в автоклавах ОАО «Минский КСИ» при избыточном давлении 1,0 МПа. После запаривания изделия подвергались испытанию на прочность при сжатии [2].

Исследования проводились на лабораторных образцах-кубах размером 10х10х10 см, в связи с чем прочность контрольных образцов является несколько завышенной, однако это не влияет на конечный результат, так как основной интерес представляют не столько сами значения прочности, сколько соотношение между прочностями контрольных и модифицированных образцов.

Результаты испытаний приведены на рисунке 1 и в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, добавка РСАМ увеличивает прочность образцов по сравнению с контрольными в среднем примерно в 1,8 раза для ячеистого бетона со средней плотностью 400–500 кг/м<sup>3</sup> и в 1,5 раза – для средней плотности 200–300 кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2 – Результаты испытаний

Содержание добавки, масс. %	Предел прочности при сжатии, МПа	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>
<i>Марка по плотности D500</i>		
0	2,5	508
1	4,2	474
2	4,6	489
3	4,9	512
4	5,5	502
5	5,6	499
<i>Марка по плотности D400</i>		
0	2,2	412
1	3,8	392
2	4,0	404
3	4,6	409
4	4,9	418
5	5,0	415
<i>Марка по плотности D300</i>		
0	2,1	308
1	2,7	297
2	3,4	304
3	4,1	309
4	3,5	306
5	3,8	314
<i>Марка по плотности D200</i>		
0	1,3	212
1	1,6	206
2	2,1	210
3	2,5	216
4	2,4	209
5	2,4	218

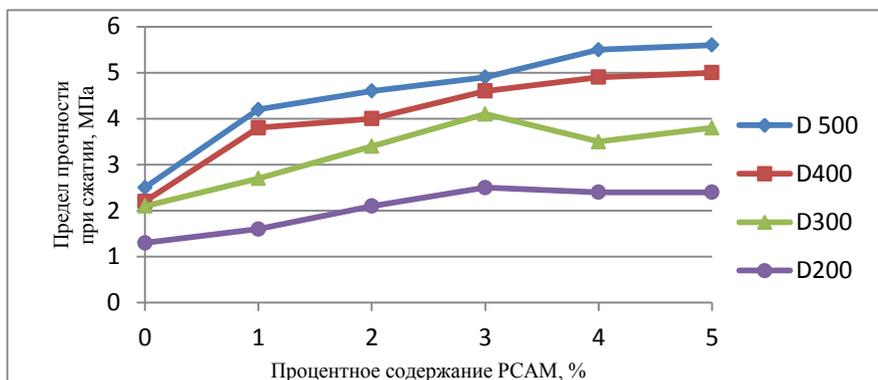


Рисунок 1 – Зависимость прочности бетона от содержания РСАМ

При увеличении содержания РСАМ наблюдается плавный постепенный прирост прочности во всех образцах (см. рисунок 1).

Дальнейшее увеличение содержания добавки РСАМ в ячеистом бетоне представлялось нецелесообразным из-за возможного замедления роста пластической прочности сырца и снижения морозостойкости готовых изделий.

С помощью рентгенофазового и дифференциально-термического анализа было установлено, что РСАМ вследствие своей минералогической основы оказывает интенсифицирующее воздействие на процессы гидросиликатного твердения. Это способствует увеличению прочности ячеистого бетона.

Таким образом, введение в состав ячеистобетонной смеси на стадии ее приготовления модифицирующих добавок в количестве 3–5 % от массы сухих компонентов позволяет регулировать основные эксплуатационные характеристики ячеистого бетона, повышая его прочность и сохраняя необходимую морозостойкость. Разработанные составы могут быть рекомендованы для изготовления несущих и ограждающих конструкций, а также для конструкций теплоизоляционного назначения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Безрукова, Т. Ф.** Добавки в ячеистый бетон / Т. Ф. Безрукова. – М. : ВНИИЭСМ, 1990. – 37 с.
- 2 **Барановская, Е. И.** Получение автоклавного газобетона с улучшенными физико-механическими свойствами / Е. И. Барановская, А. А. Мечай // Труды БГТУ. Серия III. Химия и технология неорганических веществ. – 2009. – Вып. XVII. – С. 40–44.

Получено 27.10.2018

УДК 625.7/8

*А. В. ЖГУНЦОВА (СА-51)*

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГНОЗНЫХ МОДЕЛЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

Рассмотрены прогнозные модели изменения основных транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги (для нежёстких дорожных одежд). Выявлены недостатки прогнозных моделей изменения ровности, сцепления и развития колеиности. Представлена концептуальная модель стратегии планирования ремонтов и дана её краткая характеристика. Определена рациональная область применения методов прогнозирования, представлены сдерживающие факторы.

Занимая выгодное географическое положение необходимо стремиться к тому, чтобы сеть автомобильных дорог приносила определённый доход от её использования транзитными транспортными средствами. При выборе направления движения в числе прочих факторов учитывается и транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги. Для дорог высших технических категорий особенно важно своевременное проведение ремонтных работ, позволяющее восстановить основные эксплуатационные показатели, такие как ровность и сцепные качества дорожного покрытия. В практике эксплуатирующих организаций натурное периодическое измерение параметров автомобильной дороги является обоснованием назначения ремонтного мероприятия. Однако существует научно обоснованное направление в диагностике автомобильных дорог (прогнозирование), позволяющее предсказывать наступление предельного состояния [1].

Основным элементом, воспринимающим транспортную нагрузку, является дорожная одежда. Поэтому среди показателей, отражающих состояние автомобильной дороги, в качестве основных рассматриваются следующие:

- 1) значение международного индекса ровности – определяет экономические показатели перевозочного процесса, влияет на безопасность движения, скорость и коррелирует с прочностью дорожной одежды;
- 2) коэффициент сцепления – влияет на безопасность движения;
- 3) глубина колеи – влияет на безопасность движения.

Основным документом, регламентирующим диагностику автомобильных дорог в Республике Беларусь, является ТКП 140 [2]. Прогнозирование измене-

ния перечисленных показателей для нежестких дорожных одежд производится из условия отсутствия ремонтных мероприятий на протяжении временного отрезка, принятого для расчета и соответствия прочностных показателей требуемым значениям. Исходными данными для расчета значения международного индекса ровности являются: фактическое значение индекса ровности, суммарное число приложении расчетных нагрузок, нормируемое значение индекса ровности и продолжительность расчетного периода. При прогнозировании коэффициента сцепления учитываются: начальное значение коэффициента сцепления, суммарное воздействие числа физических единиц транспортных средств на полосу движения, состав транспортного потока (доля грузовых транспортных средств) и др. Прогнозирование развития колеиности производится исходя из: суммарного значения расчетных нагрузок воздействующих на рассматриваемую полосу, расчетной группы нагрузок, категории автомобильной дороги и т.д. Каждая из перечисленных прогнозных моделей имеет свои недостатки.

Отсутствие возможности в широком диапазоне учитывать прочность дорожной одежды при прогнозировании изменения ровности дорожной одежды. Например, для I технической категории и нагрузки  $A_2$  минимальное значение модуля упругости составляет 270 МПа, а при реконструкции автомобильной дороги М5 на участке от г. Бобруйска до г. Жлобина значение модуля упругости составляло от 350 до 370 МПа. Прогнозные модели, разработанные в других странах, позволяют учитывать или фактическое значение модуля упругости или значение коэффициента запаса прочности. В предыдущей редакции ТКП 140 такая возможность была учтена. Существует прямая зависимость между прочностью и ровностью дорожной одежды. Увеличение числа неровностей на автомобильной дороге приводит к увеличению числа динамических ударов колес транспортных средств по покрытию, способствует интенсификации развития различных деформаций.

Отсутствие возможности учесть климатические факторы и свойства асфальтобетона при прогнозировании изменения коэффициента сцепления. Например, среднее время, в течение которого происходит втапливание выпирающих щебенки в тело асфальтобетона при воздействии нагрузки, для Витебской области составляет 400–600 часов в год, а для Гомельской – 1000–1100 часов.

Отсутствие возможности в широком диапазоне учитывать свойства асфальтобетонов при прогнозировании развития колеиности. Учитывая достаточное разнообразие типов асфальтобетонов и продолжающиеся разработки в области повышения эксплуатационных характеристик дорожного асфальтобетона, целесообразно было бы учитывать тип асфальтобетона и его свойства, а также прочностные показатели дорожной одежды, так как колея может являться не только следствием недостаточной сдвигоустойчивости. Причинами колеи могут быть также недостаточная прочность дорожной одежды (ошибки при проектировании), резкое увеличение интенсивности и

массы транспортных средств на участке, как результата изменения народнохозяйственного значения дороги и др.

Однако Беларусь не единственная страна на территории постсоветского пространства, дорожники которой занимаются прогнозированием изменения ровности. Можно отметить исследования, проведенные в Харьковском автодорожном институте Демишканом В.Ф. [3] и Красиковым О.А. (Каздорнии) [4]. Неслучайно один из перечисленных исследователей представляет Харьковский автодорожный институт, сейчас Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. На протяжении почти семидесяти лет ученые и исследователи ХАДИ вносят существенный вклад в развитие дорожной науки. Разработка прогнозных моделей в Казахстане тоже не случайна, динамично развивающаяся экономика этого государства влияет и на развитие дорожной сети региона. Методики Демишкана В.Ф. и Красикова О.А. в качестве исходного используют значение ровности, полученное толчкометром ГХК-2, в то время как белорусская модель ориентирована на значение международного индекса ровности. Ровность является основным эксплуатационным показателем в межремонтный (между капитальными ремонтами) период, так как этот показатель непосредственно влияет на экономические показатели перевозочного процесса и безопасность дорожного движения. Отсутствие прогнозных моделей, разработанных российскими учеными, можно объяснить огромным разнообразием условий эксплуатации автомобильных дорог, пропущенными ремонтными сроками на 10 и более лет во многих районах федерации и другими причинами, не позволяющими получить одну расчетную формулу. Российские исследователи проводят большую работу по установлению корреляционных зависимостей между показаниями различных приборов для оценки ровности.

Использование прогнозных моделей позволяет:

- разрабатывать стратегию ремонтных мероприятий участка автомобильной дороги с нежесткой дорожной одеждой;
- разработать автоматизированную систему управления дорожной организацией (АСУ ДО);
- осуществлять планирование потребности в кадрах для дорожной отрасли и др.

Стратегия ремонтных мероприятий разрабатывается на многолетнюю перспективу с учетом сроков капитального ремонта или реконструкции участка. Чаще всего на нежестких дорожных одеждах первым предельного значения достигает значение международного индекса ровности (рисунок 1). В рассматриваемом примере ремонтное мероприятие производится на следующий год после достижения предельного состояния, что обусловлено температурными ограничениями для работы с органическими вяжущими. Обобщая зарубежный опыт стоит отметить, что такой вид ремонта как поверхностная обработка [5] несущественно (на 4 %) ухудшает ровность и рекомендуется для восстановления сцепных качеств, которые еще не до-

стигли предельных значений. Поэтому первым видом ремонта будут являться: устройство слоев ТОНФРИЗ [6] или защитных слое из холодных литых асфальтобетонных смесей [7].

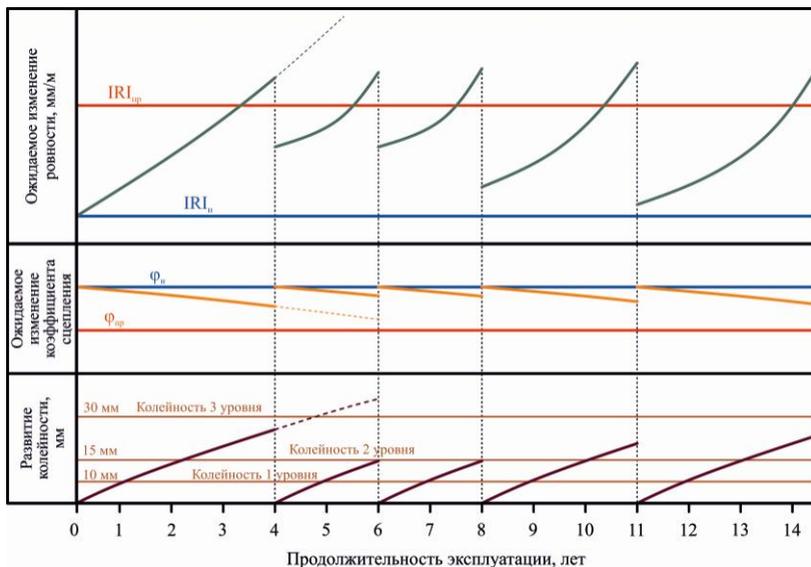


Рисунок 1 – Концептуальная модель стратегии ремонтов нежёсткой дорожной одежды

Следующие технологии ремонта будут с каждым разом более затратными как по экономическим, так и по временным показателям. Накопление числа осей транспортных средств приводит к более интенсивному ухудшению ровности. Поэтому третий и последующие виды ремонта будут включать обязательную технологическую операцию – фрезерование дорожной одежды. Фрезерование с устройством выравнивающего слоя позволяет восстановить ровность в продольном и поперечном направлениях. Концептуальная модель, представленная на рисунке 1, разработана на основании данных об участке автомобильной дороги М5 на обходе г. Бобруйска. Проблемной позицией является прогноз развития колеиности, так как полученные данные не совсем корректно соотносятся с реальной ситуацией. Это может свидетельствовать о необходимости корректировки расчетной формулы.

Вторым важным преимуществом прогнозирования является возможность разработки АСУ ДО. Автоматизация управления ставит целью разработку перспективных планов работы и оптимизацию потребных для этого ресурсов. В дорожной отрасли Республики Беларусь используются некото-

рые программные продукты, позволяющие частично автоматизировать некоторые расчеты («БелМост», система управления транспортно-эксплуатационным состоянием дорог «Ремонт», Автоматизированная система по управлению технологическими процессами по зимнему содержанию автомобильных дорог с использованием спутниковой системы определения координат и т.д.), но полноценной системы управления не существует. Полноценная система управления объединяет системы управления состояния автомобильной дороги, ресурсами, дорожными машинами и персоналом. При разработанном на многолетнюю перспективу плане ремонтов появляется возможность планировать и численность персонала организации, что особенно важно, так как подготовку специалистов осуществляют специализированные учреждения образования. Эффективность образования частично определяется потребностью в выпускниках, которая не всегда соответствует производительности учреждения образования.

Использование прогнозных моделей позволяет разрабатывать различные стратегии ремонта автомобильной дороги на основании мощностей дорожных организаций, автоматизировать процесс управления как дорогой, так и дорожной организацией и повысить эффективность подготовки инженеров отрасли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Диагностика автомобильных дорог : учеб. пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, И. В. Нестерович. – Минск : Новое знание ; М. : Инфра-М, 2011. – 349 с.

2 Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики : ТКП 140-2015 (33200). – Минск : М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. дорожный науч.-исслед. ин-т "БелдорНИИ", 2016. – III, 61 с.

2 **Демишкан, В. Ф.** Усовершенствование управления состоянием автомобильных дорог в условиях ограниченных ресурсов : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.11; ХАДИ. – Харьков, 2000. – 19 с.

4. **Красиков, О. А.** Обоснование стратегий ремонта нежестких дорожных одежд : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 16.03.00; МАДИ. – М., – 2000. – 44 с.

5 Автомобильные дороги. Правила устройства асфальтобетонных покрытий и защитных слоев : ТКП 094-2012 (02191) : [утв. Департаментом "Белавтодор" М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь 26.07.12 : взамен ТКП 094-2007 (02191) : введено 01.10.12]. – Изд. официальное. – Минск : Белавтодор, 2012. – IV, 61 с.

6 Автомобильные дороги. Тонкие фрикционные износостойкие защитные слои. Правила устройства : ТКП 607-2017 (33200). – Минск : М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, 2017. – III, 16 с.

7 Автомобильные дороги. Правила устройства защитных слоев из холодных литых асфальтобетонных смесей: ТКП 606-2017 (33200). – Минск : М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, 2017. – III, 9 с.

Получено 02.03.2018

УДК 625.8

*О. С. ЗИЗЮК (СА-51)*

Научный руководитель – канд. техн. наук *Г. В. АХРАМЕНКО*

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЖЕСТКОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГИ В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ**

Дана характеристика полезным ископаемым в Белорусском Полесье и перспектива их разработки. Приведены преимущества дорожных одежд жесткого типа. Обосновано применение дорожных одежд жесткого типа при строительстве автомобильной дороги.

В Республике Беларусь в свете последних постановлений Правительства особое внимание придается развитию Припятского Полесья, на территории которого транспортная сеть развита достаточно слабо. Для успешного развития этого региона очевидно потребуются строительство новых автомобильных дорог, так как территория имеет солидный экономический потенциал.

Из известного далеко за пределами страны Глушковичского месторождения груженные строительным камнем МАЗы везут продукцию более чем за сотню километров к ближайшей железнодорожной станции, в райцентр Житковичи. За время пути белорусский щебень становится воистину золотым, хотя запасы его весьма велики. По расчетам геологов, в бассейне карьера «Крестьянская нива» имеется возможность прироста на площади более 200 гектаров и 130 метров в глубину, а это – миллиардные залежи сырья. Их достаточно для работы предприятия приблизительно на 400 лет!

В Беларуси сейчас гранитный облицовочный камень, а также брусчатка не производятся, а закупаются за валюту, хотя раньше ее отправляли за рубеж с тех же Глушкевичей. Так что экономическая выгода очевидна, как перспектива для возобновления экспорта.

Строительство автомобильных дорог ускорит промышленное освоение всех полезных ископаемых. К тому же не следует забывать, что на дворе XXI век, и он требует не только больших объемов добычи, но и умения работать более эффективно. И эти требования сегодня сможет обеспечить только современная транспортно-логистическая сеть. Вместе с тем не надо забывать о местном населении. Строительство дороги улучшит транспортное сообщение между населенными пунктами.

Наиболее приемлемым вариантом прохождения автомобильной дороги должен стать маршрут: станция Мозырь – Лельчицы – Глушкевичи. Его протяженность около 110 километров.

Одним из вопросов при строительстве автомобильной дороги является выбор конструкции дорожной одежды. Для выбора целесообразной конструкции дорожной одежды в данной статье рассматриваются два варианта: нежесткая и жесткая дорожные одежды.

Основные преимущества дорожных одежд с цементобетонными покрытиями (жесткие дорожные одежды) заключаются в том, что при примерно одинаковой строительной стоимости они обеспечивают более долгий срок службы по сравнению с асфальтобетонными. К тому же они требуют меньших затрат на ремонт, а также для того, чтобы обеспечить в перспективе возможность повышения грузоподъемности дорожного покрытия в случае увеличения массы автомашин и интенсивности движения. Цементобетон более вынослив к действию знакопеременных нагрузок. Кроме того, цементобетонные покрытия обеспечивают безопасную эксплуатацию за счет светлого цвета полотна и высокого сцепления с колесом.

Основные качества цементобетонных покрытий, которые не оставляют сомнений в их преимуществе перед асфальтобетоном:

- большая прочность цементобетона в сравнении с асфальтобетоном;
- стабильность деформативных свойств цементобетона при изменении температуры;
- рост прочности цементобетона во времени при благоприятных условиях эксплуатации;
- доступность оборудования для скоростного строительства бетонных покрытий с высокими показателями ровности;
- высокая износостойкость, морозостойкость дорожного бетона;
- срок службы покрытий до капитального ремонта при высоком качестве строительства и нормальной эксплуатации может достигать 50 лет;
- стабильность коэффициента сцепления покрытия с колесами автомобилей, слабая его зависимость от степени увлажнения.

Конструкция нежесткой дорожной одежды и расчетные характеристики слоев приведены на рисунке 1 и в таблице 1 соответственно.

Толщина дорожной конструкции составила 96 см, конструкция соответствует всем прочностным характеристикам. Допускаемый упругий прогиб  $E_{\text{общ}} = 456$  МПа; условие сдвигоустойчивости  $T_a = 0,021$  МПа; сопротивление при изгибе  $\sigma_r = 0,84$  МПа; морозоустойчивость обеспечивается.

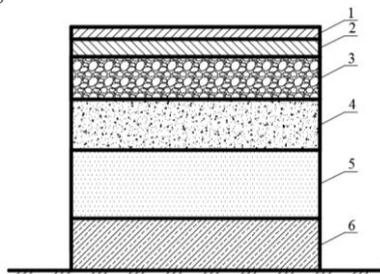


Рисунок 1 – Конструкция дорожной одежды нежесткого типа:

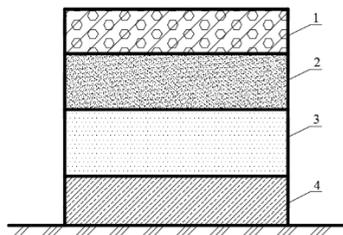
- 1 – асфальтобетон ЦМАг-I – 0,07 м;
- 2 – асфальтобетон ЦКПг-I – 0,09 м;
- 3 – щебеночно-песчаная смесь из малоактивных металлургических, обработанная цементом марки 75 – 0,20 м;
- 4 – рядовой шлаковый щебень – 0,25 м;
- 5 – песок средней крупности – 0,35 м;
- 6 – грунт земляного полотна – суглинок легкий

при изгибе  $\sigma_r = 0,84$  МПа; морозоустойчивость обеспечивается.

**Таблица 1 – Расчетные характеристики конструкции дорожной одежды нежесткого типа**

Номер слоя	Материал	h, м	Расчетные характеристики материалов, МПа		
			на упругий прогиб	на сдвиг	на растяжение при изгибе
1	Асфальтобетон ЦМАг-I	0,07	2400	1200	$E = 3600$ $R_i = 9,5$
2	Асфальтобетон ЦКПг-I	0,09	1400	800	$E = 2200$ $R_i = 7,8$
3	Щебеночно-песчаная смесь, обработанная цементом марки 75	0,2	1000	–	$R_i = 0,7$
4	Рядовой шлаковый щебень	0,25	200	–	$R_i = 0,1$
5	Песок средней крупности	0,35	120	$\varphi = 35^\circ$ $c = 0,004$ $E = 120$	–
6	Грунт земляного полотна – суглинок легкий	–	31,6	$\varphi = 16^\circ$ $c = 0,008$ $E = 31,6$	–

Конструкция дорожной одежды жесткого типа и характеристика слоев дорожной одежды представлена на рисунке 2 и таблице 2 соответственно.



**Рисунок 2 – Конструкция дорожной одежды жесткого типа:**  
 1 – монолитный цементобетон; 2 – песок, укрепленный цементом марки 60; 3 – песок средней крупности; 4 – грунт земляного полотна – суглинок легкий

**Таблица 2 – Расчетные характеристики конструкции дорожной одежды жесткого типа**

Номер слоя	Материал	h, м	$E_{10}$ , МПа	$R_{н}$ , МПа	$\varphi$ , град	C, МПа
1	Монолитный цементобетон класса $B_{тв}$ 4,0	0,22	33000 (1600)	5,0	–	–
2	Песок, укрепленный цементом марки 60	0,24	550	0,30	–	–
3	Песок средней крупности	0,25	120	–	35	0,004
4	Грунт земляного полотна – суглинок легкий	–	31,6	–	16	0,008

Толщина конструкции дорожной одежды составила 71 см. При данной толщине плиты покрытие обладает достаточной прочностью: сопротивление бетона  $R_{\text{пр}} = 2,40$  МПа; условие сдвигоустойчивости  $T_a = 0,0312$  МПа; морозоустойчивость обеспечивается.

Общая стоимость материалов нежесткой дорожной одежды на 1 км составляет 300515,57 рублей, жесткой – 265919,50 рублей. Укрупненное значение сметной стоимости строительства нежесткой дорожной одежды составила 702419 рублей, жесткой – 495313,36 рублей.

Таким образом конструкция жесткой дорожной одежды оказалась более дешевой по сравнению с нежесткой. Кроме того, учитывая те преимущества, которые были оговорены выше, основные из которых – это более продолжительный срок службы, значительно меньшие затраты на ремонт и обеспечение перспективного увеличения грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения в качестве оптимальной конструкции дорожной одежды принята жесткая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ТКП 45-3.03-112–2008 Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2009. – 99 с.

2 ТКП 45-3.03-244–2011 Автомобильные дороги. Дорожные одежды жесткого типа. Строительные нормы проектирования. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2012. – 60 с.

3 Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд. – Взамен ВСН 197–91. – М. : Росавтодор, 2004.

4 **Довгелюк, Н. В.** Проектирование дорожных одежд автомобильных дорог : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. В. Довгелюк, Н. В. Темников, М. А. Масловская. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 72 с.

5 Новости в дорожном деле : Научно-технический информационный сборник / ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР». – М., 2010. – Вып.2. – 68 с.

Получено 22.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.072

*А. А. ИГРАЕВА, В. Е. НАУМОВА (УЛ-21)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. А. ШАВИЛКОВ*

#### **ЛОГИСТИКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Рассмотрены существующие положения и основные тенденции развития логистики Республики Беларусь в современных условиях.

В мировой экономической системе логистика является наиболее эффективным, рыночно ориентированным способом планирования, формирования и развития товароматериальных и сопутствующих им потоков с наименьшими издержками во всей логистической цепи.

Активное обращение к логистике в Республике Беларусь обусловлено существенными изменениями условий хозяйствования предприятий и организаций. К их числу можно отнести:

- развитие сферы услуг;
- переориентация традиционного производства на работу «под заказ»;
- необходимость использования преимуществ геополитического положения и транзитного потенциала страны;
- увеличение общей стоимости транспортных услуг (что связано с расширением предлагаемого покупателям ассортимента товаров и ростом цен на топливо);
- обострение проблемы сбыта произведенной продукции и рост запасов готовой продукции на складах предприятий (особенно в кризисный период);
- бурное развитие информационных и коммуникационных технологий (создающее условия для гибкого реагирования производственных и торговых систем на быстро изменяющиеся приоритеты потребителя);
- вхождение в международные цепи поставок в результате усиления процессов глобализации и интеграции в мировой экономике.

Внедрение логистики на государственном уровне началось в 2008 г., когда Правительство утвердило Программу развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 г. Ее цель – создание эффективной логистической сети международного уровня с интеграцией в логистическую систему Европы. Для этого в данной программе изначально предусматривалось выделение 50 земельных участков под строительство логистических центров различной функциональности, затем их количество уменьшилось до 36. Однако к концу 2015 г. в рамках названной программы были открыты только 20 логистических центров, объем их складских площадей класса А составил 276,1 тыс. кв. м, класса В – 122,9 тыс. кв. м. В строительство логистических центров привлечено более 4,6 неденоминированных трлн руб. Большинство логистических центров построены за счет иностранных и национальных частных инвестиций, восемь являются государственными или с долей государства в уставном капитале. Подъездные пути для обслуживания автомобильного и железнодорожного транспорта имеют восемь логистических центров, остальные работают с автотранспортом, три логистических центра располагают биржевыми складами. Логистические центры в основном расположены вблизи основных транспортных маршрутов, проходящих по территории республики.

Для последовательного продолжения реализации государственной поддержки развития логистики Правительством в 2016 г. утверждена Республиканская программа развития логистической системы и транзитного потенциала на 2016–2020 гг., которой предусмотрены показатели развития логистической деятельности, не применявшиеся в предыдущей программе. Для достижения названной программы предусмотрены мероприятия, сгруппированные в рамках трех приоритетных задач: повышение качества и комплексности оказания логистических услуг; обеспечение развития логистической инфраструктуры и повышение эффективности ее использования; совершенствование правовых и экономических условий для эффективного использования транзитного потенциала.

Эволюция логистических систем за рубежом доказывает, что они становятся одним из важнейших стратегических инструментов в конкурентной борьбе не только для отдельных организаций, но и для страны в целом. В Беларуси сформировались несколько другие условия – в силу объективных причин исторического, политического, экономического характера существует отставание в области логистики. Это происходит из-за характерности развития самих логистических систем, определенных целым рядом причин. Структура национального логистического рынка значительно отличается от структуры мирового рынка, что во многом определяется низким уровнем развития логистического сегмента. Доля логистических услуг в нашей стране составляет около 17 % объема рынка, в то время как в мире – 52 %. Доминирующим сегментом этого рынка остаются грузовые перевозки (их доля превышает 80 %). При этом следует иметь в виду, что в республике логистические услуги не выделены как экономический вид деятельности, в связи с чем возникают сложности при расчете доходов от оказания таких услуг.

Важнейшим показателем интегрирования транспортной системы Республики Беларусь в мировую экономику является рациональное использование существующих транспортных сетей. Республика Беларусь имеет хорошие условия для развития международных грузоперевозок: через территорию страны проходит ряд кратчайших маршрутов, на государственном уровне проводится большая работа по оптимизации процедур пропуска транспортных средств и улучшению их сервисного обслуживания.

По территории Республики Беларусь проходят два международных транспортных коридора – № 2 и № 9. Транспортный коридор № 2 имеет маршрут Лондон – Париж – Берлин – Варшава – Минск – Москва – Нижний Новгород. Преимуществом использования белорусского участка данного коридора является сокращение на 30–35 % расстояния перевозок по

сравнению с вариантом объезда территории Республики Беларусь через страны Балтии или Украину. Другой важной составляющей транспортной системы Республики Беларусь является участок Критского коридора № 9 (граница Украины – Гомель – Могилев – Орша – Витебск – граница Российской Федерации) и № 9В (Гомель – Минск – Вильнюс – Клайпеда), соединяющий Финляндию, Литву, Россию, Беларусь, Украину, Молдову, Румынию, Болгарию, Грецию. Благодаря наличию этого коридора организована устойчивая транспортная связь между северными и южными морями Европейского континента.

В настоящее время транзитные перевозки грузов автомобильным транспортом через территорию республики осуществляют перевозчики более 40 государств. Наибольшие объемы приходятся на перевозки, осуществляемые с Россией, Турцией, Венгрией, Германией, Литвой, Польшей, Казахстаном, Украиной.

Повышение транзитной привлекательности не может обойтись без транспортной логистики.

Всемирный банк ежегодно, начиная с 2007 года, рассчитывает индекс эффективности логистики LPI (Logistics Performance Index). В соответствии с данным индексом наиболее развитыми логистическими системами обладают Сингапур, Германия, Нидерланды, Япония, Великобритания, Гонконг (Китай), Швеция, Бельгия, Финляндия, Дания и США.

LPI составляется Всемирным банком на основе опросов международных логистических компаний. Они оценивают состояние логистики как в своей стране, так и в странах, с которыми им приходилось контактировать, по шести показателям: эффективность таможенного и пограничного контроля, качество инфраструктуры, простота организации международных перевозок, профессиональная компетентность и качество логистических услуг, прослеживаемость прохождения грузов и своевременность доставки. По каждому из показателей выставляются баллы и определяется место. На основе данных оценок вычисляется средний балл и определяется место страны в рейтинге LPI.

В индексе эффективности логистики Беларусь в 2018 году заняла 103-е место, поднявшись на 17 позиций по сравнению с 2016 г. До этого лучшим ее результатом была 74-я позиция из 160 в 2007 году. В 2012 г. Беларусь занимала – 91-е место, в 2014 – 99, а в 2016 г. и вовсе скатилась на 120-е место.

Беларусь продолжает движение в сторону повышения эффективности логистической системы. Однако, несмотря на значительный потенциал развития логистической отрасли и на фоне ускоренного развития логи-

стической отрасли других стран (прежде всего стран Европейского союза), развитие логистической системы Беларуси отстает.

В настоящее время на рынке транспортных услуг возрастают требования к качеству транспортного обслуживания, основными критериями которого являются скорость доставки грузов, ритмичность перевозок, обеспечение сохранности грузов, а также информационный сервис.

При анализе повышения спроса на логистические услуги в Беларуси, целесообразно рассмотреть современные тенденции развития логистической среды. Возрастает роль интегрированного взаимодействия между участниками логистического процесса, что предполагает создание коалиции заинтересованных структур во главе с интегратором, ориентированных на систематическое развитие логистических систем, их финансового обеспечения и сокращение длительности циклов транспортировки товаров. В качестве примера таких тенденций в Беларуси можно привести коалицию организаций, оказывающих услуги по хранению и обработке товаров, оптовой и розничной торговли, транспортной экспедиции, таможенных, страховых агентов. Интегратором в данной коалиции выступает логистический оператор «Глобал Парк» (г. Минск), который выполняет функции координации взаимодействия участвующих организаций.

Развитие международных транспортных коридоров, проходящих через территорию Беларуси, – одна из приоритетных задач транспортного комплекса страны. Активная интеграция в систему международных транспортных коридоров создаст дополнительные возможности для развития транспортной системы и дальнейшего совершенствования ее производственной, информационной и технологической инфраструктуры.

Таким образом, Республика Беларусь находится на перекрестке международных транспортных путей, имеет хорошие условия для развития транспортных перевозок.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Еловой, И. А.** Формирование транспортно-логистической системы Республики Беларусь / И. А. Еловой, А. А. Евсюк, В. В. Ясинский. – Гомель : БелГУТ, 2007.

2 **Антошени, Д. М.** Транспортно-логистическая система Республики Беларусь: становление и развитие / Д. М. Антошени. – Минск : БНТУ, 2016.

3 Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/natsionalnye-scheta/godovye-dannye\\_11/proizvodstvo-valovogo-vnutrennegoprodukta/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnayastatistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/natsionalnye-scheta/godovye-dannye_11/proizvodstvo-valovogo-vnutrennegoprodukta/). – Дата доступа: 12.06.2018

Получено 27.06.2018

УДК 339.747

*Д. О. КОВАЛЁВ* (ГК-31)

Научный руководитель – канд. экон. наук *С. Л. ШАТРОВ*

## **ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ**

Рассмотрены проблемы, связанные с формированием дебиторской задолженности. Описан комплекс мер, который поможет предотвратить формирование безнадежной дебиторской задолженности. Произведён анализ состояния дебиторской задолженности в Республике Беларусь за прошлые пять лет.

В современных экономических условиях проблема управления дебиторской задолженностью для большинства предприятий актуальна. Несвоевременная оплата дебиторами своих обязательств приводит к дефициту денежных средств, «замораживает» активы, ухудшает финансовое состояние. Это, в свою очередь, приводит к необходимости изменения расчетных отношений между организацией и покупателями, выработке рациональной политики предоставления кредитов и инкассации задолженностей. В форме бухгалтерского баланса значение дебиторской задолженности можно найти в строке 250. Оптимальный уровень дебиторской задолженности определяется многими факторами: видом продукции и степенью насыщенности ею рынка, емкостью рынка, договорными условиями и принятой системой расчетов на конкретном предприятии, платежеспособностью и уровнем доверия между партнёрами [1].

Практика свидетельствует о том, что дебиторскую задолженность можно планировать, а значит, ею можно управлять. Работа с дебиторской задолженностью – это целый процесс последовательных действий, в которых в той или иной степени участвует весь менеджмент предприятия и последовательно включает в себя следующие этапы:

- 1) установление кредитной политики предприятия;
- 2) знакомство с клиентом;
- 3) оформление договорных отношений;
- 4) исполнение своих обязательств;
- 5) контроль исполнения обязательств клиентом;
- 6) досудебное урегулирование спора;
- 7) рассмотрение спора в суде;
- 8) исполнительное производство.

Для оценки оптимальной величины дебиторской задолженности существует ряд показателей:

1 Расчёт коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности:

$$RT = V/C, \quad (1)$$

где  $RT$  – коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности;  $V$  – выручка от реализации товаров, работ и услуг;  $C$  – средняя величина дебиторской задолженности.

2 Расчет затрат на предоставление отсрочки платежа покупателю:

$$K = VRT, \quad (2)$$

где  $K$  – затраты на предоставление отсрочки платежа покупателю;  $V$  – стоимость продукции, отгруженной на условия отсрочки платежа, – дебиторская задолженность;  $R$  – стоимость привлеченных средств или капитала;  $T$  – период отсрочки платежа, которую предоставляет компания.

3 Расчет предельной отсрочки платежа покупателя с учетом стоимости дополнительного финансирования:

$$T_1 = P/VR, \quad (3)$$

где  $T_1$  – предельный период отсрочки платежа покупателя с учетом стоимости дополнительного финансирования;  $P$  – чистая прибыль от реализации продукции, проданной на условиях отсрочки платежа;  $V$  – стоимость продукции, отгруженной на условия отсрочки платежа, – дебиторская задолженность;  $R$  – стоимость привлеченных средств или капитала.

Второй этап работы по управлению дебиторской задолженностью – знакомство с клиентом. Большое значение при работе с дебиторской задолженностью имеет наличие информации о клиенте. Чем меньше информации о клиенте, тем выше риски, следовательно, на этапе оформления договорных отношений необходимо минимизировать возникновение этих рисков.

Для минимизации возникновения рисков можно использовать следующие инструменты обеспечения исполнения обязательств: поручительство; страхование рисков; задаток; неустойку; факторинг.

Можно выбрать один из инструментов обеспечения исполнения обязательства или использовать одновременно несколько инструментов. Все зависит от того, насколько кредитор хочет застраховать свои предпринимательские риски и оградить себя от убытков, связанных с неисполнением должником обязательств. В свою очередь, это зависит от оценки перспективности клиента и выбора плана взаимоотношений с ним, а также от стоимости дополнительных расходов, связанных с использованием того или иного инструмента. Чем больше процентное соотношение предварительной оплаты к оплате после отгрузки товара (выполнения работы, оказания услуги), тем меньше рисков. Если Вы имеете о клиенте минимальный объем информации, тем выше риски.

*Поручительство.* По договору поручительства поручитель обязывается перед кредитором должника отвечать за исполнение последним его обязательства полностью или в части. Договор поручительства заключается между кредитором должника и его поручителем, соответственно и все отноше-

ния по этому договору возникают между кредитором и поручителем. Причина, по которой то или иное лицо дало согласие выступать поручителем должника, значения не имеет. Если размер ответственности поручителя договором поручительства не установлен, согласно ст. 343 ГК РФ, поручитель отвечает перед кредитором в том же объеме, что и должник, включая уплату процентов, возмещение судебных издержек по взысканию долга и других убытков кредитора, вызванных неисполнением либо ненадлежащим исполнением обязательств должником. При неисполнении или ненадлежащем исполнении должником обеспеченного поручительством обязательства поручитель и должник отвечают перед кредитором солидарно, если иное не предусмотрено договором. При исполнении поручителем обязательства должника он имеет право регрессного требования к должнику.

*Страхование.* По договору страхования одна сторона (страховщик) обязуется при наступлении предусмотренного в договоре события (страхового случая) возместить другой стороне (страхователю) или третьему лицу (выгодоприобретателю), в пользу которого заключен договор, причиненный вследствие этого события ущерб застрахованным по договору интересам в пределах определенной договором суммы (страховой суммы), а другая сторона (страхователь) обязуется уплатить обусловленную договором сумму (страховой взнос, страховую премию). Риски, а также условия их страхования определяются страховщиками в соответствии с законодательством, регулирующим страховую деятельность. Использование страхования предпринимательских рисков как инструмента обеспечения исполнения обязательства не применяется широко, т. к. расходы по страхованию рисков неисполнения обязательства, по общему правилу, не относятся на себестоимость продукции.

*Задаток.* Задатком признается денежная сумма, выдаваемая одной из договаривающихся сторон в счет причитающихся с нее по договору платежей другой стороне в доказательство заключения договора и в обеспечение его исполнения. Соглашение о задатке независимо от суммы задатка должно быть совершено в письменной форме. Если за неисполнение договора ответственна сторона, давшая задаток, он остается у другой стороны. Учитывая простоту оформления задатка, отсутствие дополнительных расходов, которые несет стороны, например, при оформлении банковской гарантии, задаток как инструмент обеспечения исполнения обязательств можно использовать при заключении любой сделки.

*Неустойка.* Неустойка является самым распространенным инструментом обеспечения исполнения обязательств, используемым субъектами хозяйствования. Однако неустойка в наименьшей степени выполняет обеспечительную функцию, служит мерой удовлетворения требований кредитора. Если у должника отсутствуют денежные средства для того, чтобы исполнить свое обязательство – оплатить товар (работы, услуги), то неустойка не решит проблемы кредитора, какой бы большой она ни была. Неустойкой

(штрафом, пеней) признается определенная законодательством или договором денежная сумма, которую должник обязан уплатить кредитору в случае неисполнения или ненадлежащего исполнения обязательства, в частности в случае просрочки исполнения.

*Факторинг.* Проблему краткосрочного финансирования с целью покрытия разрыва в движении оборотных средств в случаях, когда необходимо предоставить своим контрагентам коммерческий кредит (отсрочку платежа) можно решить с помощью факторинга. Главной целью договора факторинга является финансирование, что и является отличительной чертой договора факторинга его от схожего договора – уступки требования. По договору финансирования под уступку денежного требования (факторинга) одна сторона (фактор) обязуется другой стороне (кредитору) вступить в денежное обязательство между кредитором и должником на стороне кредитора путем выплаты кредитору суммы денежного обязательства должника с дисконтом. Размер дисконта по договору факторинга определяется соглашением сторон и может сильно варьироваться в зависимости от различных обстоятельств. В качестве фактора по договору факторинга может выступать лишь специализированная организация (банк, кредитная организация), которая имеет соответствующее разрешение на осуществление таких действий. Предметом уступки по договору факторинга может быть как денежное требование, срок платежа по которому уже наступил (существующее требование), так и право на получение денежных средств, которое возникнет в будущем (будущее требование). Договор факторинга может быть открытым, когда должник знает о заключении договора факторинга, когда на кредиторе лежит обязанность известить должника о заключенном договоре. Договор факторинга может быть скрытым, когда кредитор не информирует должника о заключенном договоре факторинга. Договор факторинга может быть с правом регресса, когда фактор имеет право вернуть кредитору денежные требования, не оплаченные должником в течение определенного срока, если кредитор принял на себя поручительство за должника перед фактором и несет риск неоплаты денежных требований перед фактором [2].

Важным аспектом управления является определение оптимальной величины дебиторской задолженности. Для сравнения представлена таблица 1, которая описывает динамику дебиторской задолженности в Республике Беларусь [3].

*Таблица 1 – Показатели состояния дебиторской задолженности*

Показатель	Год				
	2013	2014	2015	2016	2017
Выручка, млрд руб.	115 240	141 983	158 396	171 761	192 277
Средняя величина дебиторской задолженности, млрд руб.	19 518,9	21 874,6	26 982,2	29 943,5	33 481,7
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	5,90	6,49	5,87	5,74	5,74

Исходя из анализа дебиторской задолженности по республике за последние пять лет, можно определить, что коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности изменяется от 5,74 до 6,49. Исходя из этого можно выбрать стратегию управления дебиторской задолженностью. Однако стоит помнить, что определенного нормативного значения у коэффициента нет. Чем больше коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности, тем, соответственно, выше скорость оборота денег между нашими предприятиями и получателями товаров и услуг (контрагентами). Наиболее эффективным инструментом по диверсификации рисков возникновения безнадежной дебиторской задолженности является страхование имущественных интересов страхователя, связанных с риском возникновения у него убытков в связи с невыполнением (выполнением ненадлежащим образом) своих обязательств контрагентами страхователя при осуществлении предпринимательской деятельности.

Таким образом, рекомендуемые выше положения, которые могли бы лечь в основу политики управления дебиторской задолженностью на предприятии, позволят избежать убытков, связанных со списанием безнадежной к взысканию дебиторской задолженности, повысить эффективность расчетов с покупателями.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 **Груздова, Л. Н.** Роль дебиторской задолженности в финансовом состоянии организации / Л. Н. Груздова // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 4–1. – С. 542–544.

2 **Герасимова, Л. Н.** Управление дебиторской задолженностью на основе факторинга / Л. Н. Герасимова // Инновационное развитие экономики. – 2014. – № 2. – С. 125–131.

3 Белорусский национальный статистический комитет [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/finansy/godovye-dannye\\_14/sostoyanie-raschetov-v-respublike-belarus/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/finansy/godovye-dannye_14/sostoyanie-raschetov-v-respublike-belarus/). – Дата доступа : 20.05.2018.

Получено 04.06.2018

---

**ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.**

**Вып. 23. Гомель, 2018**

---

УДК 666.97

*В. Л. КОВАЛЕВИЧ* (магистрант)

Научный руководитель – канд. техн. наук *Г. В. АХРАМЕНКО*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «ХИДЕТАЛ П-8» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ**

Несмотря на значительные успехи в области создания новых конструкционных строительных материалов, цементный бетон продолжает оставаться одним из основных материалов для строительства покрытий автомобильных дорог и

аэродромов, который позволяет обеспечить заданную прочность и требуемую долговечность при увеличивающихся нагрузках и возрастающих требованиях к покрытию. В статье произведен анализ добавок, повышающих прочность и морозостойкость цементобетонных покрытий, а также предлагается использование добавки «Хидетал П-8» для повышения качества уплотнения бетонной смеси.

В наши дни продукция бетонной промышленности широко распространена. Наиболее ответственными объектами строительства являются искусственные взлётно-посадочные полосы аэродромов, покрытие которых является цементобетонным. Современные аэродромные покрытия представляют собой сложные инженерные сооружения, к эксплуатации которых предъявляются высокие требования [3, 5]. Основой технической эксплуатации аэродромных покрытий является соблюдение эксплуатационных требований, в частности своевременная диагностика состояния покрытий и выполнение строительных мероприятий по проведению плано-предупредительных ремонтов. Основным показателем высокого качества бетона является его прочность на сжатие [1, 2].

Основные способы увеличения прочности бетона (искусственного камня или пенобетона) сводятся к введению в бетонную смесь различных добавок, которые обладают разным действием. К таким добавкам относятся следующие модифицирующие добавки [6].

*Суперпластификатор С-3* применяется в бетонах:

а) для придания бетонным смесям высокой подвижности без снижения прочностных характеристик бетона (повышение подвижности от исходной 2–4 см до 18–22 см);

б) улучшения физико-механических свойств бетона (прочности на 125–140 % от исходной, морозостойкости на 1–1,5 марок, водонепроницаемости на 3–4 марок);

в) сокращения сроков тепловлажностной обработки или сроков распалубки бетона, твердеющего в естественных условиях;

г) снижения расхода цемента на 15–25 %.

*Суперпластификатор РЕЛАМИКС СП-1* (промышленная смесь роданида и тиосульфата натрия и полинафталинметилсульфоната натрия. Содержит примеси сульфата натрия и смолистых веществ), которая предназначена:

а) для резкого повышения удобоукладываемости и формуемости бетонных смесей с одновременным увеличением прочности и без снижения показателей долговечности бетона (при неизменном водоцементном отношении);

б) существенного повышения физико-механических показателей и строительно-технических свойств бетона, в том числе морозостойкости и водонепроницаемости (при сокращении расхода воды и неизменной удобоукладываемости);

в) повышения удобоукладываемости бетонных смесей и повышения физико-механических показателей и строительно-технических свойств бетонов (при одновременном снижении водоцементного отношения и повышении удобоукладываемости);

г) снижения расхода цемента без снижения удобоукладываемости бетонной смеси, физико-механических показателей и строительно-технических свойств бетона (при снижении водосодержания бетонной смеси).

*Комплексную добавку «РЕЛАМИКС»* рекомендуется применять:

а) при возведении всех видов конструкций из монолитного тяжелого бетона классов по прочности на сжатие В15 (М200) и выше;

б) изготовлении всех видов сборных железобетонных конструкций и бетонных изделий из тяжелого бетона, классов по прочности на сжатие В15 (М200) и выше;

в) возведении всех видов конструкций из монолитного мелкозернистого бетона классов по прочности В10 (М150) и выше;

г) возведении всех видов конструкций из монолитного бетона и изготовлении всех видов сборных железобетонных конструкций и бетонных изделий при высоких требованиях к ним по показателям морозостойкости и водонепроницаемости;

д) необходимости изготовления бетонной смеси с применением нестандартных заполнителей, в том числе мелких песков;

е) изготовлении элементов мощения из тяжелого и мелкозернистого бетона;

и) изготовлении изделий из ячеистого неавтоклавного бетона;

к) изготовлении всех видов сборных железобетонных конструкций и бетонных изделий на пористых заполнителях классов по прочности на сжатие В 7,5 (М100) и выше;

л) возведении монолитных конструкций с применением напрягающего цемента или при использовании минеральных расширяющих.

*Микрокремнезем*, который применяется для получения высокопрочных бетонов. Применение микрокремнезема позволяет:

а) получить бетоны высокой прочности и водонепроницаемости;

б) повысить стойкость бетона при воздействии кислот и повышенной температуры;

в) заменить часть цемента (до 30–40 %) при сохранении прочности растворов и бетонов.

Начало химической реакции, превращающей разрозненные компоненты бетонной смеси в единый монолит, невозможно без воды. Её роль в этом процессе сложно переоценить. Поэтому вполне объяснимо стремление модифицировать многие химические процессы, происходящие в присутствии воды, в том числе и образование цементного камня, именно по пути изменения некоторых её свойств. Одним из способов изменения свойств воды является её омагничивание. Опытами установлено, что затворение

цемента омагниченной водой приводит к значительному повышению прочности камня. Причем зависимость прочности от напряженности поля имеет экстремальный характер.

Все улучшения прочностных характеристик бетона обусловлены несколькими факторами, на которые влияет омагничивание воды [6]. Главные из них – это ускоренное нарастание пластической прочности цементного камня, измеряемой по предельному напряжению сдвига. При затворении обычной водой имеется значительный индукционный период выкристаллизовывания цемента. В случае же затворения омагниченной водой пластическая прочность начинает активно расти почти сразу же после затворения. При этом отмечается более быстрое диспергирование частиц до микронных размеров.

Микроскопические исследования также показали увеличение скорости гидратации цемента в омагниченной воде. Исследование цементного камня трехдневного возраста под электронным микроскопом показало, что в омагниченной воде структура камня гораздо более мелкозернистая. Многочисленные эксперименты по оценке влияния омагниченной воды на бетоны однозначно свидетельствуют: эффект магнитообработки носит экстремальный характер.

Одним из способов обеспечения прочности цементобетона помимо приведенных добавок является качественное уплотнение смеси. Зачастую подвижные смеси уплотняют вибрационным способом. В данном случае приводится пример возведения цементобетонного покрытия при строительстве второй взлетно-посадочной полосы в национальном аэропорту «Минск». Уплотнение бетонной смеси при строительстве искусственной взлетно-посадочной полосы № 2 Национального аэропорта «Минск» производилось так же вибрационным способом. Бетоноукладчик GOMACO GHP-2800 оснащался глубинными вибраторами, которые и производили виброуплотнение цементобетонной смеси. Для современных требований одного вибрационного способа уплотнения недостаточно, и, чтобы увеличить качество уплотнения, строители прибегают к использованию химических добавок. К одной из таких добавок относится «Хидетал П-8» [2].

Добавка «Хидетал П-8» позволяет улучшить уплотняемость смеси, а также увеличить морозостойкость и снизить водопоглощение конечных изделий, улучшает формуемость изделий и исключает залипание, а также позволяет получить высококачественную поверхность. Товарное описание добавки представлено в таблице 1.

**Таблица 1 – Товарное описание**

Агрегатное состояние	Жидкость товарной концентрации
Цвет	Прозрачно-белый
РН-показатель, ед.	Не менее 6
Содержание $Cl^-$ , % не более	0,1
Температура хранения, °С	От +10 °С до +40 °С
Упаковка	Пластиковые ёмкости 15, 220 и 1000 кг

Добавка имеет следующие преимущества [4]:

- повышение прочности бетона во все сроки твердения;
- повышение однородности изделий по плотности;
- улучшение уплотняемости бетонной смеси;
- повышение качества лицевой поверхности изделий;
- предотвращение налипания бетонной смеси на виброштамп;
- уменьшение времени формовки;
- обеспечение стабильности геометрии конечных изделий;
- жидкость товарной концентрации, полностью готова к применению, не требует перерасчётов и контроля плотности.

Для получения наибольшего эффекта добавка вводится в цементобетонную смесь от 0,2 до 0,5 % к массе цемента по товарному веществу добавки. Дозировка добавки определяется экспериментально, под конкретный вид уплотняющего устройства и необходимую степень уплотнения. Вводится в бетонную смесь только вместе с водой затворения.

Для определения эффективности добавки «Хидетал П-8» было введено в состав бетона 0,24 % от массы цемента по жидкому веществу добавки. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Добавка может использоваться достаточно долго. Гарантийный срок хранения – 1 год с даты производства. После истечения срока хранения, добавка может быть применена по назначению после проведения лабораторных испытаний. После заморозки не меняет своих свойств. Размораживание добавки производится при комнатной температуре. После размораживания добавка тщательно перемешивается. К условиям хранения особых требований не предъявляется.

Продукт относится к 3-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007 (умеренно опасное вещество). Работающий персонал применяет средства индивидуальной защиты согласно ГОСТ 12.4.011. Утилизация добавки производится согласно требованиям местного законодательства.

**Таблица 2 – Результаты испытаний бетона**

Объект испытаний	Метод испытаний	Нормированное значение	Результирующее значение
Прочность на сжатие, МПа	СТБ 1152–99, п. 4.3, 7.1	Не менее 28,9	33,2
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	СТБ 1152–99, п. 4.4, 7.1	Не менее 3,6	4,44
Водопоглощение бетона по массе, %	ГОСТ 12730.3–78	Не более 6,0	4,7
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	ГОСТ 13087–81	Не более 0,7	0,6
Марка бетона по морозостойкости	ГОСТ 10060.2–95	F250	F250

Применение добавки «Хидетал-П-8» положительно сказывается на свойствах бетона. Улучшает уплотняемость смеси и увеличивает прочность бетона на всех этапах набора прочности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 27006–86 Бетоны. Правила подбора состава.
- 2 ГОСТ 26633–2011 Бетон тяжелый и мелкозернистый. Технические условия.
- 3 Автомобильные дороги : Проектирование и строительство / под ред. В. Ф. Бабкова [и др.]. – М. : Транспорт, 1983. – 239 с.
- 4 Автомобильные дороги и мосты : Научно-технический журнал /под общ. ред. А.В. Минина. – Минск : 2012. – № 1 (9). – С. 75–78.
- 5 **Бабков, В. Ф.** Проектирование автомобильных дорог / В. Ф. Бабков, О. В. Андреев. – Ч. I и Ч. II. – М. : Транспорт, 1987.

Получено 28.06.2018

---

**ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018**

---

УДК 625.173.4

*А. А. КУКСО* (СП-51)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

## ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ УЧАСТКОВ ПУТИ

Проблема приведения непогашенного ускорения к величинам, не превышающим допускаемого значения, в условиях повышения скоростей на сегодняшний день является одним из приоритетных явлений развития путевого хозяйства.

При движении экипажа в кривой появляется центробежная сила, которая создает дополнительное давление колес на наружную рельсовую нить. Поэтому рельсы наружной нити изнашиваются быстрее, возникает отбой рельсов или увеличивается напряжение в них, появляется непогашенное центробежное ускорение, при больших значениях которого пассажиры испытывают неприятное ощущение.

В связи с ростом скоростей движения поездов приобретает особую важность принятие допускаемых величин непогашенных горизонтальных ускорений  $a_n$ , обеспечивающих малоощутимую, комфортабельную езду. На сегодняшний день допускаемая величина непогашенного ускорения принята как осредненная норма  $a_{\text{доп}} = 0,7 \text{ м/с}^2$ .

Одним из важнейших направлений транспортной политики на железнодорожном транспорте в большинстве стран, в том числе и РБ, является внедрение высоких технологий, которые обеспечивают повышение скоростей движения поездов. Так, например, в пределах Жлобинской дистанции пути на направлении Гомель – Минск была проведена электрификация, после которой был введен в обращение электропоезд ЭП<sup>Г</sup> (Stadler), для кото-

рого возможно развитие скорости выше установленной на сегодняшний день для пассажирских поездов 120 км/ч.

На этом участке был проведен восстановительный ремонт пути, при котором уложена рельсошпальная решетка, произведена глубокая очистка щебня и сплошная выправка пути машинами. Необходимо отметить, что выправка пути в плане машинами ВПР выполнялась без приведения пути в проектное положение. В рамках этой работы – рихтовка пути проводилась с целью обеспечения необходимой кривизны и соблюдения необходимой разницы смежных стрел изгиба. При выправке пути в продольном профиле первоочередное внимание уделялось на устранение отклонений, а при выправке пути по уровню – устройству установленного возвышения наружного рельса.

Оценка состояния рельсовой колеи по показаниям КВЛ не выявила на рассматриваемом участке пути отклонения по содержанию пути II степени и выше, что указывает на надлежащее содержание рельсовой колеи. Однако, кроме основных показателей рельсовой колеи, КВЛ определяет величину непогашенного ускорения и регистрирует ее в «карточках кривых». Результаты анализа этих карточек показывают, что при прочих параметрах рельсовой колеи, находящихся в пределах допускаемых значений величина непогашенного ускорения в пределах переходных кривых, превышает  $0,7 \text{ м/с}^2$ .

Длины переходных кривых определяются рядом условий, которые можно разделить на три группы.

Первая группа, связанная с отводом возвышения наружного рельса в пределах переходной кривой, включает следующие условия:

- предотвращение схода колес с рельсов внутренней нити;
- ограничение вертикальной составляющей подъема колес на возвышение;
- ограничение скорости нарастания непогашенной части центробежного ускорения.

Вторая группа связана с наличием зазоров между гребнями колес и рельсовыми нитями, потерей кинетической энергии при ударе колеса первой оси о рельс наружной нити.

Третья группа связана с необходимостью обеспечения практической возможности разбивки на местности переходной кривой и дальнейшего исправного ее содержания, для чего ее геометрические размеры должны быть достаточны.

Для исследования причин появления непогашенного ускорения выше нормы была разработана методика, которая заключается в следующем:

1 Определение величины непогашенного ускорения при условии совпадения длин переходной кривой и отвода возвышения наружного рельса.

2 Определение величины непогашенного ускорения при условии увеличения возвышения наружного рельса.

3 Определение скорости изменения непогашенного ускорения при увеличении возвышения наружного рельса.

4 Определение максимально возможного возвышения наружного рельса при установленных скорости движения пассажирских поездов и длины переходной кривой.

5 Проверка расчетных данных на соответствие с установленными на Белорусской железной дороге параметрами.

6 Принятие решения о возможности увеличения величины возвышения наружного рельса.

7 Определение величины непогашенного ускорения при условии изменения длины переходной кривой в большую сторону с одновременным увеличением возвышения наружного рельса.

8 Принятие решения о возможности увеличения величины возвышения наружного рельса за счет изменения длины переходной кривой.

9 Определение величины непогашенного ускорения при возможном повышении скоростей движения пассажирских поездов.

Для проведения исследования причины превышения непогашенного ускорения сверх допускаемого значения, принимаем, что ввиду отсутствия ограничения скорости по результатам диагностики, данная кривая в плане содержится согласно требованиям [1]. При этом разница стрел изгиба не превышает допускаемой величины, что подтверждается графиком плана линии, взятого из «карточки кривой», составленной КВЛ при проверке 11.01.2017 г. (рисунок 1).

Согласно той же карточке, уровень (возвышения наружного рельса) так же не имеет отклонений от допускаемых значений в пределах всей кривой. Однако отводы возвышения от 0 мм на прямом участке до среднего возвышения на круговой кривой 61 мм не соответствует положению переходных кривых в плане (см. рисунок 1).

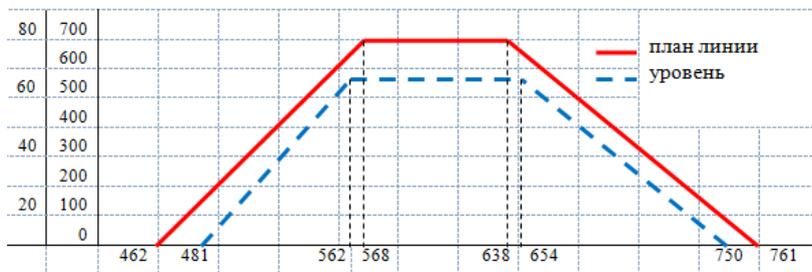


Рисунок 1 – График зависимости стрел изгиба и величины возвышения наружного рельса от длины кривой

Данные кривой. Кривая расположена на участке Рогачев – Сверково ПК 2574+62,00 – ПК 2577+61,00, длина кривой 229 м, в том числе длина переходной кривой № 1 – 106 м, переходной кривой № 2 – 123 м, круговой кривой – 70 м.

Средний радиус – 686 м (минимальный – 683 м, максимальный – 711 м).  
 Среднее возвышение наружного рельса – 61 мм (минимальное – 57 мм, максимальное – 62 мм).

Скорость пассажирских поездов по кривой – 98 км/ч, грузовых – 90 км/ч.

Средняя величина непогашенного ускорения – 0,74 м/с<sup>2</sup> (максимальная – 0,76 м/с<sup>2</sup>).

При проверке пути КВЛ рассчитывает непогашенное ускорение, которое также приведено в «карточке кривых» и превышает допустимое непогашенное ускорение.

Согласно разработанной методике для выявления различных зависимостей между параметрами кривой и расчета величины непогашенного ускорения  $a_{нп}$  и скорости изменения непогашенного ускорения  $\Psi$  в системе автоматизированного проектирования MathCAD были составлены необходимые функции (рисунок 2).

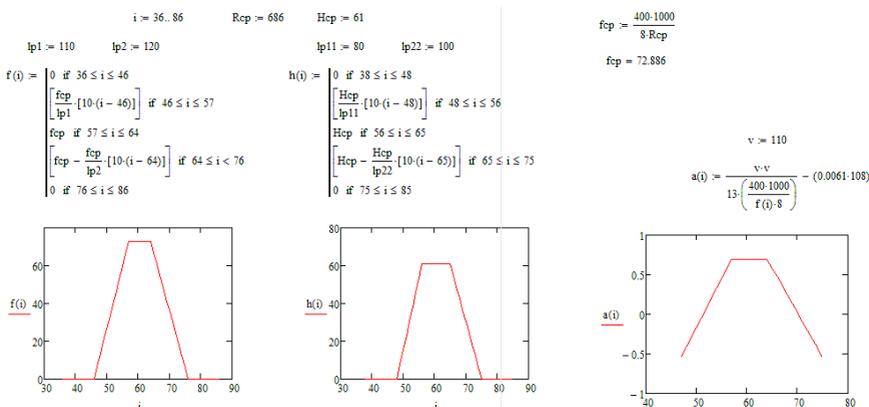


Рисунок 2 – Рабочее окно системы автоматизированного проектирования Mathcad

Исследования кривой можно разделить на следующие этапы:

1 Определяем величину непогашенного ускорения  $a_{нп}$ , при условии совпадения длины переходной кривой  $l_{пк}$  и длины отвода возвышения наружного рельса  $l_{пкh}$ .

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 106$  м и  $h_{cp} = 61$  мм (данные приняты согласно «карточке кривой»).

Согласно расчетам  $a_{нп} = 0,749$  м/с<sup>2</sup>, что больше допустимого непогашенного ускорения  $[a_{нп}] = 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

2 Так как в первом пункте  $a_{нп} > [a_{нп}]$ , то определяем величину  $a_{нп}$  при увеличении возвышения наружного рельса. Первоначально  $h_{cp}$  увеличиваем на 10 %. Увеличение возвышения наружного рельса предполагается без изменения длины переходной кривой.

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 106$  м и  $h_{ср} = 67$  мм.

Согласно расчетам  $a_{нп} = 0,713$  м/с<sup>2</sup>, что больше допускаемого непогашенного ускорения  $[a_{нп}] = 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

Так как увеличение  $h_{ср}$  на 6 мм недостаточно для уменьшения  $a_{нп}$  на необходимую величину, определяем величину  $a_{нп}$  при увеличении возвышения наружного рельса. Первоначально  $h_{ср}$  увеличиваем на 20 %. Увеличение возвышения наружного рельса предполагается без изменения длины переходной кривой.

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 106$  м и  $h_{ср} = 73$  мм.

Согласно расчетам  $a_{нп} = 0,676$  м/с<sup>2</sup>, что меньше допускаемого непогашенного ускорения  $[a_{нп}] = 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

Так как непогашенное ускорение меньше допускаемого значения дальнейшие расчеты не производим.

3 Определяем скорость изменения непогашенного ускорения  $\Psi$  при увеличении  $h_{ср}$  на 20 %.

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 106$  м и  $h_{ср} = 73$  мм.

Согласно расчетам  $\Psi = 0,283$  м/с<sup>3</sup>, что меньше допускаемой скорости изменения непогашенного ускорения  $[\Psi] = 0,6$  м/с<sup>2</sup>.

4 Так как возвышение наружного рельса 73 мм вызывает непогашенное ускорение менее 0,7 м/с<sup>2</sup>, то определяем максимально возможное возвышение  $h$ .

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 106$  м и  $a_{нп} = 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

Согласно расчетам  $h = 69$  мм.

5 Так как величина возвышения наружного рельса ограничивается требованиями по обеспечению его отвода в пределах переходной кривой, максимально возможным возвышением, принятым для Белорусской железной дороги 150 мм, проверяем эти параметры:

– возвышение наружного рельса  $h = 69$  мм меньше 150 мм, что позволяет сделать вывод о возможности его устройства;

– отвод возвышения наружного рельса в пределах переходной кривой для скорости до 140 км/ч должен обеспечиваться не круче чем 1 мм на 1 м пути. Таким образом, для отвода  $h = 69$  мм минимальная длина переходной кривой должна быть 69 м. Фактическая длина переходной кривой 102 м, что позволяет сделать вывод о возможности устройства  $h = 69$  мм;

6 Учитывая вышеизложенное,  $h = 69$  мм обеспечивает требование крутизны отвода и максимального значения возвышения наружного рельса, однако, для принятия окончательного решения необходимо выполнить расчет, подтверждающий возможность устройства  $h = 69$  мм исходя из других условий, например, среднезвешенной квадратичной скорости.

7 Определяем величину непогашенного ускорения  $a_{нп}$ , при условии увеличения длины переходной кривой  $l_{пк}$  на 10 м в сторону прямого участка пути с одновременным увеличением  $h_{ср}$  на 10 %.

Принимаем  $l_{пк} = l_{пкh} = 112$  м и  $h_{ср} = 67$  мм.

Согласно расчетам  $a_{пп} = 0,713$  м/с<sup>2</sup>, что больше допускаемого непогашенного ускорения  $[a_{пп}] = 0,7$  м/с<sup>2</sup>.

8 Так как  $a_{пп} > [a_{пп}]$ , то исследование дальнейшего увеличения длины переходной кривой не имеет смысла.

9 Определяем величину непогашенного ускорения  $a_{пп}$ , при условии увеличения скорости  $v$  до 110 км/ч.

Принимаем  $v = 110$  км/ч,  $l_{пк} = l_{пкh} = 102$  м.

Согласно расчетам, при  $a_{пп}$  максимально близкому к допускаемому, возвышение наружного рельса  $h$  должно быть не менее 108 мм. Такое возвышение наружного рельса обеспечивает  $a_{пп} = 0,698$  м/с<sup>2</sup>.

Исходя из условия обеспечения крутизны отвода минимальная длина переходной кривой должна быть 108 м, что ведет к удлинению существующей длины на 6,0 м. Такое решение может быть принято только после исследования земляного полотна на предмет возможности сдвижки оси пути с сохранением ширины обочины и другие параметры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 СТП-09150.56.010–2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ: утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Минск, 2006. – 283 с.

2 Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь : утв. постановлением М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь 25.11.2015 № 52.

Получено 28.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.025.2

*М. В. ЛЕОНЕНКО (УЛ-21)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. М. ХУРСА*

## **ОЦЕНКА И ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

В данной работе оцениваются и характеризуются различные формы организации транспортно-экспедиционного обслуживания.

При осуществлении ввоза и вывоза грузов автомобильным транспортом с терминалов магистральных видов транспорта, например, с железнодорожных станций, существует две формы осуществления транспортной экспедиции: децентрализованная и централизованная.

В децентрализованной форме транспортно-экспедиционного обслуживания получатели и отправители грузов используют собственный или заказной подвижной состав в автотранспортном предприятии, также сами организуют ввоз и вывоз груза для собственных предприятий без согласования очередности перевозок и работы транспорта других грузовладельцев. У отправителей и получателей есть собственный штат грузчиков, экспедиторов и других работников, которые участвуют в выполнении перевозок.

При децентрализованной форме транспортно-экспедиционного обслуживания использование подвижного состава на линии и организация транспортного процесса зависят только от требований заказчиков. При использовании децентрализованной формы транспортно-экспедиционного обслуживания происходит значительное снижение тарифов на перевозку автотранспортом. Важный фактор – это спад объемов перевозок на железнодорожном транспорте, этим объясняется отсутствие очередей и задержек при децентрализованном транспортно-экспедиционном обслуживании в настоящее время. Значительным недостатком децентрализованной формы организации работы является низкое использование автомобильного подвижного состава, содержание большого количества грузчиков, экспедиторов, возникновению больших непроизводственных затрат.

При централизованной форме транспортно-экспедиционного обслуживания перевозки выполняются автомобильным подвижным составом одного или нескольких, при условии единого оперативного руководства работой подвижного состава, транспортных предприятий с транспортно-экспедиционным обслуживанием грузоотправителей и грузополучателей. Перевозки выполняются согласно графику в соответствии заключенным договором.

Признаки централизованного транспортно-экспедиционного обслуживания:

- перевозки грузов выполняются с транспортно-экспедиционным обслуживанием;
- выполнение всего объема перевозок по обслуживаемой клиентуре;
- строгое распределение обязанностей между клиентурой и экспедитором.

Обслуживание грузоотправителей одной транспортной организацией создает условия для лучшего изучения грузопотоков, специализации подвижного состава, организации перевозок по постоянным маршрутам, внедрению сменно-суточного планирования, упрощению документации на получение (сдачу) груза и оплату за перевозку. Организация централизованных

перевозок грузов транспортно-экспедиционным обслуживанием освобождает грузовладельцев от выполнения несвойственных им работ по транспортировке груза. Рациональная организация централизованных перевозок грузов основывается на четком оперативном планировании и хорошей организации диспетчерской службы.

Централизованная форма транспортно-экспедиционного обслуживания позволяет:

- повысить степень механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- сократить количество грузчиков и экспедиторов;
- создать условия для развития контейнерных, пакетных и других прогрессивных способов перевозок грузов;
- увеличить использование грузоподъемности автомобилей за счет укрупнения размера партий грузов;
- повысить коэффициент использования пробега автомобилей за счет взаимной увязки перевозок при оперативном планировании;
- повысить коэффициент использования грузоподъемности путем приобособления подвижного состава к постоянным перевозкам (специализация, дооборудование);
- снизить простой под погрузкой-разгрузкой за счет применения согласованных графиков перевозок, укрупнения грузовых мест, механизации погрузочно-разгрузочных работ;
- ускорить доставку грузов;
- сократить сроки хранения грузов;
- уменьшить количество перевалок грузов в процессе их доставки.

Таким образом, повышается производительность подвижного состава, труда, снижается себестоимость перевозок автотранспортом, а также сокращаются материальные и трудовые затраты у грузоотправителей и грузополучателей.

В существующих экономических условиях перехода к рынку, обуславливающих усложнение планирования и прогнозирования размеров грузовых перевозок, усиление конкуренции на рынке транспортных услуг, появление хозяйствующих субъектов различных форм собственности, усиливается роль децентрализованной формы транспортно-экспедиционного обслуживания при организации завоза и вывоза груза с терминалов магистрального транспорта. В то же время с началом стабилизации и подъема экономики, ростом перевозок на железнодорожном, речном видах транспорта появляется необходимость широкого использования централизованной формы транспортно-экспедиционного обслуживания.

При выборе и разработке варианта выполнения транспортно-экспедиционного обслуживания предприятий и организаций рассматриваются обе формы транспортной экспедиции, после чего производится их сравнение с организационно-технологической и технико-экономической сторон.

Транспортно-экспедиционное обслуживание в конкретных условиях его осуществления специализированными предприятиями по своему содержанию разнообразно и многовариантно, что объясняется, прежде всего:

– разным объемом отдельных видов, перерабатываемых в транспортных узлах грузов (это приводит к различиям в технологии перевозочного процесса и предопределяет различную для конкретных случаев периодичность выполнения транспортно-экспедиционного обслуживания, отличающегося, в свою очередь, разной технологией и трудоемкостью выполнения операций);

– неодинаковой технической оснащенностью транспортно-экспедиционных предприятий, что обуславливает различный комплекс выполняемых операций и услуг, даже в случае переработки одного и того же вида груза.

Для определения эффективности централизованного варианта транспортно-экспедиционного обслуживания при завозе-вывозе грузов с терминалов магистральных видов транспорта необходимо рассчитать экономические показатели, соответствующие конкретным условиям организации централизованного транспортно-экспедиционного обслуживания, по сравнению с децентрализованным.

Расчёт экономии от централизации транспортного обслуживания при завозе-вывозе грузов с терминалов магистрального транспорта производится путём определения суммарной экономии приведенных затрат  $\Theta$ , руб./год,

$$\Theta = \sum \Delta E_{\text{пр}}^j, \quad (1)$$

где  $\Delta E_{\text{пр}}^j$  – экономия годовых приведенных затрат в результате изменения  $j$ -го технологического, технического или организационного параметров при переходе к централизованному транспортно-экспедиционному обслуживанию.

Показатель экономии приведенных затрат является показателем достигнутого экономического эффекта, обобщающим экономию на эксплуатационных затратах и изменение величины капитальных вложений:

$$\Delta E_{\text{пр}} = (E_{\text{н}} \cdot K_{\text{I}} + C_{\text{I}}) - (E_{\text{н}} \cdot K_{\text{II}} + C_{\text{II}}), \quad (2)$$

где  $K_{\text{I}}$ ,  $K_{\text{II}}$  – величина капитальных вложений соответственно при децентрализованном (I вариант) и централизованном (II вариант) транспортно-экспедиционного обслуживания, руб.;  $C_{\text{I}}$ ,  $C_{\text{II}}$  – эксплуатационные затраты по первому и второму вариантам соответственно, руб./год.;  $E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

К числу изменяющихся  $j$ -х технологических, технических или организационных параметров при переходе к централизованному транспортно-экспедиционному обслуживанию относятся:

1-й параметр – сокращение необходимого количества автомобилей. Эффект достигается в результате повышения использования пробега автомобилей, уменьшения времени их простоя под погрузкой и разгрузкой, увеличения коэффициента использования грузоподъёмности автомобиля и др. Под действием этого фактора снижается себестоимость перевозки тонны груза автотранспортом при завозе-вывозе.

2-й параметр – сокращение численности экспедиторов. В результате действия этого фактора уменьшается количество работников, сокращаются расходы на их содержание.

3-й параметр – сокращение сроков хранения грузов. В результате изменения параметра уменьшается потребность в складских площадях и сокращаются текущие затраты на содержание складов.

4-й параметр – ускорение доставки грузов. В результате действия фактора ускоряется оборачиваемость перевозимых грузов и высвобождаются дополнительные оборотные средства.

5-й параметр – сокращение числа перевалок грузов. В результате изменения этого параметра сокращаются затраты на капитальные вложения в подъёмно-транспортные механизмы, маневровые средства и стационарные сооружения и текущие затраты на перевалку грузов, выполнение маневровых работ и эксплуатацию сооружений.

6-й параметр – сокращения простоя вагонов. В результате уменьшается срок оборота вагона, сокращается необходимое количество вагонов, уменьшаются капитальные затраты на их покупку и эксплуатационные расходы на содержание.

При расчёте и анализе всех параметров получается, что экономичнее использовать централизованное транспортно-экспедиционное обслуживание при завозе-вывозе грузов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Будрина, Е. В. Основы транспортно-экспедиционной деятельности : учеб. пособие / Е. В. Будрина. – СПб. : СПбГИЭУ, 2000. – 139 с.

2 Транспортно-экспедиционное обслуживание при доставке грузов : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. – Ч. 2 / И. А. Еловой [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2009.

3 Кивал, Н. Г. Основы транспортно-экспедиционного обслуживания / учеб. пособие / Н. Г. Кивал, А. П. Кивал ; Дальневосточный гос. технич. ун-т. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2009. – 156 с. – ISBN 978-5-7596-1154-7.

4 Плужников, К. И. Транспортное экспедирование / К. И. Плужников, Ю. А. Чунтомова. – М. : ТРАНСЛИТ, 2006. – 528 с.

5 Транспортно-экспедиционная деятельность : учеб. и практикум для СПО / Е. В. Будрина [и др.] ; под ред. Е. В. Будриной. – М. : Изд-во Юрайт, 2018. – 370 с. – (Серия: Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-05159-9.

Получено 10.10.2018

УДК 625.84

*Ю. А. ЛИСОВСКАЯ (СА-51)*

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТРОЙСТВА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Рассмотрены достоинства и недостатки цементобетонных покрытий автомобильных дорог. На основе обобщения зарубежного опыта определены перспективные конструкционные решения, позволяющие использовать цементобетон при капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог с жесткими дорожными одеждами. Представлено краткое описание технологии устройства таких слоев, отличительные черты и факторы, препятствующие широкому внедрению в дорожной отрасли.

За последние несколько лет в Республике Беларусь построено более ста километров автомобильных дорог с цементобетонным покрытием. Причем такие покрытия устраивались как на республиканских, так и на местных дорогах. Развитию строительства бетонных покрытий способствовало наличие отечественных производителей цемента, способных обеспечить потребность дорожной отрасли в этом материале. Свойства цементобетона определяются типом структуры [1]. Кристаллический тип структуры, присущий материалам на неорганических вяжущих, предполагает четкое пространственное закрепление зерен минерального материала относительно друг друга даже при изменении температуры. Например, в асфальтобетоне (коагуляционный тип структуры) зерна минерального заполнителя могут смещаться относительно друг друга при воздействии нагрузки и температур (сдвиговая деформация), т.е. асфальтобетон проявляет как упругие, так и пластические свойства в зависимости от внешних условий. Цементобетоны по сравнению с асфальтобетонами обладают высокими прочностными показателями при работе на сжатие, что характеризует долговечность материала, однако недостаточно хорошо работают на изгиб, что особенно важно при работе в покрытии, воспринимающем транспортную нагрузку. Еще одним недостатком бетонов является подверженность коррозии. Однако окончательное решение при выборе материала для конструкции дорожных одежд принимается на основании технико-экономического сравнения вариантов,

причем в долгосрочной перспективе, а не только по единовременным затратам на строительство. Ориентировочные расчеты показывают, что значительной разницы между цементно- и асфальтобетонными покрытиями нет.

В Северной Америке и Европе, а также развитых и развивающихся странах цементобетонные покрытия возводились ранее или возводятся в настоящее время. В США сеть дорог с жесткими покрытиями имеет достаточно большую протяженность [2]. В Беларуси до 2015 года жесткие дорожные одежды массово устраивались к олимпиаде 1980 года на участках автомобильной дороги М1/Е30 Брест – Минск – граница Российской Федерации. Обобщая зарубежный опыт, стоит отметить, что строительство автомобильной дороги с жесткими покрытиями не единственный возможный вариант использования цементобетона как слоя дорожной одежды.

Долгое время считалось, что если дорожная одежда будет устроена из материалов со сходными теплотехническими характеристиками (например, цементобетон на укрепленном цементом основании), то она будет обладать наибольшей надежностью и долговечностью. Такое мнение исключало совместное использование в конструкциях дорожных одежд асфальто- и цементобетона при новом строительстве. А при ремонте цементобетонных покрытий устройство защитных слоев из асфальтобетона является скорее единственным методом ремонта. Однако зарубежный опыт нового строительства жестких дорожных одежд с асфальтобетонным основанием [2] свидетельствует о том, что такое основание обладает наилучшими эксплуатационными качествами, в частности величина уступа неизбежно возникающего между плитами покрытия имеет минимальный показатель, который в последствии влияет на значение международного индекса ровности IRI. Объясняется это тем, что асфальтобетон обладает демпфирующей способностью, т.е. способностью гасить колебания, возникающие при передвижении транспортных средств по жестким плитам.

В США, учитывая эту отличительную особенность, была разработана технология устройства слоя усиления из цементобетона по существующему асфальтобетонному покрытию, имеющему пластические деформации, трещины и другие дефекты – технология Whitetopping (можно перевести как “белое покрытие”). Применение этой технологии возможно также при ремонте городских улиц, дорог и автостоянок. Применение этой технологии в США имеет практически вековую историю. Первый участок по технологии Whitetopping устроен в 1918 г. на 7-й Южной улице в Терре Хауте. После этого было устроено еще несколько участков, однако интерес к этой технологии пропал. Существенное увеличение числа автомобилей и потребность в ремонте существующих дорог привели к повышенному спросу на данную технологию с 60–70-х гг. XX века. Следующие 30 лет развитие технологии сдерживалось недостаточным объемом теоретических представлений о возможных изменениях, позволяющих повысить эффективность метода. И

только в 1991 г. после внесения изменений (уменьшение толщины слоя), технология получила новый импульс к дальнейшему широкому применению. Участок, возведенный в Луисвилле, Кентукки оказался способен выдерживать более высокие транспортные нагрузки, чем было заявлено имеющимися в то время в распоряжении моделями расчета. Первые европейские опытные участки были построены в 1989 и 1993 гг. в Швеции. Следующие опытные участки были сооружены во Франции, Испании, Бельгии, Италии, Швейцарии и Австрии. В Германии с 2004 г. частными и государственными заказчиками было осуществлено более 20 проектов Whitetopping.

Классификация слоев Whitetopping по толщине (рисунок 1):

- традиционный Whitetopping – толщина слоя более 20 см;
- тонкий Whitetopping – толщина слоя 10–20 см;
- ультратонкий Whitetopping – толщина слоя менее 10 см.

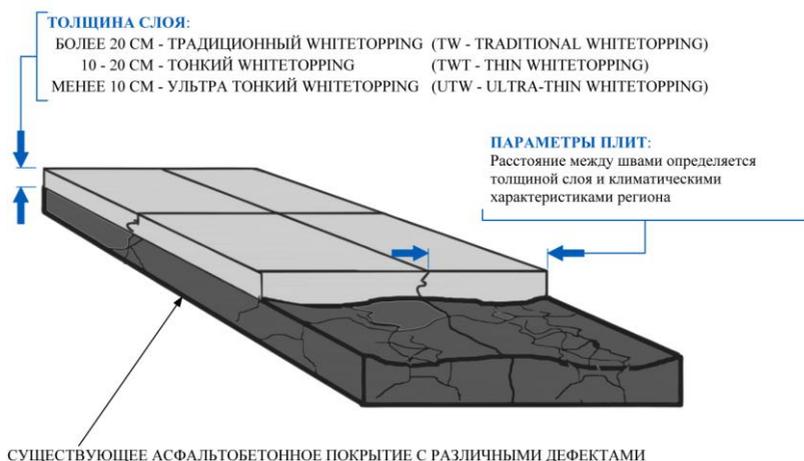


Рисунок 1 – Классификация слоев Whitetopping

Технология устройства традиционных слоев Whitetopping ничем не отличается от устройства обычных асфальтобетонных покрытий при новом строительстве. К подготовительным работам при капитальном ремонте относятся: фрезерование существующего асфальтобетонного покрытия, устранение дефектов (трещин, выбоин и др.), устройство выравнивающего слоя. При этом между выравнивающим слоем и цементобетоном не устраиваются проклеивающих прослоек. С уменьшением толщины слоя устройство слоя проклеивания уже необходимо. Это позволяет связать два отличных слоя в один, что приводит к снижению напряжений на границе «цементобетон – асфальтобетон» (рисунок 2). Особое внимание следует уделять вопро-

сам организации дорожного движения в период производства работ, так как такие работы относятся к долговременным и существенно снижают пропускную способность участка. В Беларуси разработан нормативный документ регламентирующий устройство цементобетонных покрытий при ремонте нежестких дорожных одежд [3] – аналог традиционного Whitetopping.

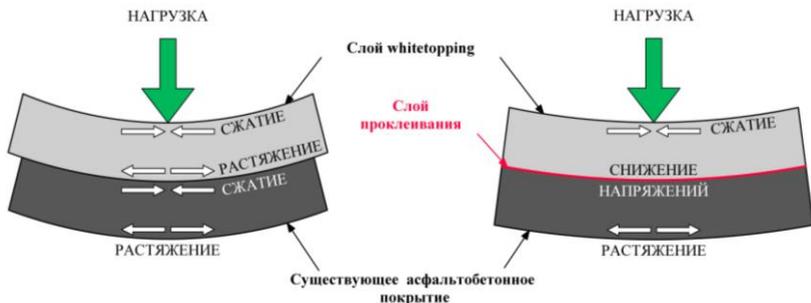


Рисунок 2 – Распределение напряжений по пакету монолитных слоев дорожной одежды для различных вариантов реализации технологии Whitetopping

Как и любой другой верхний слой дорожной одежды слой whitetopping так же подвержен образованию различных дефектов, чаще всего этот слой подвержен образованию различных трещин, или из-за неудачного расположения швов и превышении допустимой нагрузки, или из-за дефектов нижележащих слоев (рисунок 3). Это связано с низкой прочностью цементобетона на изгиб.

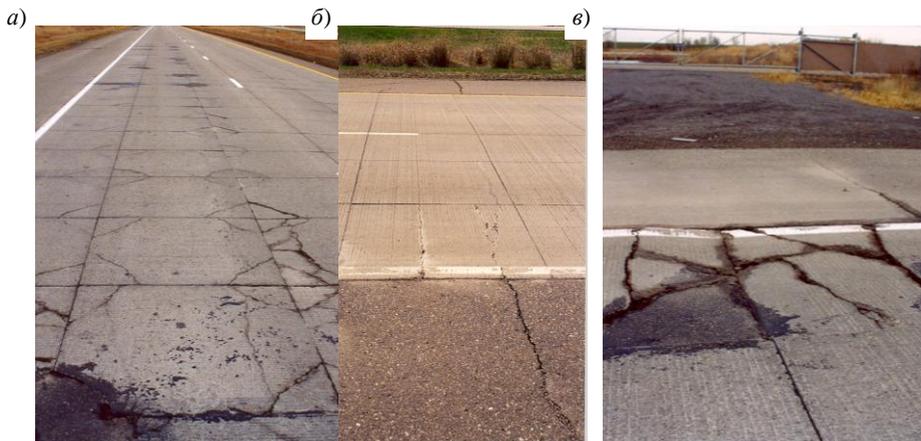


Рисунок 3 – Дефекты цементобетонных покрытий, устроенных при капитальном ремонте нежестких дорожных одежд:

*a* – слом края плиты по полосам наката; *б* – отраженная трещина; *в* – пролом плит на некачественном основании

Повысить прочность цементобетонных покрытий на изгиб можно следующими способами:

– создание жесткой пространственной решетки, т.е. внедрение в тело бетона арматуры;

– дисперсное армирование – насыщение бетонной матрицы волокном различного происхождения.

Устройство армированных цементобетонных покрытий увеличивает стоимость производства работ, а также затрудняет ремонт покрытия в будущем, поэтому дисперсное армирование является наиболее целесообразным вариантом. В США наиболее часто для дисперсного армирования дорожных цементобетонов используется полипропиленовое. Полипропиленовая дисперсная арматура не выполняет роли несущей арматуры, а снижает только вероятность образования сколов кромок. Для повышения несущей способности бетонов необходимо использовать высокомодульные волокна (углеродное, базальтовое и др.). При работах по устройству слоев по технологии whitetopping в районе г. Гомеля можно использовать в качестве дисперсной арматуры отходы производства плит минералватных ОАО «Гомельстройматериалы». За год образуется более 13 тыс. тонн отходов в виде базальтового волокна и не растянувшихся капель расплава. Прочность дисперсно-армированного бетона (содержание базальтового волокна не более 7 %) на 50 % выше прочности неармированного цементобетона [5].

Применение цементобетона для восстановления прочности дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями позволит увеличить срок службы между капитальными ремонтами и уменьшить количество текущих ремонтов (асфальтобетонное покрытие теряет сцепные качества при высоких интенсивностях движения на 4–6-й год, цементобетонное – на 10-й; предельная ровность достигается позже). Однако широкое применение этой технологии сдерживается из-за отсутствия в полном объеме необходимой информации в русскоязычной технической литературе и необходимости в устройстве опытного участка и долгосрочном наблюдении для проверки теоретических представлений о работе данной конструкции в условиях Республики Беларусь.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ковалев, Я. Н.** Дорожно-строительные материалы и изделия : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» / Я. Н. Ковалев, С. Е. Кравченко, В. К. Шумчик. – Минск : Новое знание; Москва : Инфра-М, 2015. – 628 с.

2 **Радовский, Б. С.** Строительство дорог с цементобетонными покрытиями в США : новые тенденции / Б. С. Радовский // Дорожная техника: каталог-справочник / ООО «Славутич». – СПб, 2010. – С. 62–70.

3 Рекомендации по применению цементобетона для восстановления прочности дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями : ДМД 33200.2.085–2017 : [утверждено БелдорНИИ 29.05.17 : срок действия с 01.07.17 до 01.07.22]. – Минск, 2017. – III, 18 с.

4 Дисперсно-армированные бетоны. – М. : Стройиздат, 1989. – 174 с.

5 **Бабаев, В. Б.** Мелкозернистый цементобетон с использованием базальтового волокна для дорожного строительства : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / В. Б. Бабаев; науч. рук. В. В. Строкова; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2013. – 21 с.

Получено 05.03.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 629.4.02.004.67: 620.1

*А. А. МАРКАВЦОВ* (МД-51)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. В. БУРЧЕНКОВ*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

Проведены исследования и предложена методика использования дополнительных признаков для выявления предотказных состояний буксовых узлов вагонов для повышения безопасности движения поездов.

Диагностика и контроль технического состояния устройств – интенсивно развиваемые в настоящее время во всех странах мира области науки и техники, основными задачами которых является обнаружение, исследование и использование новых физических явлений, а также современных достижений в вычислительной математике и компьютерных технологиях с целью, с одной стороны, выявления поверхностных и внутренних дефектов, контроля толщин покрытий, структуры и свойств материалов и изделий без их разрушения, с другой – обеспечения надежности и долговечности деталей машин ответственного назначения, в первую очередь, потенциально опасных для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

Уровень развития промышленности передовых стран мира на современном этапе характеризуется не столько объемом производства и ассортиментом выпускаемой продукции, сколько показателями качества, надежности и безопасности. Поэтому приоритетным направлением развития производства подвижного состава для железнодорожного транспорта является улучшение качества и конкурентоспособности.

В связи с усложнением новой техники и требованием неуклонного повышения ее надежности трудоемкость контрольных операций резко увеличивается. В высокоразвитых странах затраты на контроль качества состав-

ляют в среднем 1–3 % от стоимости выпускаемой продукции, а в таких отраслях промышленности, как оборонная, атомная, а также аэрокосмическая, затраты на контроль качества возрастают до 12–18 %. На контроль сварных соединений в судостроении расходуется 5 % общей стоимости узлов и материалов, в ракетостроении – 20 %, в строительстве жилых и промышленных многоэтажных зданий 1–1,5 %, в строительстве трубопроводов большого диаметра и большой протяженности – 10 %. Указанные затраты быстро окупаются, так как благодаря неразрушающему контролю на всех этапах изготовления и приемки удается радикально повысить качество продукции, увеличить ее надежность. Срок окупаемости затрат на оборудование для неразрушающего контроля качества изделий электронной техники во многих случаях в 5–10 раз меньше срока окупаемости технологического оборудования.

Особую роль играют средства неразрушающего контроля и технической диагностики для безопасности работы железнодорожного комплекса, в том числе эксплуатации ответственных деталей и узлов подвижного состава.

Основной целью мониторинга теплового контроля вагонов является обеспечение безопасного и безостановочного движения поездов. Для этого широко используются микропроцессорные комплексы средств контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда КТСМ-01Д и КТСМ-02. С их помощью в поезде определяются перегретые буксы. В зависимости от температуры их корпуса аппаратура выдает сигналы тревоги: «Тревога 0», «Тревога 1», «Тревога 2». Для повышения безопасности движения поездов важно отслеживать нагрев на ранней стадии (до тревожного уровня), чтобы вовремя предупредить разрушение буксового узла, а также оценить запас хода такой буксы до формирования предаварийного сигнала тревоги.

В режим слежения обычно попадает до 65 % так называемых теплых (с 15-м уровнем нагрева) букс, которые не вызывают срабатывания тревожной сигнализации «Тревога 1» (обычно в два раза выше). По предупредительной сигнализации «Тревога 0» с признаком (Д) «динамика нагрева букс» на ПТО отцепляется до 35 % неисправных вагонов, которые были выявлены по данным мониторинга на ранней стадии развития повреждения подшипников. Перед сортировочной станцией поезда, как правило, снижают скорость или имеют вынужденные остановки из-за неприятия. Буксы при этом быстро охлаждаются. Оператор АСК ПС или ПТО предъявляет к осмотру вагоны с признаком (Д) и чаще всего в буксах находятся отклонения от нормы. С другой стороны, если при безостановочном движении буксовый узел нагревался выше, чем остальные буксы поезда (ниже «Тревоги 1»), но динамики прогрессирующего нагрева нет, поезд можно довести до ПТО без остановки.

Важной мерой следует считать введение системы автоматического учета повторяющихся показаний средств контроля с возрастающими уровнями

тревожной сигнализации, когда при последовательном срабатывании «Тревога 0» с признаком (Д) – «Тревога 1» поезд должен быть остановлен на ближайшей станции для осмотра буксы, как при «Тревоге 1». При повторных срабатываниях средств контроля с возрастающими уровнями «Тревога 0» (Д) – «Тревога 1» вагон подлежит обязательной отцепке для проверки.

Слежение за динамикой нагрева по станциям движения поезда практически исключает влияние посторонних факторов при контроле буксового узла (температура окружающей среды, различные скорости движения, сила и направление ветра, погрешность в настройке аппаратуры). В качестве показателя исправного функционирования буксы используется температура нагрева корпуса или ступичной части колеса. По мере движения поезда, анализируя динамику изменений температуры, можно судить о состоянии букс и исправности этого ответственного узла.

При проверке ходовых частей вагонов сравниваются температуры корпусов соседних букс. При одинаковых внешних условиях значительные температурные отличия свидетельствуют о серьезных изменениях в техническом состоянии механизмов букс. В то же время вероятность одновременного теплового разрушения двух, трех и более буксовых узлов одной стороны вагона ничтожно мала.

Для сравнения полученных на смежных пунктах контроля температур необходимо, чтобы условия измерения были одинаковыми. Благодаря практически линейной зависимости температуры корпуса от влияющих факторов, достаточно ограничиться сравнением температур букс, полученных по соседним станциям. При исправности буксовых узлов во время движения подвижного состава соотношение между температурами корпусов остается практически неизменным. Положительная динамика температуры одного из корпусов указывает на ухудшение технического состояния буксы. Для точного обнаружения дефектного буксового узла необходимо задать порог значимости приращения приведенной температуры, превышение которого указывает на начальный этап разрушения. С этой целью по результатам измерений следует определить максимально возможное значение случайной составляющей приращений. Обработка результатов измерений для 12 проконтролированных поездов показала, что среднеквадратическое значение случайных приращений температуры составило 3,35 %. При этом нижняя граница значимости приращений температуры, при которой буксу следует отнести к «подозрительным», составляет 10 %. Аналогично вычисляются температуры корпусов букс, расположенных с противоположной по ходу поезда стороны [1].

При использовании данной методики возможно раннее выявление разрушений букс, в том числе порожних и слабо загруженных вагонов, где процессы разрушений идут относительно вяло. В основе прогноза лежит линейная модель динамики процесса. Например, если температура корпуса

25-й буксы после прохождения поезда от станции А до станции Б (34 км) возросла на девять уровней квантования (от 14 до 23), то путь до подачи аппаратурой КТСМ-01Д сигнала «Тревога 0» (33-й уровень квантования), пропорционально, составит 38 км. Запас хода до аварийного и критического уровней определится аналогичным образом как для КТСМ-01Д, так и для КТСМ-02. По выведенным на монитор данным принимается решение, возможно ли дальнейшее движение поезда.

Для обеспечения надежного контроля, существующего парка вагонов с цилиндрическими подшипниками и вагонов нового поколения с коническими подшипниками кассетного типа предлагается использование двух дополнительных критериев тревожной сигнализации.

Первый критерий «Разность по стороне» – это разность температуры одной буксы и средней температуры остальных букс на одной стороне вагона. С помощью этого критерия можно выявлять буксы, температура которых заметно отличается от остальных букс контролируемого вагона. Также можно предупреждать необоснованные остановки поездов с вагонами на конических подшипниках кассетного типа, так как у таких вагонов большая часть букс (или все) имеет повышенный рабочий нагрев, а разность температур минимальна.

Второй критерий «Разность по оси» оценивает, насколько температура корпуса одной буксы превышает температуру корпуса противоположной буксы на той же оси. Критерий «Разность по оси» позволяет избежать тревожных показаний на отдельные колесные пары вагонов, нагрев букс которых повышен, но одинаковый с обеих сторон. Это касается так называемой «приработки подшипника» после смены колесной пары и (или) подкатки под вагон колесных пар с разнородными смазками, что не исключено в эксплуатации [2].

Численные значения порогов тревожной сигнализации по критериям «Разность по стороне» и «Разность по оси» следует установить в диапазоне от 20 до 40 °С в зависимости от расстояния между смежными пунктами контроля и их расположения на участке безостановочного следования поездов: минимальные – для технологических пунктов перед ПТО и максимальные – для промежуточных пунктов контроля перед пунктами безопасности. Новые критерии требуют апробации в широком диапазоне температур наружного воздуха в летних и зимних условиях эксплуатации разнородного подвижного состава.

Также с помощью мониторинга можно ориентировочно прогнозировать, сколько километров может пройти греющаяся букса. Но это актуально только на раннем этапе, пока процесс разрушений буксового узла не станет лавинообразным.

Централизация информации позволяет следить за развитием неисправностей ответственных узлов подвижного состава на участке безостановочного движения между пунктами технического обслуживания вагонов, то есть реализовать на практике функцию мониторинга.

**Заключение.** При использовании данной методики возможно раннее выявление разрушений букс. Предложенная технология мониторинга подвижного состава позволяет: снизить количество необоснованных остановок поездов за счет своевременного выявления и устранения предотказных состояний буксовых узлов вагонов; сократить количество работ по техническому обслуживанию устройств с переходом на обслуживание устройств по состоянию. Внедрение системы мониторинга и диагностики предотказного состояния устройств обеспечит высокий устойчивый уровень безопасности движения поездов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Мионов, А. А.** Перспективные направления совершенствования средств контроля КТСМ-02 и АСК ПС / А. А. Мионов // Автоматика, связь, информатика. – М. : 2009. – № 1. – С 38 – 41.

2 **Панкратов, Л. В.** Мониторинг нагрева букс / Л. В. Панкратов, С. Н. Чистяков // Автоматика, связь, информатика. – М., 2008. – № 6. – С. 7–8.

Получено 11.09.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 625.14:625.42

*А. Д. МИХАЙЛОВ* (СП-31), *Р. А. МАРКОВ* (СП-51), *А. С. БРАТИКОВА* (СП-31)  
Научный руководитель – ст. преп. *О. В. ОСИПОВА*

## ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ В МИНСКОМ МЕТРОПОЛИТЕНЕ

Представлен анализ конструкций верхнего строения пути в Минском метрополитене, а также особенности и факторы, определяющие выбор типа подрельсового основания.

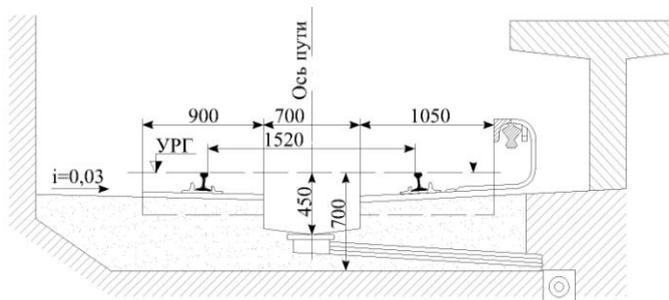
Особенности устройства и эксплуатации пути метрополитена отличаются от обычного железнодорожного пути. Эти отличия вызваны несколькими факторами, важнейшим из которых является расположение пути метрополитена в закрытом пространстве – тоннеле. В связи с этим появляются дополнительные факторы, оказывающие воздействие на верхнее строение пути. Основным из этих факторов является вибрация, создаваемая от подвижного состава при движении по пути. Также стоит отметить, что в тоннеле труднее проводить ремонтные работы, чем на открытой местности и время

технологического «окна» ограничивается с учётом графика движения поездов в метро. При таких условиях работы к пути, расположенному в метрополитене, предъявляются повышенные требования.

В Минском метрополитене применяют следующую конструкцию верхнего строения пути: в перегонных тоннелях рельсы укладывают на деревянные шпалы, утопленные в путевой бетон, в котором по оси пути (под шпалами) устраивают водоотводной лоток шириной 0,7–0,9 м (рисунок 1, а). В пределах пассажирских платформ подземных станций верхнее строение пути имеет несколько иную конструкцию: рельсы опираются на шпалы-коротыши, представляющие собой деревянные опоры длиной 0,9 м, утопленные в путевой бетон (рисунок 1, б). Различия подрельсового основания в тоннеле и на станции вызваны необходимостью устройства на станциях так называемого «жёлоба безопасности» – углубления между рельсами на протяжении станции, предназначенное для спасения от наезда поезда оказавшихся на железнодорожном полотне людей. По оси пути также устраивают лоток для отвода воды шириной 0,9 м и глубиной 0,5–0,6 м от уровня головки рельсов.

Преимущественно для деревянных шпал и шпал-коротышей на бетонном основании применяется промежуточное рельсовое скрепление раздельного типа «Метро» (рисунок 2).

а)



б)

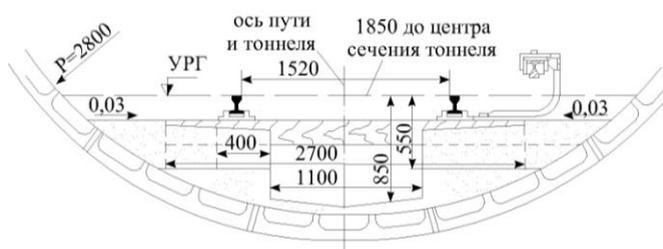


Рисунок 1 – Путь в тоннеле метро:

а – путь в станционном тоннеле; б – путь в перегонном тоннеле

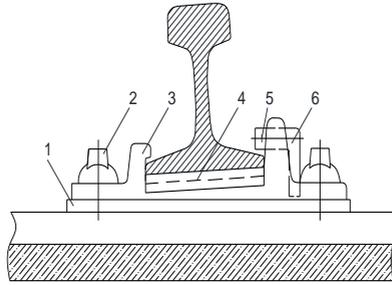


Рисунок 2 – Промежуточное крепление типа «Метро»:

- 1 – нащпальная прокладка; 2 – шуруп; 3 – подкладка; 4 – подрельсовая прокладка;  
5 – шплинт; 6 – маятниковый штырь

Как видно из рисунка 2, при этом креплении отсутствует защемление (прижатие) подошвы рельса к подкладке благодаря наличию зазоров [3]. Промежуточное крепление типа «Метро» содержит металлическую подкладку 3 (имеющую с наружной стороны высокую реборду, а с внутренней – выступающую часть в виде «лапы»), нащпальную 1 и подрельсовую 4 прокладки, шуруп 2, маятниковый штырь 6 со шплинтом 5. Между стержневой частью маятникового штыря с одной стороны, «лапой» – с другой и подошвой рельса предусмотрен зазор, обеспечивающий свободное положение рельса на подкладке.

В условиях нового строительства металлическую подкладку прикрепляют к шпалам в стационарных условиях с предварительным сверлением и обработкой антисептиком шурупного отверстия. В условиях же эксплуатации сверлят отверстия и ставят шурупы непосредственно на месте производства работ. Металлическая подкладка поступает с заводов-поставщиков в виде заготовки, показанной на рисунке 3. В условиях мастерских в подкладке производят выработку углубления 1 для размещения головки маятникового штыря, горизонтального отверстия 2 в высокой реборде для заведения стержневой части маятникового штыря, углубления 3 для размещения подошвы рельса (устройство «лапы»).

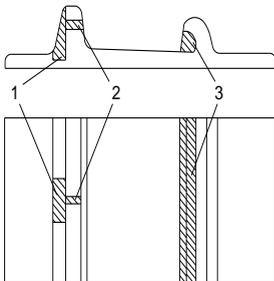


Рисунок 3 – Заготовка подкладки для крепления типа «Метро»: (штриховкой показаны места выфрезеровки в условиях строительных организаций):

- 1, 2, 3 – выфрезеровки в заготовке подкладки под головку, стержневую часть маятникового штыря и под подошву рельса

Нашпальную прокладку изготавливают, как правило, из фанеры толщиной 10 мм. Подрельсовая прокладка поступает заказчику в полной заводской готовности. С целью предотвращения ее смещения по направлению движения поезда подрельсовая прокладка по краям имеет выступы, охватывающие металлическую подкладку. Маятниковый штырь изготавливают в условиях предприятий метростроя или метрополитена.

Как показал многолетний опыт эксплуатации скреплений, в кривых участках пути нередки случаи изломов шурупов. Это обстоятельство предопределило необходимость усиления узла скрепления за счет постановки дополнительных шурупов. В зависимости от условий эксплуатации пути и радиуса кривой усиление производят постановкой дополнительных двух, четырех и более шурупов. Осуществить это мероприятие возможно только после приварки к подкладке металлических листов со сверлением отверстий для потребного количества дополнительных шурупов. Выполняют эту работу в условиях производства, так как поставку подкладок увеличенной ширины заводы-поставщики не осуществляют.

Применительно к участкам метрополитенов мелкого заложения, где должны быть предусмотрены мероприятия по снижению уровня шума и вибраций, ВНИИЖТом предложены конструкции подрельсовой и нашпальной резиновых прокладок. При этом нашпальные резиновые прокладки существуют двух разновидностей по толщине 14 и 20 мм.

Исследованиями в условиях тоннелей Московского метрополитена установлено, что нашпальные прокладки толщиной 20 мм оказывают неблагоприятное воздействие на состояние узла скрепления в кривых радиусом менее 1200 м. Особенно интенсивен выход шурупов по излому в крутых кривых. Объясняется такое положение тем, что чем толще нашпальные резиновые прокладки, тем меньше сопротивление металлической подкладки боковому смещению. Это вызывает увеличение боковых нагрузок на шурупы, которые поочередно выходят из строя из-за усталости металла. Поставить новый шуруп не представляется возможным из-за наличия в шпале стержневой части сломавшегося шурупа. В таком случае полностью укомплектовать узел скрепления шурупами не представляется возможным без смещения подкладки на новое место с выполнением весьма трудоемких сопутствующих работ. Таким образом, виброзащитные нашпальные прокладки толщиной 20 мм могут быть использованы в прямых участках пути и в кривых радиусом 1200 м и более.

Одной из перспективных конструкций верхнего строения пути является бесшпальный путь. Его отличие от традиционной укладки рельсов заключается в укладке не на деревянные шпалы, а на железобетонное основание. Такой путь проще в эксплуатации [4].

В Минском метрополитене на опытном участке используется конструкция EBS (Embedded Block System). Бесшпальный путь на бетонном основа-

нии с промежуточным скреплением рельсов Vossloh 336 представляет собой монолитное армированное подрельсовое бетонное основание (путевой бетон), на котором крепятся анкерными болтами промежуточные скрепления (рисунок 4).

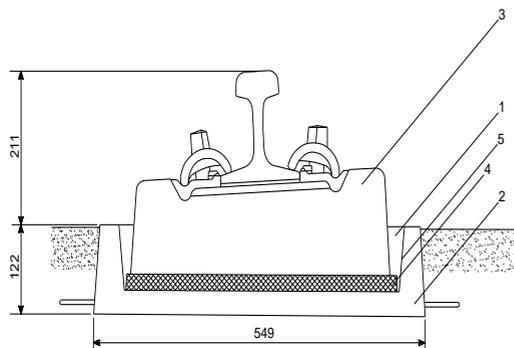


Рисунок 4 – Блок типа EBS:  
 1 – изоляция опорного блока – заливочная масса EdilonCorkelast;  
 2 – сборный лоток опорного блока;  
 3 – сборный опорный железобетонный блок;  
 4 – упругая виброизоляционная прокладка;  
 5 – грунтовое покрытие – Edilon Primer U90WB

Зазор между подкладками и путевым бетоном заполняют специальным подливочным материалом – полиуретановой смесью. Виброзащитные свойства в конструкции имеют четыре фильтра гашения колебаний, которые обеспечиваются за счет величины сдвигания упругой клеммы, подкладки под подкладку, прокладки под подошву рельсов и установки специальных пружин под гайки анкерных болтов. Скрепление обладает высокой упругостью в вертикальной плоскости, конструкция обеспечивает значительное сопротивление силе угона, создавая условия для стабильной работы бесстыкового пути. Конструкция проста в эксплуатации, обеспечивает экономию эксплуатационных расходов при текущем содержании за счет эксплуатации пути без дополнительной подтяжки рельсовых болтов.

Предлагаемая конструкция рельсового опорного блока обеспечивает:

- уменьшение конструкционной высоты мостовых объектов и габаритов тоннелей;
- повышение эксплуатационной прочности верхнего строения пути, уменьшение расходов на содержание;
- снижение воздействий в виде шума, вибраций и блуждающих токов;
- упрощение технологии строительства и модернизации верхнего строения пути;
- повышение безопасности эксплуатации верхнего строения пути.

Для увеличения периода использования, ремонтпригодности железнодорожных путей перспективной является система безбалластных путей LVT [5].

Система безбалластных путей LVT включает в себя бетонные шпалы в резиновом коробе, которые имеют преимущество над деревянными шпала-

ми потому, что деревянные шпалы под воздействием вибрации и давления трескаются. А бетонные полушпалы на эластичном клее, уменьшают вибрацию и увеличивают срок службы. А также они уменьшают уровень шума с 80 до 72 децибел.

Безбалластный путь LVT находится в железобетонном коробе, эта конструкция сооружается без короба путем заливки неармированного бетона в опалубку. Эта конструкция представлена на рисунке 5 и представляет собой полушпалы (блоки) из армированного бетона, которые находятся в резиновом чехле с широкой амортизирующей прокладкой под блоком. Эти блоки в чехлах замоноличиваются в бетонное основание (путевой бетон) без армирования и без П-образной плиты. Узлы рельсовых скреплений на блоках могут быть самыми разными. На опытном участке представлены блоки со скреплениями компаний Pandrol, Vossloh, Schwihag. Конструкция LVT сертифицирована в России. В г. Сызрань установлена линия по производству блоков.

Блоки в резиновых чехлах замоноличены в неармированный слой путевого бетона толщиной 30 см. Расстояние от края блока до края бетонного слоя – 25 см, ширина – 3 м. Верхняя его поверхность выполнена с двухсторонним уклоном в середину колеи, где расположен водосборный желоб. Через 15 м имеются поперечные желоба для отвода воды наружу. Слой путевого бетона располагается на несущем слое армированного бетона. Толщина этого слоя – 20 см, ширина – 340 см. Под ним расположен гидравлически связанный слой неармированного тощего (с минимальным процентным содержанием цемента) бетона толщиной 20 см, шириной 380 см. Первоначально сооружается слой из тощего бетона, затем возводится несущий слой. Далее осуществляется сооружение безбалластного верхнего строения пути LVT «сверху вниз»: из автомобильных миксеров бетон подается в бетоноукладчик, который перемещается по рельсам, рельсы находятся в подвешенном состоянии, опираясь на монтажные столбики с регулировочными элементами, и к ним подвешиваются блоки в резиновых чехлах с демпфирующими прокладками. Размеры будущего бетонного слоя обеспечиваются опалубкой.

В нижней части этого бетонного слоя задаются так называемые «проводокаторы трещин» в виде металлических полос шириной 5 см, расположенных вдоль шпальных ящиков. Блоки имеют горизонтальную подрельсовую площадку, поэтому перед заливкой бетона точное положение рельсовых нитей с подвешенными блоками, подуклонка и ширина колеи задается регулировочными элементами и монтажными штангами. При заливке бетона затирка его верхней поверхности осуществляется вручную. Для поточного выполнения работ, в том числе в тоннелях, имеются специализированные поезда с приготовлением бетона на подвижном составе и укладкой его в путь.



Рисунок 5 – Блок типа LVT:

- 1 – рельсовое крепление;
- 2 – железобетонный блок;
- 3 – резиновый чехол;
- 4 – эластичная прокладка под блоком

Основными преимуществами безбалластной конструкции верхнего строения пути LVT:

- более эффективная защита от вибрации и шума, благодаря двум уровням эластичности конструкция ослабляет вибрацию во всех частотных диапазонах;
  - «перевернутая» конструкция (монтаж сверху вниз) и большое заглубление блоков в бетон дают точность геометрических параметров в пределах  $\pm 0,5$  мм, что обеспечивает высокую точность укладки верхнего строения пути и долговременное обеспечение требуемой высоты верха головок рельсов;
  - мобильность производства бетонных блоков (полушпал) системы LVT и возможность их изготовления в непосредственной близости от тоннелей;
  - высокий уровень механизации и скорость монтажа системы LVT – до 200 погонных метров за смену;
  - низкая стоимость эксплуатации и ремонта пути, оснащенного данной системой (отсутствует необходимость в его подбивке, выправке, рихтовке с применением путеремонтной техники);
  - замена вышедших из строя бетонных блоков LVT без разрезания рельса и уборки путевого бетона;
  - хорошая аэродинамика и простой доступ к рельсам.
- Сравнение креплений приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ конструкций пути (по 5-балльной системе)

Показатели	«Метро» Минск	EBS Варшава	LVT Москва
1 Предварительная оценка затрат на текущее содержание системы	2	4	5
2 Стоимость работ и материалов по устройству пути	5	4	3
3 Виброзащитные свойства	2	3	4
4 Трудоемкость устройства пути	3	5	5
5 Скорость укладки пути	3	5	5
6 Многодетальность	4	5	5
7 Возможность регулировки положения рельса в плане/профиле	3/5	5/5	5/5
8 Ремонтпригодность	2	4	5
9 Подготовительные работы (работа на базе, доставка к месту монтажа)	2	5	5
10 Локализация на территории РБ узлов скрепления	5	4	3
Итоговая оценка	3,1	4,5	4,6

На основе приведенных данных можно сделать следующие выводы по применяемым видам подрельсового основания.

Путь на деревянных шпалах со скреплением типа «Метро» морально устарел; при условии невысокой начальной стоимости материалов данный путь имеет малый срок службы и большие затраты на текущее содержание пути. Трудоемкость устройства пути на деревянных шпалах соизмерим с трудоемкостью пути на блоках. Кроме того, данная конструкция пути не решает проблемы по шуму и вибрации.

Путь на блоках системы EBS имеет преимущество в заводском изготовлении самих блоков в сборе, невысокая трудоемкость устройства пути. Технология устройства пути максимально приближена к типовой. По виброзащитным свойствам система EBS продемонстрировала снижение уровня вибрации лотка на частоте 31,5 Гц – 1–2дБ, на частоте 63 Гц (лоток и обделка), 31,5 Гц (обделка) снижения не зарегистрировано.

Путь на блоках системы LVT подобен конструкции пути на блоках EBS (включая технологию укладки и скорость укладки пути). Система LVT имеет преимущество над другими системами пути в вопросе ремонтопригодности, а именно данная система в процессе эксплуатации позволяет заменять блоки и детали узла блока без какой-либо работы с путевым бетоном. Но также необходимо отметить отсутствие герметизации стыка блок – резиновый чехол, что не препятствует попаданию влаги под бетонный блок.

Таким образом, при окончательном выборе типа подрельсового основания необходимо учитывать экономическую и логистическую составляющую.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Инструкция по текущему содержанию пути и контактного рельса метрополитенов. – М., 2005.

2 **Мирошников, Н. Е.** Современное состояние и перспективы развития конструкций пути для метрополитена. ISSN 1995-0470. Механика Машин, Механизмов и Материалов / Д. И. Бочкарев, А. А. Кебико. – 2012. – № 2 (19).

3 Виброзащитные конструкции пути для транспортных тоннелей и метрополитенов / Н. И. Карпущенко [и др.]. – Новосибирск : Наука, 2011. – 200 с.

4 **Сорокина, В. В.** Инновации в строительстве верхнего строения пути / В. В. Сорокина // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 13-й Международной научно-технической конференции. – Минск : БНТУ, 2015. – Т. 3. – С. 204–205.

5 **Тарлецкий, И. В.** Безбалластный путь LVT / И. В. Тарлецкий // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений : материалы II Международной студенческой конференции. Секция 1. Современные направления в проектировании и строительстве транспортных сооружений [Электронный ресурс]. – Минск : БНТУ, 2018. – С. 148–149.

Получено 28.06.2018

УДК 625.7: 628.517.2

*Е. А. ПАНТЕЛЕЕВА* (ПКП «Гомельдорпроект», г. Гомель)  
Научный руководитель – канд. техн. наук *Г. В. АХРАМЕНКО*

## **МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГОРОДСКОГО ШУМА ОТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Посвящено проблеме шумового загрязнения городов, вредного воздействия шума на человека и современным методам снижения шума. Рассмотрены основные методы снижения шума на селитебных территориях.

К числу наиболее сильных факторов, способных оказывать отрицательное воздействие на человека, относится шум. Шум является одной из форм вредного воздействия на окружающую природную среду. Загрязнение среды шумом возникает в результате недопустимого превышения уровня звуковых колебаний сверх природного фона. С экологической точки зрения в естественных условиях шум становится не просто неприятным для слуха, но и приводит к серьезным физиологическим последствиям для человека.

Ухо человека способно воспринимать звуковые колебания с частотой в диапазоне от 16 до 20000 Гц. Все шумы принято делить на низкочастотные (ниже 350 Гц), среднечастотные (350–800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц). При малой частоте колебаний звук воспринимается как низкий, при большей частоте — как высокий. Высокие звуки оказывают более неблагоприятное воздействие на слух и на весь организм человека, чем низкие, поэтому и шум, в спектре которого преобладают высокие частоты, более вреден, чем шум с низкочастотным спектром [6].

Громкость звука, или уровень шума, зависит от уровня звукового давления. Единицей измерения уровня звукового давления является децибел (дБ) – десятая часть десятичного логарифма отношения интенсивности звуковой энергии к ее пороговому значению. Выбор логарифмической шкалы вызван тем, что человеческое ухо обладает чрезвычайно большим диапазоном чувствительности к изменению интенсивности звуковой энергии (в 1010 раз), что соответствует изменению уровня шума всего от 20 до 120 дБ по логарифмической шкале. Максимальный диапазон слышимых звуков для человека составляет от 0 до 170 дБ (таблица 1) [4].

Шум как экологический фактор приводит к повышению утомляемости, снижению умственной активности, неврозам, росту сердечно-сосудистых

заболеваний, шумовым стрессам, ухудшению зрения и т.д. Постоянный шум способен вызвать перенапряжение центральной нервной системы.

Шум в больших городах сокращает продолжительность жизни человека. По данным австралийских исследователей, шум на 30 % является причиной старения горожан, сокращая продолжительность жизни на 8–12 лет, толкает людей к насилию, суициду, убийству. Наибольшее беспокойство шум оказывает на людей, занятых умственным трудом, по сравнению с работающими физически [4].

Таблица 1 – Влияние шума на здоровье человека

Пример шумового воздействия	Уровень шума, дБ	Эффект продолжительного воздействия на организм человека
Выстрел из орудия	170	Разрыв барабанной перепонки
Выстрел из винтовки	160	
Взлет реактивного самолета	140	
<i>Недопустимый уровень</i>		
Удар грома	130	Порог боли у человека
Оркестр поп-музыки	110	
Поезд	100	Угроза для слуха
Тяжелый грузовик, поезд метро	90	
Оживленная городская улица	80	
Спокойный разговор	60	Нормальный уровень
Капли дождя	40	
Шелест листьев	20	Тихий уровень
Шепот	10	

Основным источником акустического загрязнения в городах является автомобильный транспорт. По различным литературным данным последний является причиной от 80 до 90 % основных причин акустического загрязнения в городах. Наибольшие значения уровня шума, достигающие в дневное время 70–80 дБА, фиксируются в жилой застройке, примыкающей к высокоинтенсивным транспортным магистралям. Учитывая, что норма шума в жилой застройке составляет 55 дБА для дневного времени, эти превышения на фасадах зданий, обращенных к транспортному потоку, могут достигать 15–25 дБА (или в 3–5 раз по субъективному ощущению громкости).

В настоящий момент крайне необходимым является рассмотрение шума как комплексного фактора экологического воздействия, тем более что городской шум имеет тенденцию к росту: он возрастает ежегодно в среднем на 0,5–1,0 дБА в год [2].

В городской среде создается и присутствует определенный уровень шума, который увеличивается за счет интерференции звуковых волн в процессе распространения. Звуковые волны, генерируемые в условиях наличия большого количества плоскостей (фасады зданий, покрытия дорог, тротуа-

ров и площадей и т. д.), усиливаются и обретают большую проникающую способность из-за прямого и отраженного излучений, дифракции и резонанса. Административные меры (регламент времени воздействия шума или запрет на использование источников интенсивного шума), конструктивные (выгораживание источника шума или защищаемого объекта), а также планировочные меры (разведение в пространстве «шумных» и «тихих» зон) в реальности не всегда эффективны или невыполнимы [4].

Борьба с транспортным шумом, направленная на создание в населенных пунктах нормальной экологической обстановки и комфортных условий для быта и отдыха людей, предусматривает: зонирование территорий и целенаправленную трассировку улично-дорожных сетей; создание более совершенных транспортных средств и двигателей (что по существу выходит за пределы сферы строительства и градостроительства); совершенствование организации движения и отделение грузового движения; применение более совершенных конструкций дорожных одежд; использование специальных шумозащитных мер (в частности, стенок-экранов).

Риск отрицательного шумового воздействия на человека от транспортного потока можно установить по зависимости:

$$r = 0,5 - \Phi \left( \frac{y_{50}^{\max} - y_{\phi}}{\sqrt{(\sigma_{y_{\max}}^2 + \sigma_{y_{\phi}}^2)}} \right), \quad (1)$$

где  $r$  – вероятность (риск) возникновения последствий по причине шумового загрязнения от транспортного потока;  $y_{50}^{\max}$  – уровень постоянного шума, при котором вероятность нежелательного последствия от шумового загрязнения равна 50 %. Такой уровень в теории риска называют максимальным, дБА;  $y_{\phi}$  – фактический средний уровень шума, дБА;  $\sigma_{y_{50}}$  – среднее квадратическое отклонение фактического уровня шума, дБА;  $\sigma_{y_{\max}}$  – среднее квадратическое отклонение максимального уровня шума, дБА;  $\Phi(U)$  – функция Лапласа (интеграл вероятности).

Такой подход позволит оценить вероятность возникновения шумового загрязнения от транспортного потока и назначить необходимые мероприятия для смягчения или устранения шумового воздействия на окружающую среду при движении потока автомобильного транспорта по дорогам [5].

Шум, возникающий при взаимодействии шин автотранспортного средства с дорожным покрытием при скорости движения свыше 50 км/ч, является наиболее интенсивным источником акустического излучения, в значительной степени определяющим общий уровень внешнего шума (особенно для легковых автомобилей). Важную роль в процессе генерации и распространения шума играет дорожное покрытие. При движении автомобиля не-

ровность дорожной поверхности заставляет шины вибрировать, производя звуковые волны. Это явление вызывает шум, похожий на гул. Однако создание дорог с более гладкой поверхностью не решит проблему полностью, поскольку есть еще и другое явление – это воздух, «захватываемый» шиной при движении [2].

Снижение воздействия шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, шума на селитебную территорию урбанизированного комплекса до приемлемых гигиенических требований в современных условиях представляет собой сложную научно-техническую проблему, которая может быть решена только комплексными средствами.

Можно выделить градостроительные и строительно-акустические методы. Сюда относятся рациональная акустическая планировка жилых массивов, производственных предприятий и магистралей, создание шумозащитного озеленения улиц, повышение звукоизолирующих качеств зданий, разработка шумозащитных экранирующих сооружений, формирование систем группового расселения на базе массового скоростного пассажирского транспорта с четким и функциональным зонированием территории, удаление жилой застройки от источников шума, использование композиционной группировки зданий и др.

Необходимо уже на стадии разработки генплана определять местоположение и количество потенциальных источников автотранспортного шума, ожидаемые уровни шума. В результате при разработке детальной планировки можно определять размеры дискомфортных территорий, наиболее шумоопасные места, устанавливать необходимые размеры объектов шумозащиты и санитарно-шумозащитные зоны от источников автотранспортного шума до селитебных территорий, обосновывать другие мероприятия.

Весьма эффективным градостроительным мероприятием для снижения воздействия транспортного шума на селитебную территорию является шумозащитное озеленение магистралей (наиболее высокий эффект снижения шума достигается при сочетании озеленения с различными экранирующими сооружениями). Уровень снижения шума зелёными насаждениями зависит от вида насаждений, их ширины, наличия кустарника, времени года и пр. Однако только непросматриваемые зелёные насаждения обеспечивают заметное снижение шума. В условиях города создание таких шумозащитных посадок зачастую невозможно. В таких случаях следует использовать акустическое экранирование.

Данные измерений показывают, что среднее затухание на 10 м полосы зелёных насаждений составляет 1,5–2,0 дБА для деревьев и 2–4 дБА для зелёной густой изгороди. На низких частотах затухание звука зелёными насаждениями незначительно. Важно отметить, что только непросматриваемые зелёные насаждения обеспечивают заметное снижение шума. Поэтому шумозащитные посадки деревьев не должны иметь просвета, пространство под кронами засаживается плотными кустами. Максимально возможное снижение шума при выполнении этих условий достигает 10 дБА при ширине полосы 30–40 м. Озеленение городской территории в зонах между

транспортными магистралями и жилыми массивами должно являться неременной составной частью градостроительных мероприятий и может дать эффект снижения шума до 8–12 дБА. Только не просматриваемые зеленые насаждения обеспечивают заметное снижение шума. В условиях города создание таких шумозащитных посадок зачастую невозможно [3].

К административно-организационным мероприятиям шумозащитных мероприятий относятся прежде всего мероприятия по снижению уровней шума за счет снижения интенсивности и шумности автотранспортных потоков, а также: улучшение содержания дорог, применение менее шумных типов уличных покрытий; обеспечение на магистралях рациональной скорости движения; обеспечение, а подчас и исключение движения автомобильного, особенно грузового, транспорта в центральных районах города и на улицах жилой застройки (устройство пешеходных зон, вывод транзитного транспорта из объездной дороги, установление одностороннего движения, ограничение ночного движения и др.); улучшение условий движения на переездах и пересечениях (пересечение в разных уровнях и др., выделение полос общественного транспорта, разметка дорог, обеспечение кратных расстояний между пересечениями транспортных потоков для организации регулирования движения по принципу «зеленая волна» и др.); максимальное развитие общественного транспорта и повышение его конкурентоспособности с индивидуальным по скорости и комфорту.

Для предварительной оценки шумозащитной эффективности мероприятий можно воспользоваться данными, приведенными в таблице 2.

**Таблица 2 – Предварительная оценка эффективности мероприятий по снижению шума**

Мероприятие для снижения транспортного шума	Акустическая эффективность мероприятия (снижение уровня шума), дБА
Строительство шумозащитных экранов	До 18
Строительство малозумных покрытий по сравнению с плотными асфальтобетонами	До 3
Создание в населенных пунктах зон с ограничением скорости движения транспортного потока до 30 км/ч	До 2
Замена светофорного регулирования пересечений на кольцевые пересечения	До 4
Запрещение движения грузовых автомобилей в ночное время	До 7 (в зависимости от состава транспортного потока и скорости движения)
«Успокоение» движения транспортного потока	До 4
Комбинация ограничения скорости движения с явной для водителя причиной ее снижения	До 3
Ограничение скорости движения в комбинации с запрещением подачи звукового сигнала	1–4

Разработка шумозащитных экранирующих сооружений является составной частью общего комплекса градостроительных и строительных мероприятий по снижению шума. Данное мероприятие является весьма эффективным и широко применимым в городских условиях и заслуживает отдельного рассмотрения. Звукоизолирующие конструкции в виде акустических экранов устанавливаются для снижения шума, создаваемого открыто установленными источниками в окружающей среде. Применение экранов оправдано только в том случае, если шум экранируемого источника не менее чем на 10 дБ выше уровней, создаваемых другими источниками в застройке. Экраны могут быть плоской или п-образной формы, гладкими (из металла, пластмассы и т.п.) или (чаще всего) со звукопоглощающей облицовкой толщиной не менее 50 мм со стороны источника шума; стационарными или передвижными. Ширина и высота экрана должны в три и более раз превышать соответствующие размеры источника для того, чтобы зона акустической тени была как можно больше. Поскольку эффективность экранирования тем выше, чем больше высота и ширина экрана по отношению к длине звуковой волны, экраны целесообразно применять для снижения средне- и высокочастотного шума.

Наконец, эффективным мероприятием по снижению шума шин является усовершенствование конструкций шин. Исследования влияния на шум геометрических параметров профиля шин позволили установить, что низкопрофильные шины, которые в настоящее время получают столь широкое распространение во многих странах, ведут (за счет более широкого и менее короткого пятна контакта) к некоторому увеличению уровней шума шин, взаимодействующих с дорогой.

Мероприятия по изоляции дворовых пространств включают создание звукозащитных тамбуров в арках пешеходных проходов; светопрозрачных акустических экранов в промежутках между фасадами (во избежание проникновения во двор прямого и отраженного шума); звукоизолирующих конструкций дворовых проездов (для глушения уличного шума).

Создание поверхностей, препятствующих увеличению шума при его распространении, предполагает использование таких материалов или конструкций, где уплотненный по фронту звуковой волны воздух претерпевает значительное сопротивление при взаимодействии с ними. Материалы делятся на две группы: шумопоглощающие и шуморассеивающие. К первой группе относятся конструкции с повышенным коэффициентом звукопоглощения, работающих по принципу работы многослойных резонаторов и (или) звукопоглощающих панелей с перфорированной облицовкой. Ко второй группе принадлежат объемные архитектурные детали или поверхности с увеличенным рельефом, способствующие более эффективному рассеиванию звуковых волн средних и низких частот (до 1000 Гц) при отражении. Обе группы материалов могут быть использованы для отделки различных

плоскостей городского пространства (фасады домов или малых архитектурных форм, покрытия пешеходных путей, внутренние поверхности навесов, рекламные щиты и пр.) [4].

В современной практике проектирования широкое распространение находит компьютеризация. Компьютеризация расчетов помогает сократить сроки проектирования и допускает многовариантность решений, при котором учитывается влияние разнообразных факторов на шумовой режим территории. Одним из примеров нового подхода к проектированию автомагистралей является мониторинг и прогнозирование шумовой обстановки с помощью электронных компьютеризированных карт шума, которые являются эффективным инструментом борьбы с шумом, представляя пользователю объективную информацию о шумовом режиме территории и давая основу для разработки наиболее рациональных мер шумозащиты.

Наибольший эффект снижения шума наблюдается при сочетании нескольких методов по снижению шума. Во всех случаях целесообразно дополнительно применять мероприятия по организации движения (выравнивание скорости движения транспортных средств) и устройство малозумных дорожных покрытий. Оптимальное сочетание различных методов снижения шума позволят подобрать компьютерное моделирование и расчеты, поскольку для каждого объекта учитываются конкретные условия расположения, окружающая обстановка и перспективные условия развития интенсивности автотранспортного потока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ТКП 616–2017 (33200) Дороги автомобильные. Порядок применения шумозащитных сооружений. – Минск : М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, 2017. – 46 с.

2 **Васильев, А. В.** Экологическое воздействие шума, создаваемого шинами автотранспортного средства, и методы его снижения / А. В. Васильев, Е. А. Комлик // Изв. Самарск. НЦ РАН. – 2011. – Т. 13. – № 5. – С. 265–269.

3 **Васильев, А. В.** Снижение шума транспортных потоков в условиях современного города / А. В. Васильев // Экология и промышленность России. – 2004. – № 6. – С. 37–41.

4 **Колмаков, А. В.** Снижение уровня городского шума средствами архитектуры // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2017. – № 1. – С. 51–56.

5 **Николушкин, А. А.** Технические решения по повышению безопасности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] / А. А. Николушкин, А. В. Кочетков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2014. – № 5(24). – С. 15. – Режим доступа : <http://naukovedenie.ru>. – Дата доступа : 03.05.2018.

Получено 28.06.2018

УДК 656.073.235 (426)

*М. П. ПАРАХНЕВИЧ, А. С. РАДЮК (УЛ-21)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. А. ШАВИЛКОВ*

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК И ИХ ТЕНДЕНЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Раскрыто понятие эффективности контейнерных перевозок и представлены тенденции их развития в Республике Беларусь, а также отмечаются и недостатки в организации подобных перевозок в нашей стране.

Контейнерные перевозки грузов успешно применяются как на международных, так и на внутренних транспортных системах. Безусловное лидерство в сфере логистики этот вид транспортировки завоевал благодаря ряду преимуществ.

Применение контейнеров позволяет комплексно механизировать погрузочно-разгрузочные и складские операции и, таким образом, полностью исключить тяжелые ручные работы, повысить производительность труда в среднем в 4–6 раз, а на морском транспорте – до 30 раз по сравнению с ручной обработкой грузов, в 7–10 раз снизить себестоимость перегрузочных работ, в 1,5–2 раза сократить затраты на тару и упаковку, повысить сохранность перевозимой продукции, ускорить на 25–30 % доставку грузов. Контейнерные перевозки позволяют использовать морской, речной, воздушный, железнодорожный и автомобильный транспорт. Основным достоинством контейнерных способов является возможность доставки грузов «от двери до двери» без перегрузки в пути следования всеми видами транспорта.

По сравнению с перевозками грузов в крытых вагонах контейнерные способы перевозки имеют следующие показатели эффективности:

- значительная экономия на таре. Отправителю нет необходимости упаковывать свой груз в транспортную тару, поскольку контейнер сам является транспортной тарой. В контейнере можно перевозить грузы в облегченной, более дешевой таре или упаковке;

- сокращается количество операций с грузом, так как разрозненные грузовые места объединяются в одно, более крупное;

- ускоряются и удешевляются грузовые операции (погрузка, выгрузка и сортировка), поскольку для этого используются высокопроизводительные механизмы;

- экономия денежных затрат на погрузочно-разгрузочные работы составляет от 10 до 20 % – в зависимости от типоразмера контейнера;
- снижается себестоимость перевозок мелких и малотоннажных отправок за счет повышения статической нагрузки вагонов и автомобилей;
- лучше обеспечивается сохранность перевозимых грузов, так как груз меньше повреждается при погрузочно-разгрузочных работах и перевозке, кроме того, уменьшается вероятность хищений за счет меньшего числа перегрузок в пути следования;
- значительно меньше расходы на строительство и содержание складов.

В целом контейнеризация перевозок грузов является одним из важнейших направлений научно-технического прогресса на транспорте. Собранные вместе достоинства дают внушительный аргумент в пользу контейнеризации. Несмотря на проблемы, неотделимые от их использования, реакция компаний по перевозке на использование контейнеров свидетельствует, что эти достоинства снижают затраты и отражаются в более низких грузовых тарифах.

Республика Беларусь, находясь в центре Евроазиатского материка и обладая транспортно-коммуникационной сетью, имеет все шансы занять достаточно значимое место на рынке международных транзитных перевозок и обеспечить реализацию своих территориальных преимуществ. По прогнозам специалистов к 2020 году объемы международных грузоперевозок по основным транспортным артериям мира возрастут, как минимум вдвое, по сравнению с 2010 годом.

В результате сегментирования рынка транспортных услуг появляются дополнительные возможности привлечения грузов, в частности, контейнерных и пакетированных грузов, привлекательность развития интермодальных перевозок. Организация подобных перевозок требует наличия системы жесткого согласования и соответствия технических и технологических аспектов взаимодействия как на внутреннем сообщении, так и в условиях интеграции в международную транспортную систему. В этой связи необходимо внедрение передовых технологий перевозки грузов, для чего становится актуальным формирование стратегических альянсов и ассоциаций, создание транспортно-логистических групп.

Доля контейнерных грузов в общем объеме перевозимых Белорусской железной дорогой грузов составляет около 4 %. По данным официального сайта БЖД, в 2017 году было перевезено 245,4 тысяч контейнеров, а в 2018 году объем грузоперевозок составит не менее 300 тысяч контейнеров. Контейнеры объединяют грузы, превращая в единую отправку то, что при обычной перевозке представляет собой множество небольших отправок или упаковок. Такой объединенный груз перерабатывается быстрее и легче.

Очень важным достоинством является снижение требований к упаковке. Более простая упаковка позволяет уместить в том же объеме больше груза,

чем при укладке груза с учетом упаковки. Важно, однако, обеспечить тщательную загрузку контейнера, иначе легко упакованные грузы могут получить повреждения.

Реализация преимуществ удобного географического расположения Республики Беларусь требует проведения более эффективной транспортной политики, способствующей развитию и модернизации инфраструктуры транспортных коридоров, совершенствованию нормативно-правовой базы и взаимодействия различных видов транспорта транспортного комплекса страны.

Учитывая мировую тенденцию контейнеризации перевозок грузов, Белорусской железной дорогой проводится активная работа по организации перевозок грузов в контейнерах, в том числе маршрутными контейнерными поездами. По дороге курсируют контейнерные поезда: «Восточный ветер» по маршруту Берлин – Брест – Москва, «Казахстанский вектор» по маршруту Брест – Россия – Казахстан – страны Средней Азии, «Монгольский вектор» по маршруту Брест – Россия – Монголия – Китай, поезд для перевозки грузов концерна «Фольксваген» по маршруту Брест – Калуга – Брест, «ZUBR» по маршруту Эстония – Латвия – Беларусь – Украина в обоих направлениях, поезд комбинированного транспорта «Викинг» по маршруту Украина – Беларусь – Литва в обоих направлениях.

Прогнозируемый значительный рост мировой торговли, особенно в Европе и странах Юго-Восточной Азии, включая Китай, а также стабилизация экономик постсоветских стран, объективно потребуют адекватного участия железнодорожного транспорта для обслуживания экспортно-импортных операций.

Республиканское транспортно-экспедиционное унитарное предприятие «БЕЛИНТЕРТРАНС – транспортно-логистический центр» Белорусской железной дороги совместно с ООО «Белинтертранс-Германия», «China Brilliant Supply Chain Service Co.» LTD, «DHL Global Forwarding (China) Co.» LTD, АО «KTZ Express» запускает новый контейнерный поезд по маршруту Шэньчжэнь – Минск.

22 мая 2017 года из г. Шэньчжэнь, который является крупным промышленным, финансовым и транспортным центром Китая, состоялась отправка поезда China Railway Express под названием «China Brilliant» назначением на станцию Колядичи.

Контейнерный поезд в составе сорока одного 40-футового контейнера проследует по территории Китая через Казахстан, Россию и Беларусь до ст. Колядичи, где Государственное предприятие «БТЛЦ» выступит грузополучателем. Часть контейнеров будет выгружена на станции и передана грузовладельцам, а оставшиеся – по заявке клиента будут отправлены в страны ЕС, Турцию и др.

Данный проект осуществляется в рамках реализации инициативы «Один пояс, один путь» и будет способствовать укреплению торговых взаимоотношений и связей между экспортерами и импортерами данного региона.

Контейнерные перевозки в настоящее время вступили в полосу зрелого развития. Это находит свое выражение в том, что они уже заняли существенное место в системе перевозок грузов на основных видах транспорта. В последние годы основным вопросом является уже не темп роста контейнерных перевозок, а пропорциональность и рациональное эксплуатационное соотношение в рамках звеньев контейнерной системы. Главные черты этой системы сложились. Возникли новые вопросы, ряд ранее решенных обрели иное, отличное от прежнего, звучание.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Контейнеры : справочник / Ф. А. Пладис, В. А. Шкурин, Г. Э. Сурмаев ; под ред. В. А. Шкурина. – М. : Машиностроение, 2001. – 191 с.

2 **Туранов, Х. Т.** Транспортно-грузовые системы на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Х. Т. Туранов, М. В. Корнеев. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2008. – 445 с.

3 Экономика железнодорожного транспорта : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / И. В. Белов [и др.] ; под ред. И. В. Белова. – М. : Транспорт, 1989. – 351 с.

Получено 28.06.2018

---

**ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018**

---

УДК 625.7/8

*В. С. ПЕТРЕНКО (СА-51)*

Научный руководитель – канд. экон. наук *И. М. ЦАРЕНКОВА*

### **ВЫБОР БИТУМОХРАНИЛИЩА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ЗАВОДА**

Битум является самым дорогим (за исключением различных добавок) и сложным по своим физико-химическим свойствам компонентом асфальтобетонной смеси. Асфальтобетонная смесь, а именно её свойства, в свою очередь оказывает первостепенное значение на качество асфальтобетонных слоёв покрытий автомобильных дорог, являющихся самыми ответственными в конструкции дорожной одежды. Величина энергетических затрат в значительной мере определяет стоимость горячих асфальтобетонных смесей или отражается на общей прибыли дорожно-строительных организаций.

На сегодняшний день перевалка, хранение и налив битума является достаточно сложными и дорогостоящими операциями. Это объясняется рядом причин:

- физические и химические особенности самого продукта (высокая вязкость, низкая теплопроводность, снижение качества при высоких температурах в процессе нагрева и обезвоживания, что приводит к коксованию в зоне нагревателей);

- сложные климатические условия для эксплуатации битумных складов и производства сливо-наливных операций (особенно в холодный период года);

- проблемы обводнения и необходимость длительного разогрев битума, что может отразиться на качестве продукта;

- высокие и постоянные энергозатраты на поддержание продукта в рабочем состоянии;

- отсутствие качественного технологического оборудования для возможности производства операций с битумом без нанесения существенного ущерба его качеству для изготовления асфальта;

- отсутствие научной литературы по количественной оценке энергозатрат в процессе обезвоживания или разогрева битума.

Решение обозначенных проблем позволит сохранить качество битума в процессе его хранения в битумохранилище и правильно подготовить его в битумоплавильных котлах (расходных емкостях) для подачи на асфальтобетонный завод, что является залогом получения на выходе высококачественной асфальтобетонной смеси.

Таким образом, при проектировании и строительстве битумохранилищ следует руководствоваться рядом основных принципов:

- энергоэффективность;

- сохранение качества битума;

- снижение количества воды в битумохранилище до минимума при подготовке к производству асфальтобетонных смесей;

- применение современного технологического оборудования для учета и контроля процессов в битумном складском хозяйстве;

- сокращение времени персонала заказчика на подготовку и разогрев битума в хранилище для запуска работы асфальтобетонного завода и производства асфальтобетонных смесей;

- пожарная безопасность;

- соответствие экологическим нормам;

- индивидуальный подход при проектировании с учетом имеющихся на объекте у заказчика технических условий.

Одним из шагов на пути к более экономичному производству асфальтобетонных смесей является модернизация битумного хозяйства, а именно применение наземных битумохранилищ (рисунок 1).

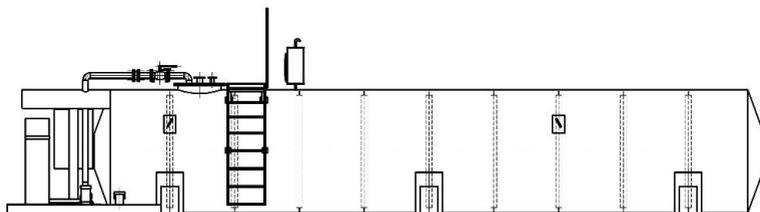


Рисунок 1 – Наземное битумохранилище горизонтального типа

Наземные хранилища значительно экономичнее по расходу тепловой энергии на процесс получения, хранения и тепло-влажностной подготовки битума.

Расход энергии на обезвоживание битума значительно сокращается из-за защищённости битума от попадания влаги в наземных битумохранилищах. В ямных битумохранилищах (рисунок 2) обводнение достигает 7–10 % в основном за счет попадания в битум грунтовых и поверхностных ливневых вод. Длительность цикла обезвоживания с увеличением процентного содержания влаги в битуме возрастает и, например, при обезвоживании 10–12 т битума с обводненностью 7–10 % достигает 18–20 и более часов. При этом нагреватели работают в непрерывном режиме, а активный выход паровых пузырьков из объема битума и их разрушение с выбросом пара в атмосферу начинается только при достижении битумом дорожной марки 70/100 температуры 100–105 °С. Всё это требует больших затрат энергии.

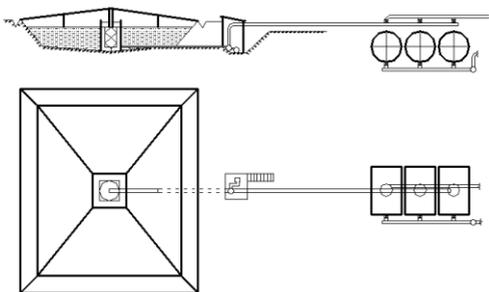


Рисунок 2 – Ямное битумохранилище

Наземное вертикальное битумохранилище (рисунок 3) полностью не избавляет от проблемы обводнения. Обводнение может происходить за счет конденсата пара при сливе из железнодорожных цистерн, за счет образования конденсата внутри хранилища при перепадах температуры в осенне-зимне-весенний период. Влага тяжелее битума и со временем

концентрируется в его нижних слоях в области забора, что обуславливает некоторую обводненность откачиваемого битума. Тем не менее, обводненность битума колеблется в пределах от 0,5 % до 1 % общей массы продукта, что сокращает издержки на дальнейшую подготовку битума и приводит к получению более качественной дорожной асфальтобетонной смеси.

Ещё одним немаловажным достоинством наземных резервуаров являются небольшие потери тепла, а следовательно, незначительные затраты тепла на поддержание рабочей температуры битума.

Минимизация энергозатрат достигается также за счёт простоты эксплуатации и обслуживания системы нагрева.

При использовании наземных ёмкостей технология нагрева и забора битума может быть полностью автоматизирована.

В случае если территория, предназначенная для размещения битумного хранилища, имеет большую площадь, для ее обустройства используются горизонтальные битумные емкости. Это решение можно назвать удобным и функциональным. При небольшой площади битумохранилища применяются вертикальные наземные ёмкости.

В наземных резервуарах можно организовать не только хранение, но и разогрев битума, используя обогреватели различных типов, помещаемые внутри емкости. Современные технологии изготовления битумных резервуаров позволяют соблюсти строгие требования стандартов в отношении организации хранения битумной массы и эмульсий, а также максимально упростить контроль состояния продукта за счет автоматических систем и датчиков, фиксирующих основные физико-химические свойства битума.

Поддержание температуры не ниже 100–105 °С в течение всего срока хранения позволяет уберечь вяжущее от попадания влаги в него, что, в свою очередь, дает возможность отказаться от устройства битумоплавильни. Поскольку работа битумоплавильни требует больших затрат энергии, её упразднение даёт значительный экономический эффект.

Процесс производства битумных емкостей учитывает как особенности их эксплуатации, так и пожелания заказчика в отношении вместимости, габаритных размеров и технической оснащённости изделий. Так, в настоящее время выпускаются битумные емкости, допускающие размещение от 20 до 120 т битумной массы. Длина горизонтальных ёмкостей достигает 14 метров, диаметр – 2,4–2,8 м, а высота – 2,6–3 м. Вертикальные ёмкости для хранения битума могут иметь диаметр до 4 м и высоту до 12 м.

Ёмкости для битума поставляются полностью готовыми к установке и могут быть оснащены:

- терморегистрами для разогрева битума;
- электронагревательными элементами;
- системой контроля температур;
- системой индикации параметров битумной массы и степени наполненности емкости;
- устройствами и инструментами для обслуживания резервуара.

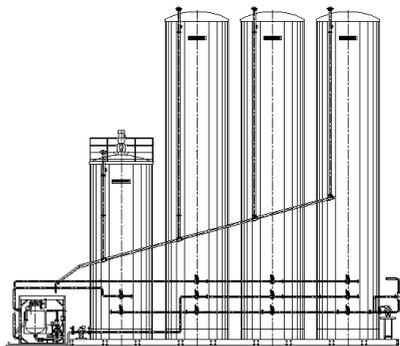


Рисунок 3 – Наземное битумохранилище вертикального типа

Наземное битумохранилище обладает следующими достоинствами:

- исключает возможность обводнения битума грунтовыми водами при хранении, что позволяет существенно снизить энергозатраты на подготовку битума при выпаривании влаги, а также сохранить его качество;
- снижает энергозатраты на нагрев битума за счёт разогрева только локальной зоны, вяжущего вокруг нагревателей;
- простой конструкции и эксплуатации ТЭНов, а также проведения регламентных работ;
- может быть полностью автоматизирована технология нагрева и забора битума.

Наряду с преимуществами наземных стальных битумных хранилищ имеются и серьёзные недостатки:

- необходимость поддержания в вязко-текучем состоянии всей массы битума;
- дополнительный разогрев вяжущего до 90–100 °С перед заполнением хранилища.

Таким образом, теплоэнергетические показатели наземных битумохранилищ свидетельствуют о том, что за этим видом складирования будущее, так как они во многом превосходят устаревшие ямные, и с их помощью можно добиться улучшения качества производимой асфальтобетонной смеси.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Силкин, В. В.** Асфальтобетонные заводы : учеб. пособие / В. В. Силкин, А. П. Лупанов, А. В. Короткова. – М. : Изд-во МАДИ; (ГТУ). Экон-Информ, 2008. – 266 с.
- 2 **Скрипкин, А. Д.** Разработка и внедрение систем транспортировки, хранения и подготовки битума в дорожном хозяйстве : диссертация / А. Д. Скрипкин. – М. : Екатеринбург, 2009.

Получено 1.06.2018

---

**ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.  
Вып. 23. Гомель, 2018**

---

УДК 656.62

*А. В. РОГОВА, Т. С. ПРОТОСОВИЦКАЯ (УЛ-31)*  
Научный руководитель – ст. преп. *С. А. ШАВИЛКОВ*

## **ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВНЕШНЕТОРГОВЫХ ГРУЗОПОТОКОВ ДЛЯ РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**

Рассмотрена возможность участия речного транспорта во внешнеторговых перевозках грузов между Республикой Беларусь и Украиной.

Республика Беларусь является страной с открытой, интегрированной в глобальное мировое хозяйство экономикой. Если в среднем по миру внешнеторговая квота составляет 38–39 %, то для Беларуси в последние годы она превышает 110 %. По этому показателю Беларусь входит в число стран-лидеров. Экспорт – один из приоритетов экономического развития Республики Беларусь. Внешнеторговые отношения Беларуси находятся в постоянном развитии. Республика осуществляет внешнеторговые операции более чем со 180 странами мира. Объединение усилий транспортников по оптимизации работы национальных транспортных систем является главным условием дальнейшего обеспечения своевременного продвижения товаропотоков между странами и регионами.

Активное участие Республики Беларусь в создании и развитии системы международных транспортных коридоров является одним из значимых элементов стимулирования подъема отечественной экономики на основе роста объемов и эффективности осуществления внешнеторговых перевозок грузов, привлечения на отечественные транспортные коммуникации транзитных грузов третьих стран. Интеграция в систему международных транспортных коридоров создает дополнительные возможности для развития национальной транспортной системы.

Важнейшие направления и мероприятия перспективного развития внутреннего водного транспорта разработаны в Программе развития внутреннего водного транспорта Республики Беларусь как конкретного среднесрочного плана Концепции развития данного вида транспорта на период 2016 – 2020 гг.

В соответствии с параметрами Программы проводится значительный объем исследований и работ в области развития внутренних водных путей и гидросооружений. Важными этапами таких работ являются модернизация Днепро-Бугского водного пути, судоходных шлюзов, расположенных на нем, и реки Припяти, как белорусской части международного водного пути Е-40.

Имеющаяся воднотранспортная инфраструктура Республики Беларусь и Украины (речной порт Мозырь на р. Припять, Херсонский и Николаевский морские торговые порты на р. Днепр и р. Южный Буг) может стать базовой для наращивания объемов экспорта в южном направлении.

В соответствии с Программой национальным судовладельцам предстоит осуществить постепенный переход к осуществлению перевозок внешнеторговых грузов внутренним водным транспортом собственными судами класса «О», «О-пр» и «река-море» плавания.

Интеграция в систему международных транспортных коридоров создает дополнительные возможности для развития национальной транспортной системы, в том числе и для внутреннего водного транспорта, являющегося менее энергоемким и отвечающего мировым стандартам по экологическим параметрам, что является немаловажным преимуществом в межгосударственном сообщении. В сложившихся условиях мирохозяйственных связей

назрела необходимость совершенствования координации работы транспорта и выработки общей национальной транспортной политики в связи с обострением конкуренции между отдельными видами транспорта, а также со стороны иностранных транспортно-экспедиционных компаний, получивших доступ на национальные рынки транспортных услуг.

Транспортное обеспечение внешнеэкономической деятельности является объективно необходимым. Транспорт органично вписывается в производственные и торговые процессы. Поэтому транспортная составляющая участвует во множестве задач логистики. Общая сумма затрат на транспортировку внешнеторговых грузов может достигнуть 50 и более процентов всей цены товара – в зависимости от его характера, географического направления и дальности перевозки, состояния конъюнктуры товарного и фрахтового рынков. Все это в немалой степени воздействует на решение вопроса о целесообразности экспорта того или иного товара. Таким образом, во внешнеэкономической деятельности транспортный фактор, как элемент конечной стоимости товара, играет важную роль при обосновании целесообразности той или иной внешнеторговой сделки и оказывает заметное влияние на конкурентоспособность экспортных товаров на внешних рынках.

При определении затрат, связанных с выполнением перевозочного процесса, необходимо учитывать технико-экономические показатели используемого подвижного состава (грузоподъемность, техническая скорость, показатели использования подвижного состава, время простоев под погрузочно-разгрузочными операциями и др.), расстояние транспортирования, затраты, связанные с выполнением погрузочно-разгрузочных работ, с повреждением и потерей груза, с нарушением срока доставки груза и др., т.е. затраты не только на транспорте, но и других участников перевозочного процесса.

Транспортная логистика должна обеспечивать выполнение основной целевой установки – обслуживание потребителей на конкурентно высоком уровне с оптимальными транспортно-технологическими издержками.

Перевозки грузов внутренним водным транспортом по ценовому фактору вполне успешно конкурируют с другими видами транспорта, обеспечивая достаточную надежность поставок и сохранность грузов, наряду с обеспечением необходимых экологических норм, что вызывает заинтересованность у грузовладельцев. В частности, в Европе прогнозируется дальнейший рост интенсивности водных перевозок на фоне возросших требований экологического характера при обеспечении качества, своевременности и безопасности доставки грузов.

Развитие транспорта является одним из четырех основополагающих факторов глобализации мировой экономики вместе с развитием телекоммуникаций, либерализацией торговли и международной стандартизацией, повышающей эффективность услуг портов и судоходных компаний.

Планируется, что объемы внешнеторговых грузов к 2020 году вырастут в 1,5 раза. Значительно разгрузить наземные транспортные коммуникации

предоставляется возможность национальному внутреннему водному транспорту на основных торговых маршрутах южного направления при рациональном сочетании транспортных схем.

Для этого необходимо создать условия для перераспределения тяготеющих к водному транспорту грузопотоков, с железнодорожного и автомобильного транспорта на внутренний водный. На основе высокой энергоэффективности внутреннего водного транспорта при увеличении его доли перевозок грузов на 0,1 % энергоёмкость ВВП страны снизится не менее чем на 10 млн рублей в год.

Для повышения роли водного транспорта в обслуживании транспортных потоков страны и транзитных в отрасли реализуется государственная Программа в рамках разработанной Концепции его развития до 2020 года. Программой предусмотрено ежегодное увеличение объемов перевозок грузов внутренним водным транспортом в среднем на 12 %. Производительность труда в отрасли к 2020 году запланировано повысить на 60–65 % к уровню 2010 года.

В рамках Программы осуществляется реконструкция Днепро-Бугского водного пути по параметрам судоходных габаритов класса V-а Европейских водных путей.

Развитие транспортного комплекса страны, неотъемлемой частью которого является внутренний водный и морской транспорт – одно из направлений развития Республики Беларусь.

Стратегическим приоритетом развития водного транспорта является рост экспорта его услуг на основе эффективного использования конкурентных преимуществ данного вида транспорта и его инфраструктуры. Увеличение доли перевозок внешнеторговых грузов является одним из направлений развития внутреннего водного и морского транспорта республики, ориентированных на рост экспорта и обеспечение положительного сальдо транспортных услуг.

В среднесрочной перспективе предусматривается интенсификация перевозок грузов по существующему участку международного пути Е40 р. Припять – р. Днепр – Черное море – р. Дунай. Таким образом, Республика Беларусь практически имеет прямое сообщение водным путем через Украину со странами черноморского бассейна (Турция, Греция) и Западной Европы по Дунаю (Болгария, Румыния, Сербия, Хорватия, Австрия, Германия и др.). Максимальное вовлечение мощностей внутреннего водного транспорта во внешнеторговые перевозки будет служить импортозамещению транспортных работ и услуг.

Анализ грузопотоков, а также используемых транспортных средств для перевозки товаров предприятий Республики Беларусь, проведенный белорусскими специалистами в области речного транспорта, показал, что стабильными экспортными грузами, в перевозке которых может принять участие речной транспорт, являются:

- калийные удобрения ОАО ХК «Беларуськалий»;
- поваренная соль ОАО «Мозырьсоль»;
- химические удобрения ОАО «Гомельский химзавод»;
- продукция ОАО «Мозырьдрев»;
- продукция ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод»;
- продукция РУПП «Гранит», г.п. Микашевичи.

Особую значимость приобретают бесперевалочные перевозки массовых относительно недорогостоящих навалочных грузов (щебень, гранулированный шлак и др.). При правильной организации транспортных схем с обеспечением обратной загрузки тоннажа на маршруте перевозки речной транспорт может составить определенную конкуренцию на перевозке обозначенных выше грузов.

В рамках НИРС выполнена оценка эффективности организации перевозок внешнеторговых грузов внутренним водным транспортом на примере перевозки щебня в Украину и в качестве обратного грузопотока – импорт гранулированного шлака в Республику Беларусь.

К перевозке внешнеторговых навалочных грузов речным транспортом тяготеют такие грузы, как экспортная продукция РУПП «Гранит».

Для транспортировки щебня из порта Микашевичи на сегодняшний день существуют все необходимые производственно-технические средства.

Значительная потребность в продукции РУПП «Гранит» имеется в Украине. Особенно большие объемы щебня и отсева требуются в крупнейших приречных городах Украины – Киеве, Днепропетровске, Запорожье и др.

В рамках НИРС перевозки экспортно-импортных грузов рассмотрены по трем вариантам:

первый – транспортировка щебня из порта Микашевичи в речной порт Днепропетровск, и в обратном направлении граншлака из Днепродержинска в речной порт Мозырь осуществляется в бесперевалочном варианте в универсальных судах закрытого типа класса прибрежного плавания «О-пр»: сухогрузный теплоход пр. № 95065 и баржа-приставка пр. № 775-Д;

второй – транспортировка щебня из порта Микашевичи до Киева будет осуществляться двумя составами с буксирами-толкачами пр. № 570 «В» и четырьмя баржами пр. № 775. От Киева до порта Днепропетровск одним буксиром-толкачом класса «О» и четырьмя баржами пр. № 775. В обратном направлении – граншлака из речного порта Днепродержинск в речной порт Мозырь;

третий – транспортировка щебня от станции Микашевичи до станции Днепропетровск железнодорожным транспортом в полувагонах, в обратном направлении – от станции Днепродержинск до станции Рось.

Полученные значения тарифов по вариантам доставки щебня в прямом сообщении и граншлака в обратном направлении сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнение различных вариантов перевозки внешнеторговых грузов

Вариант доставки груза	Тариф за 1 тонну груза, у.е.	
	Микашевичи – Днепропетровск	Днепродержинск – Пхов – Рось
Первый вариант (судовой состав класса «О-пр»)	9,5	11,17 + 6,76 = 17,93
Второй вариант (барже-буксирный состав)	7,62	8,35 + 6,76 = 15,11
Третий вариант (прямое международное ж.-д. сообщение)	11,7	15,31

Сравнение тарифных ставок позволяет сделать вывод, что транспортировку навалочных грузов в прямом и обратном направлениях предпочтительней осуществлять двумя составами с буксирами-толкачами пр. № 570 «В» и четырьмя баржами пр. № 775 до шлюза Киев, далее состав несамоходных судов передавать для буксировки на маршруте Киев – Днепропетровск буксиру-толкачу класса «О».

Таким образом, организация перевозок внешнеторговых грузов, в том числе продукции РУПП «Гранит», а в обратном направлении – граншлака для ОАО «Красносельскстройматериалы», с участием речного транспорта является более дешевым вариантом для белорусских экспортеров и импортеров.

С учетом того, что в последнее время наблюдается острая нехватка подвижного железнодорожного состава, а также в связи с пересмотром рядом стран, в частности Латвией, Литвой и Украиной, железнодорожных тарифов на перевозки большинства грузов в сторону увеличения приблизительно в среднем на 30 %, можно предположить, что при прочих равных условиях прямые водные и прямые смешанные железнодорожно-водные перевозки будут востребованы грузовладельцами.

К перевозке внешнеторговых грузов через речной порт Мозырь для обратной загрузки также тяготеют импортные навалочные грузы из портов Украины с дальнейшей их доставкой железнодорожным транспортом для предприятий Минской (шпат полевой для ОАО «Керамин», песок формовочный для ОАО «Минский тракторный завод») и Брестской (шпат полевой для ОАО «Березастройматериалы») областей.

Анализируя возможности речного порта Мозырь, можно рассматривать организацию перспективных перевозок внешнеторговых следующих грузов речным транспортом (таблица 2).

Организация подобных перевозок выгодна и государству в целом: грузовая база на большом протяжении пути принадлежит национальным пере-

возчикам налоги от доходов полностью поступают в бюджет Республики Беларусь.

Таблица 2 – Перспективные грузопотоки и объемы перевозок импортных грузов речным транспортом

Наименование груза	Объем перевозок, тыс. т		
	2019 г.	2020 г.	2025 г.
<b>В международном сообщении</b>			
Шлак гранулированный	35	50	80
Шпат полевой	15	17	20
Каолин и каолиновые глины	8	13	15
Глина огнеупорная	8	13	15
Песок кварцевый	22	25	30
Песок формовочный	22	25	30
Металлопродукция	100	120	200
<b>Итого в международном сообщении</b>	<b>210</b>	<b>233</b>	<b>390</b>

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Багров, Л. В.** Организация коммерческой работы на речном транспорте : учеб. для ин-тов водн. трансп. ; под ред. Л. В. Багрова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1985. – 352 с.

2 **Бутов, А. С.** Планирование работы флота и портов / А. С. Бутов, В. А. Легостаев. – М. : Транспорт, 1988. – 175 с.

3 **Вульфсон, М. С.** Пути снижения себестоимости речных перевозок / М. С. Вульфсон. – М. : Транспорт, 1980. – 80 с.

4 **Головников, В. И.** Основы организации работы флота и портов / В. И. Головников, А. Е. Суколенов, В. К. Шанчурова. – М. : Транспорт, 1976. – 383 с.

5 **Качанов, И. В.** Организация производства и управление предприятиями водного транспорта : учеб. пособие / И. В. Качанов, А. Д. Молокович, С. А. Шавилков ; под ред. А. Д. Молоковича. – Минск : БНТУ, 2013. – 330 с.

6 **Качанов, И. В.** Экономика водного транспорта : учеб. пособие / И. В. Качанов, А. Д. Молокович, С. А. Шавилков ; под ред. А. Д. Молоковича. – Минск : БНТУ, 2008. – 244 с.

7 Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта / под ред. В. С. Повороженко. – М. : Транспорт, 1992. – 316 с.

8 **Шавилков, С. А.** Организация производства на предприятии : пособие по вып. курсовых работ / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 27 с.

9 **Шавилков, С. А.** Экономика предприятия : пособие по выполнению курсовых работ / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 29 с.

10 **Шавилков, С. А.** Экономика водного транспорта : пособие / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 182 с.

11 **Шепеленко, Г. И.** Экономика, организация и планирование производства на предприятии : учеб. пособие / Г. И. Шепеленко. – Ростов н/Д : Феникс, 2010. – 600 с.

12 Экономические методы управления развитием предприятия / Л. В. Гринцевич, В. И. Демидов, Т. А. Сахнович. – Минск : БНТУ, 2010. – 475 с.

13 Экономика предприятия: учебное пособие / Л. Н. Нехорошева [и др.]. – Минск : БГЭУ, 2008. – 718 с.

14 Экономика предприятия (фирмы): учеб. / под ред. О. И. Волкова, О. В. Девяткина. – М. : Инфра-М, 2004. – 462 с.

Получено 15.10.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 656.225

*А. А. САМСОНОВА, М. В. ЛЕОНЕНКО (УЛ-31)*

Научный руководитель – ст. преп. *С. А. ШАВИЛКОВ*

## **ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ВНЕШНЕТОРГОВЫХ ГРУЗОВ**

Рассмотрена возможность организации мультимодальных контейнерных перевозок с участием водного транспорта.

Развитие рыночных отношений и усиление конкуренции привели к уменьшению потенциальной устойчивости и надежности производственно-транспортных систем. Укрепление этих систем возможно на основе интеграции предприятий и транспортно-технологической цепи, которые прямо или косвенно связаны в едином интегральном процессе создания и управления материальным потоком для удовлетворения потребностей покупателей и достижения целей предприятий. В современных условиях в хозяйственной практике стали использоваться новые методы и технологии доставки, которые базируются на концепции логистики. Логистический подход предусматривает управление всеми физическими операциями, которые необходимо выполнить при доставке товаров от поставщика к потребителю: накопление груза, хранение, перевалка, оформление документов, непосредственно транспортировка, таможенно-пограничное и санитарное обеспечение, информационные услуги и ряд других. Помимо управления операциями товародвижения такой подход предусматривает и маркетинговые исследования рынка поставщиков и потребителей, координацию спроса на рынке товаров и услуг, а также гармонизацию интересов участников процесса товародвижения.

Логистические принципы требуют исследования влияния транспортно-технологических систем доставки продукции на конечную ее цену.

В условиях рыночной экономики выживает лишь тот, кто наиболее грамотно и компетентно определит требования рынка, организует оказание транспортных услуг, пользующихся спросом.

Обеспечивая устойчивое функционирование транспорта, его инфраструктура должна, не снижая качества обслуживания, а по уровню развития опережая другие отрасли народного хозяйства, создать достаточный резерв технических и технологических средств для освоения предстоящих грузовых потоков. Основными целями транспортной политики Республики Беларусь на предстоящее пятилетие в соответствии с Программой социально-экономического развития на 2016–2020 годы, являются: формирование конкурентоспособной на международном и внутреннем рынках транспортной системы, развитие транспортных и коммуникационных услуг и соответствующей инфраструктуры, обеспечивающей платежеспособный спрос всех субъектов хозяйствования республики в перевозках, а также экспорт транспортных услуг.

Для достижения этих целей необходимо создать условия для устойчивого, безопасного, эффективного функционирования и развития транспорта, использования имеющихся провозных и пропускных возможностей, технически и технологически обоснованного уровня развития транспортных коммуникаций, становления внутреннего рынка транспортных услуг и эффективного участия на внешних рынках.

С развитием рыночных отношений усложняется процесс реализации товаров. Эту задачу можно решить двумя путями: уменьшением цены или повышением качества товаров. Наиболее быстрыми темпами цена продукции может быть снижена за счет транспортной составляющей.

Международные перевозки грузов являются одним из наиболее перспективных направлений развития экономики транзитных государств, к которым относится и Республика Беларусь.

Роль транспорта в экономике Республики Беларусь можно охарактеризовать через его долю в валовой добавленной стоимости, которая за последние пять лет не превышает 10 %. Относительно низкий вклад транспорта Беларуси в валовую добавленную стоимость (8,3 % в 2017 году) объясняется недостаточным рациональным использованием ресурсов на транспорте.

На современном этапе важнейшими задачами развития транспорта, в том числе и внутреннего водного, являются:

- реконструкция и модернизация транспортных коммуникаций, объектов и систем с учетом перспективных объемов перевозочной работы, развития транзитных и экспортно-импортных перевозок, на основе принятых в мировой практике стандартов;

- обновление и восстановление производственного потенциала транспортных средств, замена изношенного оборудования и другой техники в соответствии с установленными требованиями;

- модернизация инфраструктуры транспортных коридоров, проходящих по территории республики, наращивание объемов транзитных и экспортно-импортных перевозок;

- совершенствование механизма государственной поддержки развития транспорта.

Решение этих задач направлено на стабилизацию функционирования всех видов транспорта, в том числе и водного, увеличение объемов пере-

возочной работы, достижение более высокого качественного уровня транспортного обслуживания.

В условиях конкуренции все виды транспорта стремятся улучшать транспортное обслуживание грузовладельцев, повышать уровень сервиса, расширять перечень услуг, предоставляя тем самым выбор транспортно-технологических систем доставки продукции клиентам, в наибольшей степени удовлетворяющим их требованиям.

Наличие потенциальных грузопотоков южного и юго-западного направлений свидетельствуют о том, что объем перевозок внешнеторговых грузов внутренним водным транспортом по реке Днепр в черноморские порты и порты Дуная и обратно может составить 200–250 тыс. тонн в навигацию с последующим их ростом до 300–400 тыс. тонн. Предусматривается привлечение на речной транспорт внешнеторговых грузов в контейнерах и пакетированных.

Концепция развития внутреннего водного транспорта Республики Беларусь до 2020 года предусматривает усиление конкуренции внутреннего водного транспорта на перевозках экспортно-импортных грузов в сравнении с прямыми железнодорожными перевозками. В соответствии с направлениями Концепции национальным судовладельцам предстоит осуществить постепенный переход к осуществлению перевозок внешнеторговых грузов внутренним водным транспортом собственными судами класса «О» и «О-пр» плавания.

Контейнеризация и пакетизация грузовых перевозок является одним из важнейших направлений повышения качества и эффективности перевозок как в транспортной системе, так и в системе международной торговли.

В настоящее время транспортная инфраструктура развитого государства немыслима без комбинированных перевозок. Ускорение, удешевление и упрощение процесса движения грузов в контейнерах и пакетах от изготовителя до потребителя по варианту «от двери до двери» привело к интегрированию транспортных систем. Подобные комбинированные перевозки получили название интермодальных или мультимодальных.

Мультимодальные перевозки – это использование нескольких видов транспорта: автомобильного, водного, железнодорожного, воздушного. Для организации мультимодальных перевозок используют всю транспортную инфраструктуру: терминалы, консолидационные склады, порты, аэропорты и др., что предполагает высочайшую степень координации действий всех участников логистического процесса.

Существенное влияние на скорость доставки грузов оказывает разработка оптимального маршрута для достижения кратчайшего транзитного времени доставки.

По прогнозам специалистов к 2020 году объемы международных грузоперевозок по основным транспортным артериям мира возрастут как минимум вдвое по сравнению с 2010 годом.

Существующая воднотранспортная инфраструктура Республики Беларусь и Украины (речной порт Мозырь на р. Припять, Днепропетровский, Днепродзержинский и Запорожский речные порты, Херсонский и Николаевский морские торговые порты на р. Днепр и р. Южный Буг) потенциально является базисом для организации перевозки массовых внешнеторговых грузов с участием речного транспорта. Такое направление соответствует параметрам долгосрочного экономического сотрудничества между Республикой Беларусь и Украиной, является одним из приоритетных направлений государственной Программы развития внутреннего водного и морского транспорта Республики Беларусь на перспективу, а также Концепции развития внутреннего водного транспорта на период 2016–2020 гг.

Одним из потенциальных вариантов перевозки грузов внутренним водным транспортом является перевозка продукции белорусских деревообрабатывающих заводов в Турцию для дальнейшей отправки в страны Африки и Ближнего Востока. Так, например, продукция концерна «Беллесбумпром» может доставляться в Турцию через белорусский порт Мозырь и украинский порт Днепропетровск с учетом использования его регулярно действующей линии турецкого направления «Гаврия-Лайн». В Турцию и другие страны преимущественно продукция поставляется через Одесский либо Ильичевский морские торговые порты с доставкой к портам в международном железнодорожном сообщении. По информации республиканского транспортно-экспедиционного предприятия «Белинтертранс–транспортно-логистический центр» Белорусской железной дороги тариф на перевозку 1 тонны фанеры от станции Мосты, где расположено предприятие концерна «Беллесбумпром», до станции порт Ильичевск-эксп. составляет 51,7 дол. США, в том числе тариф на перевозку по белорусской железной дороге составляет 9,72 дол. США, по украинской железной дороге – 41,98 дол. США.

Обоснованность организации подобного варианта транспортировки экспортной продукции белорусских деревообрабатывающих предприятий возникает еще и в силу того, что в обратном направлении из Днепропетровска на белорусских судах возможно доставлять в речной порт Мозырь для дальнейшей отгрузки ОАО «Красносельскстройматериалы» гранулированные шлаки.

Результаты выполненных в НИРС сравнительных расчетов стоимостей доставки внешнеторговых грузов по вариантам сведены в обобщающие таблицы 1 и 2.

**Таблица 1 – Стоимость доставки фанеры в контейнерах по вариантам**

Смешанное ж.-д.-водное сообщение с перевалкой груза в п. Мозырь и дальнейшей перевозкой по линии «Гаврия-Лайн» п. Днепропетровск (Украина) – п. Кумпорт (Турция)	Смешанное ж.-д.-водное сообщение с перевалкой груза в п. Ильичевск и дальнейшей перевозкой п. Ильичевск (Украина) – п. Стамбул (Турция)
<b>22,8 + 32 = 54,8 у.е./т</b>	<b>51,7 + 8,5 + 25 = 85,2 у.е./т</b>
<i>Примечание – 32 у.е./т – тариф для линии Днепропетровск – Кумпорт; 8,5 у.е./т – тариф за перевалку в п. Ильичевск; 25 у.е./т – тариф для линии Ильичевск – Стамбул.</i>	

Таблица 2 – Стоимость доставки импортного граншлака

Смешанное ж.-д.-водное сообщение с перевалкой груза в п. Мозырь до ст. Рось	Прямое международное железнодорожное сообщение ст. Мариуполь (Украина) – ст. Рось (Беларусь)
<b>15,26 у.е./т</b>	<b>19,62 у.е./т</b>

По результатам выполненных расчетов можно сделать вывод, что стоимость перевозки в смешанном железнодорожно-водном сообщении с транспортировкой грузов по водным путям Республики Беларусь и Украины (комбинированные тарифы) экспортной продукции белорусских деревообрабатывающих предприятий, в частности фанеры ОАО «Мостовдрев» в контейнерах до Турции, на 30,4 у.е./т или 35,7 % ниже стоимости перевозки в международном железнодорожном сообщении с перевалкой груза в Ильичевском морском торговом порту, а импорт граншлака из Днепропетровска для ОАО «Красносельскстройматериалы» с перевалкой груза в порту Мозырь дешевле в варианте комбинированных перевозок с использованием речных путей почти на 4,36 у.е./т или 22,2 %, чем в международном железнодорожном сообщении из Мариуполя. Таким образом, организация перевозок внешнеторговых грузов, в том числе в контейнерах, с участием речного транспорта является более дешевым вариантом для белорусских экспортеров и импортеров.

С учетом того, что в последнее время наблюдается острая нехватка подвижного железнодорожного состава, а также в связи с пересмотром рядом стран, в частности Латвией, Литвой и Украиной, железнодорожных тарифов на перевозки большинства грузов в сторону увеличения приблизительно в среднем на 30 %, можно предположить, что при прочих равных условиях смешанные перевозки с участием речного транспорта будут востребованы грузовладельцами.

К перевозке внешнеторговых грузов через речной порт Мозырь для обратной загрузки тяготеют импортные наволочные грузы из портов Украины с дальнейшей их доставкой железнодорожным транспортом для предприятий Гродненской (шлак гранулированный для ОАО «Красносельскстройматериалы»), Минской (шпат полевой для ОАО «Керамин», песок формовочный для ОАО «Минский тракторный завод»), и Брестской (шпат полевой для ОАО «Березастройматериалы») областей.

Анализируя возможности РТУП «Белорусское речное пароходство», можно рассматривать возможность перспективных перевозок пароходством следующих грузов (таблица 3).

Выполненные в рамках НИРС расчеты позволяют утверждать, что межгосударственное кооперирование РТУП «Белорусское речное пароходство» с речными портами Украины по организации перевозок внешнеторговых грузов является эффективным и экономически целесообразным.

Таблица 3 – Перспективные грузопотоки и объемы перевозок импортных грузов для РТУП «Белорусское речное пароходство»

Наименование груза	Объем перевозок, тыс. т		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<b>В международном сообщении</b>			
Шлак гранулированный	35	50	80
Шпат полевой	15	17	20
Каолин и каолиновые глины	8	13	15
Глина огнеупорная	8	13	15
Песок кварцевый	22	25	30
Песок формовочный	22	25	30
Металлопродукция	100	120	200
<b>Итого в международном сообщении</b>	<b>210</b>	<b>233</b>	<b>390</b>

Важным является и тот факт, что перевозка собственных грузов отечественным флотом является весьма эффективной и для государства: расчеты показывают, что за навигационный период только налогов и отчислений при работе одной отечественной транспортной линии Мозырь – Днепропетровск – Мозырь в бюджеты всех уровней нашего государства поступит около 150 тыс. руб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Багров, Л.В.** Организация коммерческой работы на речном транспорте : учеб. для ин-тов водн. трансп. ; под ред. Л. В. Багрова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1985. – 352 с.
- 2 **Бутов, А. С.** Планирование работы флота и портов / А. С. Бутов, В. А. Легостаев. – М. : Транспорт, 1988. – 175 с.
- 3 **Вульфсон, М. С.** Пути снижения себестоимости речных перевозок / М. С. Вульфсон. – М. : Транспорт, 1980. – 80 с.
- 4 **Головников, В. И.** Основы организации работы флота и портов / В. И. Головников, А. Е. Суколенов, В. К. Шанчурова. – М. : Транспорт, 1976. – 383 с.
- 5 **Качанов, И. В.** Организация производства и управление предприятиями водного транспорта : учеб. пособие / И. В. Качанов, А. Д. Молокович, С. А. Шавилков ; под ред. А. Д. Молоковича. – Минск : БНТУ, 2013. – 330 с.
- 6 **Качанов, И. В.** Экономика водного транспорта : учеб. пособие / И. В. Качанов, А. Д. Молокович, С. А. Шавилков ; под ред. А. Д. Молоковича. – Минск : БНТУ, 2008. – 244 с.
- 7 **Логистические транспортно-грузовые системы : учеб. / В. И. Апатцев [и др.] ; под ред. В. М. Николашина. – М. : Академия, 2003. – 303 с.**
- 8 **Маркетинг во внешнеэкономической деятельности предприятия. – М. : Внешторгиздат, 1989. – 152 с.**
- 9 **Миротин, Л. Б.** Современный инструментарий логистического управления : учеб. для вузов / Л. Б. Миротин, В. В. Боков. – М. : Экзамен, 2005. – 495 с.

10 Организация и нормирование труда в современном производственном менеджменте / С. В. Глубокий, И. В. Борисевич. – Минск : Изд-во Гревцова, 2008. – 317 с.

11 Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта / под ред. В. С. Повороженко. – М. : Транспорт, 1992. – 316 с.

12 **Самойлович, В. Г.** Организация производства и менеджмента : учеб. / В. Г. Самойлович. – М. : Академия, 2008. – 335 с.

13 Транспортная логистика : учеб. / Л. Б. Миротин [и др.] ; под ред. Л. Б. Миротина. – М. : Экзамен, 2003. – 511 с.

14 **Фатхудинов, Р. А.** Организация производства : учеб. / Р. А. Фатхудинов. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 544 с.

15 **Шавилков, С. А.** Организация производства на предприятии : пособие по вып. курсовых работ / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 27 с.

16 **Шавилков, С. А.** Экономика предприятия : пособие по вып. курсовых работ / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 29 с.

17 **Шавилков, С. А.** Экономика водного транспорта : пособие / С. А. Шавилков. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 182 с.

Получено 28.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 621.331

*А. Н. СЫЧЕВА* (СП-51)

Научный руководитель – канд. техн. наук *Н. В. ДОВГЕЛЮК*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ УЧАСТКА ОРША – ВИТЕБСК БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

Определена экономическая целесообразность электрификации участка Орша – Витебск Белорусской железной дороги в зависимости от величины грузооборота и стоимости дизельного топлива и электроэнергии на тягу поездов.

Мощность железной дороги определяется ее пропускной и провозной способностью.

Увеличение массы и количества поездов на железной дороге можно осуществить при максимальном использовании существующего технического оснащения дороги, внедряя организационно-технические мероприятия, и при помощи реконструктивных мероприятий.

Организационно-технические мероприятия включают: увеличение массы поездов за счет более полного использования кинетической энергии поезда; увеличение скорости движения на перегонах, ограничивающих пропускную способность; введение кратной тяги на отдельных перегонах; уплотнение графика движения поездов; введение соединенных поездов, а также формирование поездов повышенной массы с локомотивами, рассредоточенными в составе.

Реконструктивные мероприятия предусматривают: применение более совершенных устройств СЦБ; удлинение приёмно-отправочных путей и увеличение числа путей на отдельных пунктах; введение более мощных локомотивов при данном виде тяги или замену тепловозной тяги электрической; смягчение продольного профиля пути или изменение трассы на отдельных участках; укладку вторых путей на части или на всем протяжении реконструируемой линии.

Организационно-технические мероприятия, требующие меньших капиталовложений, обычно предшествуют реконструкции эксплуатируемой дороги. В ряде случаев организационно-технические мероприятия сочетаются с реконструктивными. Так, при увеличении массы поезда за счет тех или иных организационных мероприятий может потребоваться удлинение приёмно-отправочных путей на отдельных пунктах [1].

Электрификация железной дороги – одно из важных реконструктивных мероприятий. Она не только существенно повышает пропускную и провозную способность линии, но одновременно увеличивает производительность труда и дает большую экономию энергетических ресурсов. Электрификация примерно в 4–5 раз дешевле, чем строительство двухпутных вставок.

Развитие электрификации Белорусской железной дороги позволит повысить эффективность железнодорожных перевозок, повысить их скорость и снизить нагрузку на экологию страны. В настоящее время протяженность магистральных линий железной дороги в Беларуси составляет 5,5 тыс. км, из них 1,13 тыс. км, или 20,5 %, электрифицированы. На электрифицированных участках выполняется 25 % грузооборота и 30 % пассажирооборота.

На Белорусской железной дороге планируется увеличение протяженности электрифицированных железнодорожных участков по основным направлениям международных перевозок грузов в целях снижения эксплуатационных расходов и сокращения потребления светлых нефтепродуктов на тягу поездов в условиях политики государства по повышению энергетической и экологической безопасности [2].

Перспективы развития электрификации до 2030 года предполагают разработку направлений Жлобин – Могилев – Орша – Витебск и Барановичи – Лунинец – Калинковичи.

Поэтапная электрификация железнодорожных линий на полигоне Белорусской железной дороги является одним из перспективных направлений развития железнодорожной инфраструктуры. Переход на электротягу будет обеспечивать повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта посредством снижения себестоимости перевозок, особенно в условиях обостряющейся конкуренции за грузо- и пассажиропотоки со стороны автомобильного транспорта.

Электрификация железных дорог позволяет на 20–30 % поднять нормы массы и скорости движения поездов, пробег локомотивов, снизить на столько же потребность в локомотивах и локомотивных бригадах, уменьшить в 2–3 раза ремонтно-эксплуатационные расходы на содержание локомотивов. Совокупность этих факторов обеспечивает в 1,5–2 раза меньшую себестоимость перевозок на электрической тяге, чем при тепловозной тяге. Существенное преимущество электрической тяги в снятии проблем загрязнения окружающей среды, что и происходит при тепловозной тяге.

Одним из важных критериев оценки эффективности реализации инфраструктурных проектов по электрификации участков железной дороги и выбора наиболее оптимальной последовательности реализации очередей проекта является изменение эксплуатационных затрат, т.е. сопоставление их величины по рассматриваемым участкам при существующей инфраструктуре и при её электрификации.

Эксплуатационные расходы на электрифицируемых участках железной дороги включают в себя: стоимость расходуемого топлива и электроэнергии; расходы по ремонту и реновации подвижного состава; расходы по содержанию локомотивных бригад; расходы на устройство и содержание тяговых подстанций, контактной сети; расходы на устройства электроснабжения, связи и СЦБ.

Расчёт эксплуатационных затрат выполняется в соответствии с отраслевыми особенностями формирования затрат и себестоимости работ на железнодорожном транспорте.

Эксплуатационные расходы на грузовые и пассажирские перевозки на электрифицируемых участках определяются методом расходных ставок.

Электрификация железных дорог связана с необходимостью создания мощной инфраструктуры – внешнее электроснабжение, тяговые подстанции, контактная сеть, что требует значительных капиталовложений. Поэтому решение вопроса о переходе на электрическую тягу сводится к определению величины грузооборота, при котором эксплуатационные расходы становятся ниже, чем при тепловозной тяге.

Исходные данные для расчёта суммарных годовых эксплуатационных расходов участка Орша – Витебск: длина участка – 82,3 км; грузооборот  $\Gamma = 13$  млн тонн; локомотивы – тепловоз 2ТЭ10М, электровоз ВЛ80<sup>к</sup>; среднее время хода по участку – 1,67 часа; масса поезда – 4000 тонн; средний

расход дизельного топлива на участке 841 кг/ч; средний расход электроэнергии на участке 3211 кВт·ч/ч. Цены на топливно-энергетические ресурсы: дизельное топливо – 1,34 руб./кг, электроэнергия – 0,24 руб./кВт·ч [3]; дизельное топливо – 1,38 руб./кг, электроэнергия – 0,22 руб./кВт·ч; дизельное топливо – 1,40 руб./кг, электроэнергия – 0,20 руб./кВт·ч, то есть при росте цен на дизельное топливо и уменьшении стоимости электроэнергии.

Величину грузооборота экономически целесообразного для перехода на электрическую тягу удобно определять по графикам (рисунки 1–3).

Величина грузооборота для перехода на электрическую тягу при ценах на топливно-энергетические ресурсы: топливо – 1,34 руб./кг, электроэнергия – 0,24 руб./кВт·ч, отображена на рисунке 1.

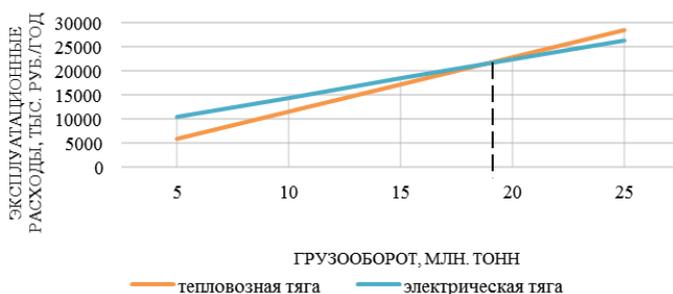


Рисунок 1 – Определение величины грузооборота для перехода на электрическую тягу, цена на топливо – 1,34 руб./кг, электроэнергию – 0,24 руб./кВт·ч

Величина грузооборота для перехода на электрическую тягу при ценах на топливно-энергетические ресурсы: топливо – 1,38 руб./кг, электроэнергия – 0,22 руб./кВт·ч отображена на рисунке 2.

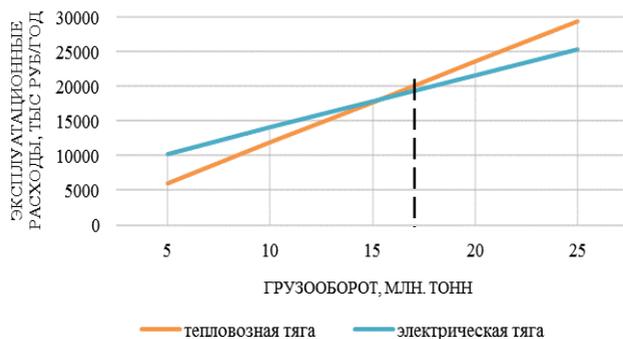


Рисунок 2 – Определение величины грузооборота для перехода на электрическую тягу, цена на топливо – 1,38 руб./кг, электроэнергию – 0,22 руб./кВт·ч

Из рисунков 1 и 2 видно, что при этих ценах на топливно-энергетические ресурсы электрификация участка Орша – Витебск нецелесообразна, так как грузооборот на участке  $\Gamma = 13$  млн тонн меньше экономически целесообразного грузооборота  $\Gamma = 19 \dots 15$  млн тонн.

Величина грузооборота для перехода на электрическую тягу при ценах на топливно-энергетические ресурсы: топливо – 1,40 руб./кг, электроэнергия – 0,20 руб./кВт·ч, отображена на рисунке 3.

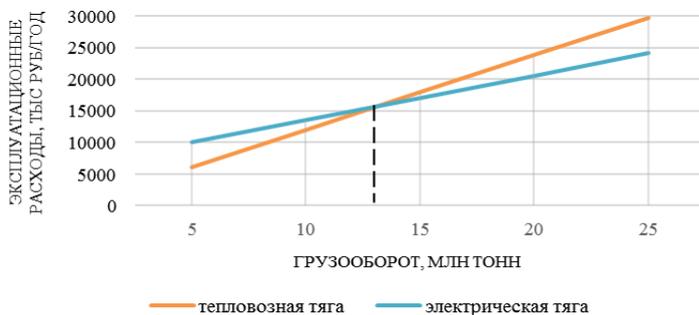


Рисунок 3 – Определение величины грузооборота для перехода на электрическую тягу, цена на топливо – 1,40 руб./кг, электроэнергию – 0,20 руб./кВт·ч

Из рисунка 3 видно, что при ценах на топливно-энергетические ресурсы: топливо – 1,40 руб./кг, электроэнергия – 0,20 руб./кВт·ч, что соответствует повышению цен на дизельное топливо и снижению цен на электроэнергию в связи с пуском АЭС, электрификация участка Орша – Витебск целесообразна, так как грузооборот на участке  $\Gamma = 13$  млн тонн равен экономически целесообразному грузообороту.

В настоящее время при действующих ценах на дизельное топливо – 1,34 руб./кг, электроэнергию, расходуемую на работу электрифицированного железнодорожного транспорта – 0,24 руб./кВт·ч, электрификация участка Орша – Витебск нецелесообразна. Однако при дальнейшем увеличении цен на дизельное топливо и снижении цен на электроэнергию в связи с пуском АЭС электрификация участка может стать целесообразной.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Довгелюк, Н. В. Реконструкция железных дорог / Н. В. Довгелюк, Г. В. Ахраменко, В. А. Вербило. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 339 с.
- 2 Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 28 апр. 2016 г., № 345 // Совет Министров Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.government.by/upload/docs/file591cd03b057946c1.PDF>. – Дата доступа: 28.05.2018.

3 Тарифы на электрическую энергию для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.energosbyt.by/tariffs\\_ul\\_ee.php](http://www.energosbyt.by/tariffs_ul_ee.php). – Дата доступа : 27.05.2018.

4 Строительно-технические нормы СТН Ц-01–95. Железные дороги колеи 1520 мм. – М. : Стройиздат, 1995. – 86 с.

5 **Турбин, И. В.** Изыскания и проектирование железных дорог : учеб. для вузов / Н. В. Турбин. – М. : Транспорт, 1989. – 479 с.

6 **Кантор, И. И.** Изыскания и проектирование железных дорог : учеб. для вузов / И. И. Кантор. – М. : УКЦ «Академкнига», 2003. – 288 с.

7 Экономические изыскания и основы проектирования дорог : учеб. для вузов / Б. А. Волков [и др.] ; под ред. Б. А. Волкова. – М. : Маршрут, 2005. – 404 с.

8 Тяговые расчёты при проектировании железных дорог : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Н. В. Довгелюк, Г. В. Ахраменко, В. А. Вербило. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 48 с.

9 **Ахраменко, Г. В.** Определение эксплуатационных расходов для сравнения вариантов трассы : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Г. В. Ахраменко, Н. В. Довгелюк, В. А. Вербило. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 32 с.

Получено 31.05.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 681.306

*А. УРИЦКАЯ, И. ФИЛАТОВА (СВ-11)*

Научный руководитель – канд. техн. наук *Ю. А. ПШЕНИЧНОВ*

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ КИРИЛЛИЦЫ В ДОКУМЕНТАХ MATHCAD**

На русскоязычных сайтах сети Интернет находится большое число интерактивных файлов-документов с расширением *.mcd*, созданных в ранних версиях системы компьютерной алгебры *Mathcad*, включая *Mathcad 13*. При их открытии посредством *Mathcad 14* и *Mathcad 15* текст часто в документе отображается некорректно, так как кириллический текст в текстовых областях документа представлен символами западноевропейских языков. Данная проблема возникает также у пользователей, длительно применяющих *Mathcad* в своей работе. В статье предлагается два способа восстановления кириллицы в таких документах *Mathcad*.

Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением *Mathcad* впервые представлена в 1986 году для операционной системы *DOS* интерфейс. Она была задумана и написана Алленом Раздовом (Allen Razdow [1]) одним из учредителей компании *Mathsoft*. Версия поддерживала только текстовый режим

ввода математических формул и выражений. В последующих версиях *Mathcad* поддерживалась приемлемо. Оказалось, что сохранившийся документ, созданный в *Mathcad 1.0*, открылся в *Mathcad 14* с поддержкой интерактивности.

В то же время при открытии посредством *Mathcad 14* и *Mathcad 15* документов, созданных в ранних версиях системы компьютерной алгебры *Mathcad*, включая *Mathcad 13*, текст часто в документе отображается некорректно, так как кириллический текст в текстовых областях документа представлен символами западноевропейских языков.

Примером этого является скриншот, показанный на рисунке 1.

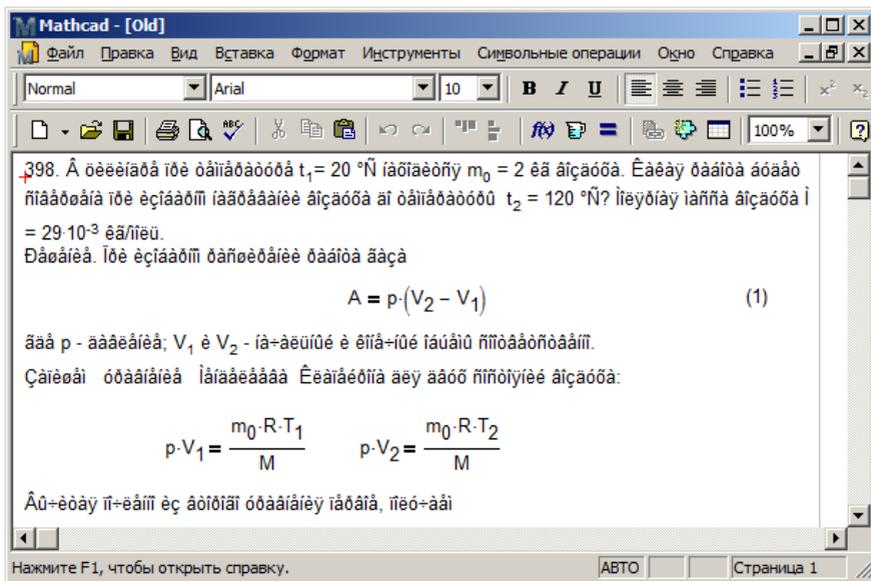


Рисунок 2 – Исходный документ в *Mathcad 15*

Предложенный способ решения данной проблемы заключается в следующем.

Открытый посредством *Mathcad 15* файл *Old.mcd* с расширением *mcd* сохраняем в виде файла *New.xmcd* с расширением *.xmcd*. При этом файл с расширением *.mcd* открываем путем щелчка на его имени правой кнопкой мыши в *Total Commander*, щелчка на пункте контекстного меню **Открыть с помощью** и выборе **Mathcad Application**.

После закрытия приложения *Mathcad 15* сохраненный файл уже с расширением *xmcd* открываем через контекстное меню в *Total Commander* посредством *Word 2003* (но не *Word* более поздних версий). Фрагмент документа *Word 2003* имеет вид, изображенный на рисунке 2.

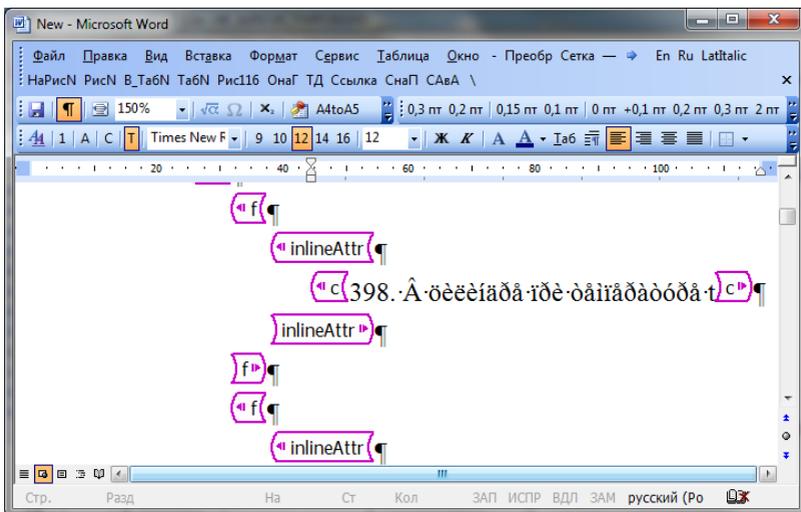


Рисунок 3 – Документ Word 2003 с символами кодовой таблицы Windows-1252

Видно, что файл имеет структуру текстового файла в формате XML (от англ. *eXtensible Markup Language* – расширяемый язык разметки, описывающий документ и частично поведение программ, читающих XML-документы).

Кроме того, видно, что кириллический текст представлен в виде «кракозябр». В интернете есть несколько on-line декодеровщиков. Посредством одного из них определена кодировка «кракозябр» Windows-1252, предназначенная для западноевропейских языков.

Для перекодировки в документе Word 2003 использован макрос ChangeToRus [2].

Листинг макроса имеет вид.

```

Sub ChangeToRus()
' Замена «кракозябр» на кириллические буквы
' CP1252 -> CP1251
  For i = 192 To 255
    a1 = i
    a = Trim("u") & Trim(Str(a1))
    ' формирование запроса для поля найти
    sRus = Array("А", "Б", "В", "Г", "Д", "Е", "Ж",
"З", "И", "Й", "К", "Л", "М", "Н", "О",
"П", "Р", "С", "Т", "У", "Ф", "Х", "Ц", "Ч", "Ш",
"Щ", "Ъ", "Ы", "Ь", "Э", "Ю", "Я",
"а", "б", "в", "г", "д", "е", "ж", "з", "и", "й",
"к", "л", "м", "н", "о",
"п", "р", "с", "т", "у", "ф", "х", "ц", "ч", "ш",
"щ", "ъ", "ы", "ь", "э", "ю", "я")
  
```

```

ЗамениТЬ ' формирование массива кириллических букв для поля
Selection.Find.ClearFormatting
Selection.Find.Replacement.ClearFormatting
With Selection.Find
    .Text = a
    .Replacement.Text = sRus(i - 192)
    .Forward = True
    .Wrap = wdFindContinue
    .MatchCase = True
End With
Selection.Find.Execute Replace:=wdReplaceAll
' Выполнение замены по тексту
Next i
End Sub

```

После выполнения макроса `ChangeToRus` фрагмент документа *Word 2003* приобретает вид, представленный на рисунке 3.

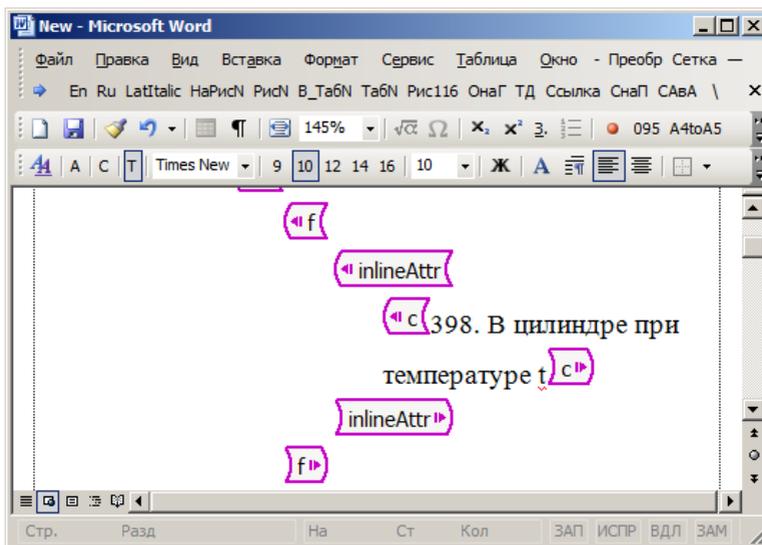


Рисунок 4 – Фрагмент восстановленного текста документа *Mathcad*

Видно, что макрос восстановил кириллический (русский) текст.

При сохранении данного файла *Word 2003* предлагает использовать тип файла *XLM*-документ. Сохраняем файл в данном формате и закрываем *Word*.

В *Total Commander* переименовываем файл `New.xml` в `New.xmlcd` и дважды щелкаем на нем. Открывается окно *Mathcad 15*, показанное на рисунке 4.

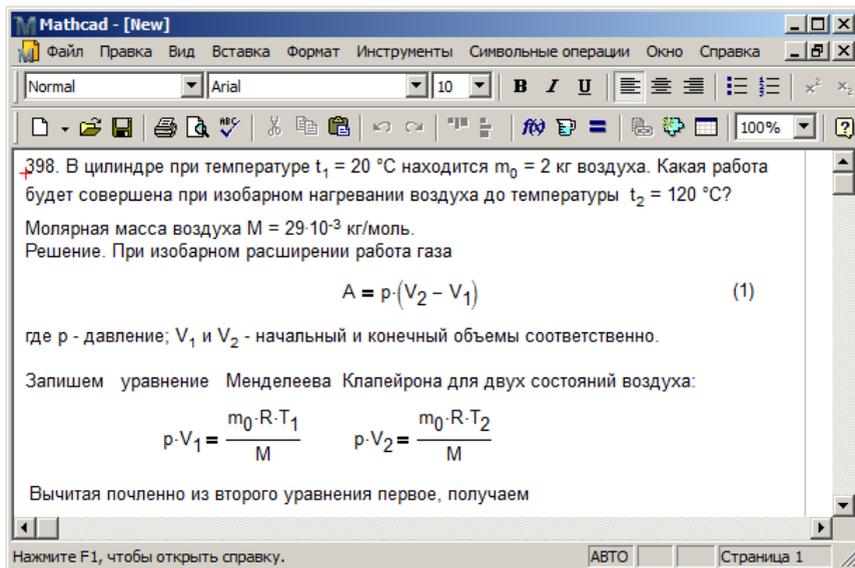


Рисунок 5 – Восстановленный документ в *Mathcad 15*

Предложенная последовательность действий позволила восстановить кириллический (русский) текст в документе *Mathcad*, созданном в ранних его версиях. При этом документ *Mathcad* остается интерактивным, позволяющим изменять исходные данные и производить новые вычисления.

Недостатком этого способа является необходимость использования текстового процессора *Word 2003*.

Второй способ восстановления кириллицы в *Mathcad* заключается в использовании текстового редактора *AkelPad* [3].

Так же, как и в первом способе, открываем посредством *Mathcad 15* файл *Old.mcd* и сохраняем его в виде файла *New.xmcd*, т. е. файла с расширением *xmcd*.

В *Total Commander* целесообразно текстовый редактор Блокнот (*Notepad*) заменить на текстовый редактор *AkelPad*, который имеет открытый код и является свободно распространяемым. Для этого необходимо скачать *AkelPad* (версия от 18.07.2016, размер 314.7 kB) с сайта [3] в виде архивного файла *AkelPad-4.9.8-x64-bin-rus.zip*. Данная версия *AkelPad* не требует инсталляции. Достаточно открыть архив и скопировать его содержимое в выбранный каталог.

Запуск *AkelPad* осуществляется щелчком мыши на файле *AkelPad.exe*. Можно также в *Total Commander* выделить имя файла *New.xmcd* и нажать клавишу **F4**.

Открываем в текстовом редакторе *AkelPad* файл *New.xmcd*. В окне *AkelPad* русский текст, как и на рисунке 2, представлен «кракозябрами».

Выполняем в *AkelPad* команду **Правка** → **Выделение** → **Перекодировать**. На мониторе отображается окно **Перекодировать**, в котором в поле со списком Из выбираем 1252 (ANSI – латиница 1), а в поле со списком В 1251 (ANSI – кириллица). После щелчка на кнопке ОК файл *New.xmcd* изменяет кодировку. При этом текст в редакторе *AkelPad* принимает корректный вид, как и на рисунке 5.

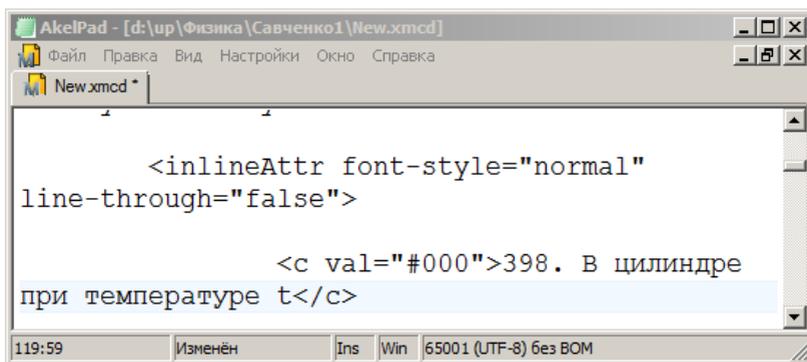


Рисунок 6 – Фрагмент текста в *AkelPad* после изменения кодировки

При его сохранении *AkelPad* предлагает тип файла 65001 (UTF-8). Сохраняем файл в данном формате. В *Total Commander* переименовываем файл *New.txt* в *New.xmcd* и дважды щелкаем на нем. Открываем данный файл посредством *Mathcad*. В его окне документ имеет вид, показанный на рисунке 4.

Заметим, что документ *Mathcad*, как и при первом способе восстановления кириллицы, остается интерактивным, позволяющим изменять исходные данные и производить новые вычисления.

Таким образом, предложены два способа восстановления кириллического (русского) текста в документах *Mathcad*, созданных в приложении *Mathcad 13* и в более ранних его версиях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 True [Электронный ресурс]. – Режим доступа : //<https://www.truenum.com/team>. – Дата доступа : 01.07.2018.

2 Замена CP1252 -> CP1251 на кириллические буквы // Word expert профессиональная работа с текстом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://wordexpert.ru/forum/viewtopic.php?id=1278>. – Дата доступа : 01.07.2018.

3 AkelPad // Sourceforge [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sourceforge.net/projects/akelpad>. – Дата доступа : 01.07.2018.

Получено 05.07.2018

УДК 625.7/8

*И. А. ЧУДОВА* (магистрант)

Научный руководитель – канд. экон. наук *И. М. ЦАРЕНКОВА*

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КАЛЕНДАРНЫХ ГРАФИКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ПРОГРАММЕ MICROSOFT PROJECT**

Рассмотрена организация строительно-монтажных работ на стадии проектирования с использованием программы Microsoft Project. Предложен анализ разработки календарного графика строительства автомобильных дорог. Изложены предложения по использованию и внедрению программы Microsoft Project при планировании и управлении проектом строительства автомобильных дорог.

Бурное развитие информационных технологий на сегодняшний день, предоставляют массу возможностей для модернизации и реализации сложных задач. Инновационный подход правительства Республики Беларусь к реализации программы, направленной на развитие цифровой экономики и информационного общества на ближайшие годы, дает возможность усовершенствовать и эффективно использовать информационные технологии во всех отраслях. В дорожном хозяйстве, в частности, при строительстве и реконструкции автомобильных дорог наиболее известными являются методы САПР и ГИС технологий. Однако на современном этапе существует множество программных продуктов, которые могут быть применены для решения разнообразных задач в дорожном хозяйстве. Одним из таких инновационных продуктов является программа Microsoft Project.

Организация строительно-монтажных работ по строительству такого линейного объекта, как дорога, является весьма трудоемким и сложным процессом, требует грамотного использования научно-технических разработок и программного сопровождения. Важнейшим этапом проектирования и дальнейшей реализации проекта является разработка календарного графика, который обеспечивает планирование имеющихся ресурсов в увязке с рассчитанными сроками по выполнению строительства объекта.

Календарный график работ имеет множество значимых для строительства особенностей, которые необходимо учитывать: технологические перерывы; сложные климатические условия, которые усложняют производство работ, формирование нестандартных комплектов машин и неравномерное использование материалов. Поэтому особенно актуальным является необходимость



Для работы в программе необходимо разделить автомобильную дорогу на участки. Разделение на однородные участки можно осуществлять различными способами, одним из которых является структурно-модульная декомпозиция объекта. При организации строительства на стадии планирования осуществляется декомпозиция комплексного дорожно-строительного процесса, в виде выделения специализированных потоков, технологических процессов строительства.

При планировании могут разрабатываться и использоваться укрупненные модели (рисунок 2). Но при контроле и непосредственной реализации работ требуется их дальнейшая декомпозиция на более мелкие (рисунок 3). Это необходимо для наилучшего контроля и уточнения сроков по выполнению каждой технологической операции.

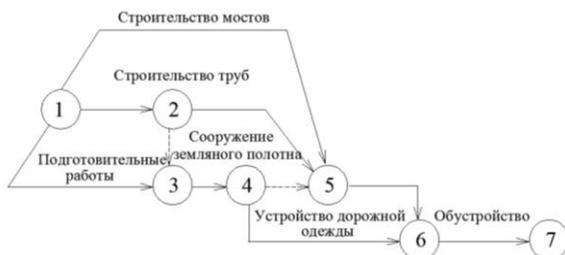


Рисунок 2 – Пример укрупненной сетевой модели строительства дороги

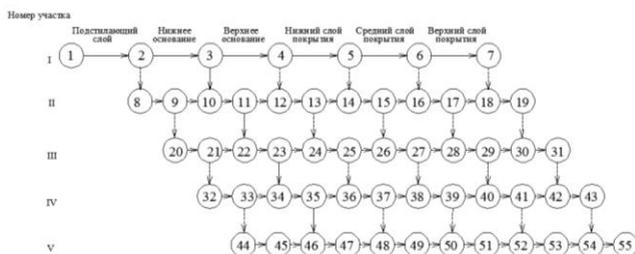


Рисунок 3 – Пример сетевой модели строительства дорожной одежды

Необходимыми основными элементами для календарного планирования в программе Microsoft Project являются: дата начала строительства, декомпозиция работ проекта, продолжительности работ, ресурсные и фронтальные связи между работами.

Работа в программе состоит из следующего алгоритма действий:

1 Настраиваются параметры программы Microsoft Project для разработки проекта (отображение), расписание, правописание, сохранение, дополнительные параметры).

2 Настраивается календарь и рабочее время с учетом особенностей производства (количество смен, режим работ, выходные, праздничные дни, смена вахт и т. д.).

3 Вводятся исходные данные (наименование работ, продолжительность, объем работ, ресурсы, предшественники и т. д.).

4 Производится просмотр полученного проекта, устанавливается базисный план, рабочий план.

5 Производится просмотр проекта в различных представлениях с внесением корректировок.

6 Проект анализируется исходя из отчетов, контролируются необходимые данные.

При введении данных, в случае превышения ресурсов либо невозможности выполнения работы в срок, программа автоматически производит оповещение и предлагает варианты по выходу из данного состояния.

Достоинствами использования программы при строительстве автомобильных дорог являются:

1 Решения по планированию, организации и контролю в ходе производства работ получают объективную основу. Это в свою очередь улучшает показатели плана.

2 При управлении происходит предупреждение неполадок, задержек, а не вытягивание отстающего звена и отставание в сроках.

3 Определение критического пути, тщательное отслеживание на данных участках выполнение работ. Если работа на критическом пути будет не выполнена в срок, это отразится на увеличении общей продолжительности строительства объекта.

4 Возможность использования информации из базы данных организации (локальные сметы, список механизаторов и т.д.).

5 Дается наглядное представление о процессе с требуемой в данных условиях детализацией.

6 Информацию о ходе выполнения работ, отчеты по ресурсам и об осуществлении проекта можно получить в любое время.

Добиться эффективности проекта возможно также при помощи укорочения критического пути посредством уменьшения длительности отдельных критических работ. Если продолжительность строительства велика и заказчика этот факт не устраивает, то следует определить, какими конкретными видами работ это обусловлено.

Один из способов уменьшения длины критического пути состоит в удалении или комбинировании работ. Комбинирование заключается в таком планировании, при котором некоторые виды работ будут выполняться одновременно. Если же сделать это практически не представляется возможным, то требуется выделение на критическом пути видов работ, которые могут быть разделены на более мелкие и которые, в свою очередь, могут быть выполнены не последовательно, а одновременно. Это также позволит сократить критический путь, так как некоторые из таких мелких работ ста-

нут не критическими. Начинать оптимизацию всегда следует с самой длительной работы на критическом пути.

Для уменьшения длины критического пути можно использовать также назначение дополнительных ресурсов критическим работам.

В некоторых случаях уменьшения длительности работ на критическом пути можно добиться, назначив ресурсам, которые их выполняют, сверхурочные работы. При этом следует помнить, что сверхурочные работы увеличивают стоимость проекта.

Разработанный алгоритм построения календарного графика строительства автомобильной дороги повышает эффективность планирования организации и реализации дорожно-строительных работ, обеспечивает повышение производительности труда, сокращение сроков строительства, снижение себестоимости работ, за счет разработки соответствующего календарного графика и предоставления возможности четкого управления работами.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Осетрова, И. С.** Управление проектами в Microsoft Project 2010 / И. С. Осетрова. – СПб. : НИУ ИТМО, 2013. – 69 с.

2 **Бухалков, М. И.** Планирование на предприятие / М. И. Бухалков. – М. : ИНФРА-М, 2007. – 416 с.

3 **Просницкий, А. С.** Управление проектами в Microsoft Project 2010 / А. С. Просницкий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://leoconsulting.com.ua/resources/documents/ManagingProjectWithMicrosoftProject2010.pdf> свободный. Яз. русский. – Дата доступа : 14.02.2014.

4 Технология и организация строительства автомобильных дорог : учеб. пособие / Н. В. Горельшев [и др.]. – М. : Транспорт, 1192. – 551 с.

Получено 28.06.2018

---

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 23. Гомель, 2018

---

УДК 691.142.4:625.351

*С. В. ШАПОВАЛОВ* (ПР-41)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. В. ТАЛЕЦКИЙ*

### АРМИРОВАНИЕ БЕТОННЫХ ШПАЛ ДЛЯ РЕЛЬСОВОГО ПУТИ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

Жесткость рельсового пути при железобетонных предварительно напряженных шпалах в 2–3 раза выше, чем при деревянных шпалах. Это отрицательно сказывается на работе рельсов (особенно концов у стыков), креплений рельсов к шпалам, а также

колес подвижного состава. Предлагается за счет изменения армирования шпал снизить их изгибную жесткость, тем самым увеличить срок службы элементов верхнего строения пути и улучшить работу пути в целом.

Шпалы со времени постройки первых железных дорог вошли в конструкцию верхнего строения пути в качестве незаменимого элемента, изготавливаемого в основном из древесины. Деревянные шпалы смягчают ударно-динамическое силовое воздействие подвижного состава на путь. Однако срок службы сосновых пропитанных масляными антисептиками шпал составляет в среднем 16–20 лет. По этой причине в конце пятидесятих годов прошлого века, когда начиналась укладка новых более тяжелых рельсов (P50 и P65), стали применять железобетонные шпалы.

Применение железобетонных шпал объясняется рядом присущих им эксплуатационных качеств: высокая долговечность шпал (40–50 лет); обеспечение повышенной устойчивости рельсовой колеи; возможность придания шпалам целесообразных геометрических форм с учетом действующих на шпалу сил. Вместе с тем железобетонные шпалы дороже деревянных, имеют большую массу и усложняют работы по ремонту и содержанию пути, сильно повышают жесткость пути, что отрицательно сказывается на работе пути и рельсов. Жесткость пути при железобетонных, предварительно напряженных шпалах в 2–3 раза выше, чем при деревянных шпалах. Это отрицательно влияет на стабильность пути и работу взаимодействующих с ним элементов и особенно сильно проявляется в рельсовых стыках. При железобетонных шпалах одиночный выход рельсов по повреждениям в зоне стыков в 2–3 раза выше, чем при деревянных [1].

В настоящее время на железных дорогах Беларуси применяются сборные железобетонные шпалы брускового типа, предварительно напряженные с прямолинейной проволочной арматурой без анкеров (струнобетонные). Проволока высокопрочная класса S1400 периодического профиля диаметром 3 мм. Изгибная жесткость шпалы увеличилась примерно в 70 раз по сравнению с деревянной.

По прочности шпалы можно изготавливать без предварительного натяжения арматуры. Но для исключения образования трещин в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы, их изготавливают с предварительно напряженной арматурой. Если трещины образуются, то атмосферная влага через них будет проникать к рабочей арматуре, вызывать её коррозию и, соответственно, снижать несущую способность шпалы.

Теоретические исследования показали, что прочность шпал легко обеспечить использованием в качестве арматуры композитные стеклопластиковые стержни, нормативное сопротивление разрыву которых не менее 1000 МПа. Однако проблемой широкого применения стеклопластиковой арматуры заключается в низком модуле упругости, он составляет не более 50 ГПа, что в четыре

раза меньше модуля упругости стали. Расчетами установлено, что при подобранной по прочности стеклопластиковой арматуре в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы образуются трещины с шириной раскрытия 0,5 и 0,9 мм соответственно. Такое раскрытие трещин не приводит к полному их закрытию после снятия нагрузки. Стеклопластиковая арматура обладает высокой коррозионной стойкостью к атмосферным воздействиям, но открытые трещины после снятия нагрузки будут способствовать коррозионному разрушению бетона от атмосферных воздействий и значительному снижению долговечности шпал.

Снизить жесткость пути на бетонных шпалах со стеклопластиковой арматурой без предварительного напряжения и в то же время уменьшить ширину раскрытия трещин можно путем увеличения модуля упругости за счет размещения стальных стержней внутри стеклопластиковой арматуры. По сути, такая арматура будет металлопластиковой.

Модуль упругости металлопластиковой арматуры, выраженный через модуль упругости стали, или выраженный через модуль упругости стеклопластика, можно определить по следующим выражениям [2]:

$$E_{мп} = E_{ст} \left( 1 + \frac{E_{пл} A_{пл}}{E_{ст} A_{ст}} \right) \frac{A_{ст}}{A_{мп}}; \quad (1)$$

$$E_{мп} = E_{пл} \left( 1 + \frac{E_{ст} A_{ст}}{E_{пл} A_{пл}} \right) \frac{A_{пл}}{A_{мп}}. \quad (2)$$

Здесь  $E_{ст}$ ,  $E_{пл}$ ,  $E_{мп}$  – модули упругости стали, стеклопластика и металлопластиковой арматуры соответственно;  $A_{ст}$ ,  $A_{пл}$ ,  $A_{мп}$  – площади поперечного сечения стального стержня, стеклопластиковой оболочки и металлопластиковой арматуры соответственно. При диаметре стального стержня 4 мм, диаметре металлопластиковой арматуры 6 мм модуль упругости увеличится и будет равным 117 ГПа. Армирование шпалы с такой металлопластиковой арматурой из условий прочности составит 12 стержней Ø6 мм (рисунок 1).

Изгибная жесткость шпалы в этом случае уменьшится в 8 раз в сечении под рельсовой площадкой и в 15 раз в сечении посередине шпалы по сравнению с железобетонной предварительно напряженной шпалой. Ширина раскрытия трещин под нагрузкой в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой составит 0,15 мм, а в сечении в середине шпалы 0,38 мм, то есть не превысит допускаемую ширину 0,4 мм. После снятия действующей нагрузки напряжения в бетоне и арматуре шпалы равны нулю, поэтому трещины с такой шириной раскрытия закроются. Закрытые трещины будут препятствовать проникновению атмосферной влаги в тело шпалы и коррозии бетона.

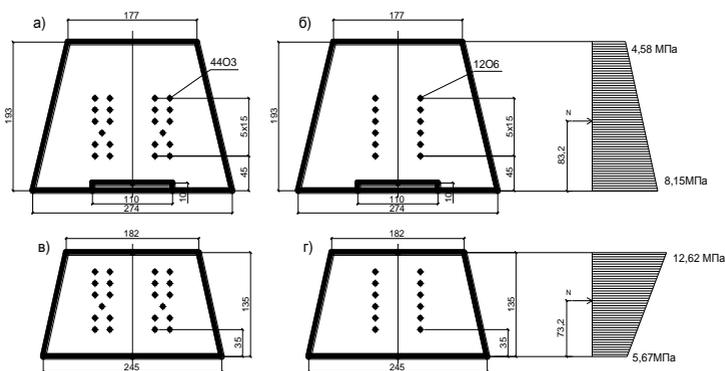


Рисунок 1 – Поперечные сечения и эпюры напряжений шпалы ШС-1у:  
*a* – сечение по подрельсовой площадке шпалы, армированной высокопрочной проволокой;  
*б* – то же, армированной металлопластиковой арматурой; *в* – сечение по середине шпалы,  
 армированной высокопрочной проволокой; *г* – то же, армированной металлопластиковой  
 арматурой

## Выводы

Предлагается армирование бетонных шпал выполнять металлопластиковой арматурой без предварительного напряжения.

При таком армировании уменьшается жесткость шпалы, по сравнению с железобетонной предварительно напряженной шпалой, и, соответственно, снижается жесткость пути в целом, что приведет к улучшению работы рельсов (особенно концов у стыков), креплений рельсов к шпалам, а также колес подвижного состава.

Ширина раскрытия трещин в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы под нагрузкой не превысит 0,4 мм. После снятия действующей нагрузки трещины с такой шириной раскрытия закроются и будут препятствовать проникновению атмосферной влаги в тело шпалы и коррозии бетона.

Переход от предварительно напряженной арматуры к обычной значительно упростит технологию изготовления шпал и снизит стоимость.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Золотарский, А. Ф. Железобетонные шпалы для рельсового пути / А. Ф. Золотарский [и др.] ; под общ. ред. А. Ф. Золотарского. – М. : Транспорт, 1980. – 270 с.

2 Талецкий, В. В. Увеличение модуля упругости стеклопластиковой арматуры / В. В. Талецкий // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства : сб. науч.-техн. статей (материалы науч.-метод. семинара), 22–23 мая 2013 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол. В. Ф. Зверев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 130–136.

Получено 28.06.2018

УДК 656.21(472.2)

*А. С. ШЕШОЛКО* (магистрант)

Научный руководитель – канд. техн. наук *Ф. П. ПИЩИК*

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ СТАНЦИИ ГОМЕЛЬ**

Важнейшим условием успешного развития экономики сегодня является производство конкурентоспособной продукции. Только при условии непрерывного улучшения качества продукции предприятие имеет шансы сохранить, а также усилить свои позиции на рынке.

Основой конкурентоспособности железной дороги является качество предоставления услуг. Вопросы качества должны учитываться при принятии решений по любым функциональным направлениям деятельности. Обеспечение качественной работы и достижение целевого уровня показателей качества являются основой для мотивации сотрудников станции. В свою очередь, мотивация становится важным инструментом обеспечения качества, позволяя развивать инициативность, распространять инновации и способствовать полному раскрытию потенциала каждого сотрудника.

Система менеджмента качества – это система, созданная в организации для реализации политики и достижения поставленных задач в области качества [2].

В соответствии с ежегодными планами, утверждаемыми руководством Белорусской железной дороги, проводится работа по внедрению и сертификации систем менеджмента качества (СМК) на соответствие требованиям международных стандартов серии ИСО 9000.

На Белорусской железной дороге сертификация СМК рассматривается как один из механизмов по обеспечению безопасности перевозочного процесса, повышению качества производимой продукции и оказываемых услуг.

Качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением [2]. Важно уметь давать количественную оценку качеству продукции или услуги. Оценка качества – первый и ос-

новой этап системы управления качеством. Количественной оценкой качества занимается наука квалиметрия.

Количественные оценки необходимы для точной и объективной характеристики отдельных показателей. Эти оценки являются неразрывным элементом любой системы управления качеством, так как для того, чтобы управлять каким-либо процессом, нужно прежде всего уметь измерять его параметры. Под количественной оценкой в квалиметрии понимается некоторая функция отношения показателя качества рассматриваемой продукции к показателю качества продукции, принятой за эталон [1].

Любой предмет или процесс обладает огромным количеством свойств, показателей, из которых необходимо выделить лишь те, которые в данный момент обладают наибольшей значимостью. Работа сортировочной станции оценивается многими показателями. При выборе показателей предусматривалось получение объективной оценки качества использования подвижного состава, финансово-экономической деятельности, уровня технологической дисциплины, обеспечения безопасности движения поездов, техники безопасности и состояния трудовой дисциплины. Для отображения выбранных показателей построено иерархическое дерево (рисунок 1), на нижнем уровне которого представлены единичные показатели качества.

Единичный показатель качества продукции – относящийся только к одному из ее свойств и определяемый отношением величины выполненного и планового показателей [1]

$$K_{ij} = f\left(\frac{P_{ij}}{P_{ij\text{план}}}\right), \quad (1)$$

где  $P_{ij}$  – показатель свойства в соответствующих единицах измерения;  $P_{ij\text{план}}$  – плановый (эталонный) показатель, выраженный в тех же единицах измерения.

Однако данная формула справедлива только для случаев, когда  $P_{\text{опт}} \rightarrow \max$ , а коэффициент качества отдельных свойств, для которых  $P_{\text{опт}} \rightarrow \min$ , следует определять по формуле

$$K_{ij} = \gamma\left(\frac{P_{\text{план}}}{P_{\text{вып}}}\right). \quad (2)$$

Так, для такого показателя, как количество отправленных вагонов будет справедливо выражение  $P_{\text{опт}} \rightarrow \max$ , а расчет единичного показателя качества будет производиться по формуле (1). Для показателя «простой

транзитного вагона без переработки» справедливо выражение  $P_{\text{опт}} \rightarrow \min$ , а расчет единичного показателя качества будет производиться по формуле (2).

Не всегда простым делением абсолютных значений выполненных и плановых показателей можно получить относительную величину показателя свойства. Так, состояние охраны труда и безопасности движения можно определить по формуле

$$K = 1 - (Б/Н) \cdot С. \quad (3)$$

где Б – количество случаев нарушений; Н – количество работников станции; С – параметр, принимаемый равным 1...100...200 в зависимости от тяжести случая.

На станции Гомель за 2017 год двадцати работникам станции были снижены премиальные вознаграждения за нарушение действующих положений и инструкций по охране труда, изъято два талона-предупреждения. Так как обстоятельства, при которых были изъяты талоны-предупреждения, не имели тяжелых последствий, то параметр тяжести принимается равным единице. Численность работников станции в 2017 году составила 402 человека.

По формуле (3) показатель качества состояния охраны труда на станции Гомель

$$K = 1 - (22/12/402) \cdot 1 = 0,995.$$

Каждое свойство качества определяется двумя числовыми параметрами – относительным показателем  $K$  и значимостью  $M$ . Значимости всех свойств, находящихся на одном уровне, в одной группе, связаны друг с другом так, что сумма значимостей всегда остается постоянным, заранее заданным числом.

Единичные показатели в свою очередь объединены в комплексном показателе качества. Комплексный показатель качества продукции – показатель, относящийся к нескольким ее свойствам и определяется как сумма значений индивидуальных показателей [1]

$$K_K = \sum K_{ij} \cdot M_{ij}, \quad (4)$$

где  $\sum K_{ij}$  – сумма единичных показателей;  $M_{ij}$  – значимость показателя.

Расчеты показателей качества для станции Гомель произведены за 2017 год и сведены в таблицу 1. Иерархическое дерево с рассчитанными показателями качества приведено на (см. рисунок 1).

Таблица 1 – Расчет показателей качества станции Гомель за 2017 год

Наименование показателя	План	Выполнено	$K_i$	$M_i$	$K \cdot M$
Количество отправленных вагонов	456,1	483,4	1,06	0,04	0,042
Количество погруженных вагонов	15384	17914	1,16	0,04	0,047
Количество выгруженных вагонов	9326,0	9432,0	1,01	0,04	0,040
Простой транзитного вагона без переработки, ч	5,5	12,8	0,43	0,1	0,043
Простой транзитного вагона с переработкой, ч	15,5	17,3	0,89	0,06	0,057
Простой вагона под одной грузовой операцией, ч	71,1	74,8	0,95	0,06	0,057
Статическая нагрузка на вагон, тонн/вагон	51,5	52,5	1,02	0,04	0,041
Производительность маневрового локомотива, вагон/сутки на локомотив	274,0	271,4	0,99	0,05	0,050
Производительность труда, вагон/чел.	1042,8	1217,6	1,17	0,04	0,047
Выполнение целевого показателя по энергосбережению, %	-13,5	-13,7	1,01	0,04	0,041
Средняя масса поезда своего формирования, тонн	3746,0	3800,0	1,01	0,04	0,041
Переработано вагонов на сортировочных горках	1655,0	1768,0	1,07	0,04	0,043
Доходы по иным видам деятельности, тыс.руб.	400,0	312,0	0,78	0,06	0,047
Себестоимость одного отправленного вагона, руб.	11,8	10,5	1,12	0,04	0,045
Эксплуатационные расходы, тыс.руб.	5369,0	5058,0	1,06	0,04	0,042
Рентабельность продаж, %	15,7	21,2	1,35	0,04	0,054
Выполнение графика движения поездов по отправлению, %	100,0	100,0	1,00	0,04	0,040
Рабочий парк вагонов в сутки	916,3	979,8	0,94	0,05	0,047
Состояние безопасности движения	0,0	0,0	1	0,05	0,050
Состояние трудовой и производственной дисциплины	0,0	22,0	0,995	0,09	0,090

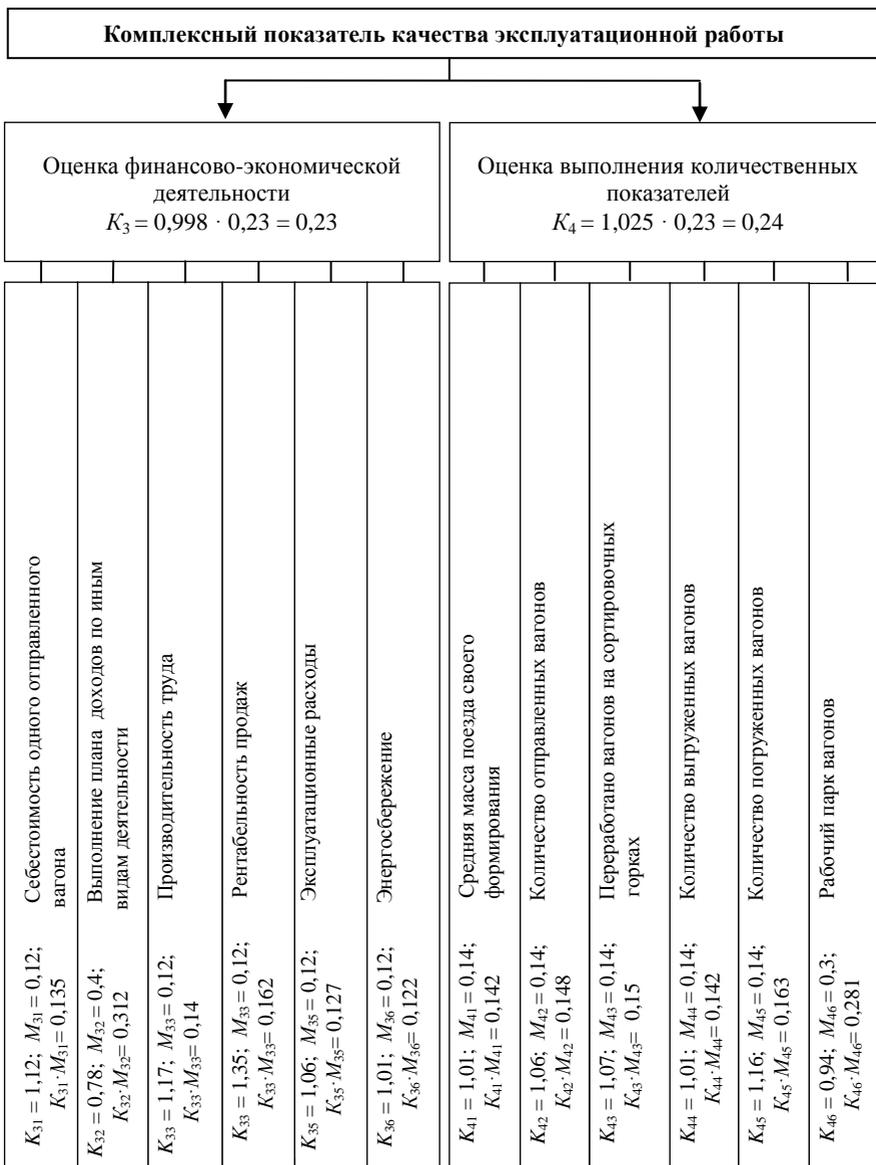


Рисунок 1 (начало) – Иерархическое дерево показателей работы станции Гомель

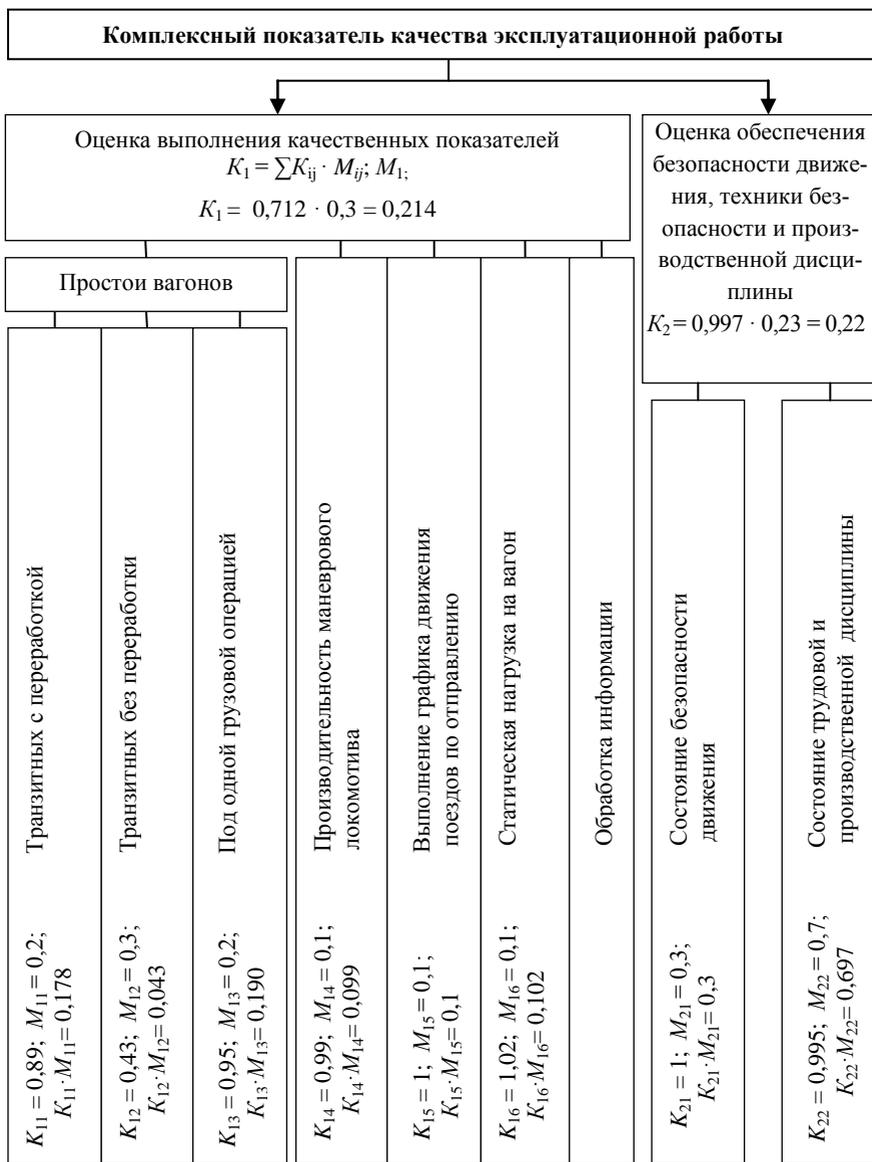


Рисунок 1 (окончание) – Иерархическое дерево показателей работы станции Гомель

Путем изменения величины значимости можно управлять качеством. Процесс управления качеством путем изменения значимостей показан на примере расчета коэффициента качества для маневрового диспетчера (таблицы 2 и 3). В таблице 2 значимость принята равная для всех показателей, что схоже с существующей системой премирования. В таблице 3 наибольшая величина значимости принимается для показателей, которые выполняются хуже, что повысит стимул работников к выполнению плановых показателей в дальнейшем.

**Таблица 2 – Расчет показателя качества для диспетчера маневрового железнодорожной станции с одинаковыми величинами значимостей**

Должность (профессия)	Показатель	$K_{ij}$
Диспетчер маневровый железнодорожной станции	Выполнение задания по отправлению вагонов, вагон	$K = 1,07$
	Выполнение задания по простоям транзитного вагона с переработкой, час	$K = 0,89$
	Выполнение задания по средней массе поезда своего формирования, тонн	$K = 1,01$
	Обеспечение роста производительности труда по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, вагон/чел.	$K = 1,17$
	Обеспечение безопасности движения поездов и производства маневровой работы	$K = 1$
	Соблюдение трудовой и производственной дисциплины	$K = 0,995$
	Производительность маневрового локомотива, вагон/сутки на локомотив	$K = 0,99$
	<b>ИТОГО</b>	$K_K = 7,1/7 = 1,02$

**Таблица 3 – Расчет показателя качества для диспетчера маневрового железнодорожной станции с разными величинами значимостей**

Должность (профессия)	Показатель	$K_{ij}$	$M_{ij}$	$K_{ij} \cdot M_{ij}$
Диспетчер маневровый железнодорожной станции	Выполнение задания по отправлению вагонов, вагон	$K = 1,07$	$M = 0,07$	$K \cdot M = 0,075$
	Выполнение задания по простоям транзитного вагона с переработкой, час	$K = 0,89$	$M = 0,4$	$K \cdot M = 0,35$
	Выполнение задания по средней массе поезда своего формирования, тонн	$K = 1,01$	$M = 0,08$	$K \cdot M = 0,081$

Окончание таблицы 3

Должность (профессия)	Показатель	$K_{ij}$	$M_{ij}$	$K_{ij} \cdot M_{ij}$
	Обеспечение роста производительности труда по сравнению с аналогичным периодом прошлого года, вагон/чел.	$K = 1,17$	$M = 0,04$	$K \cdot M = 0,046$
	Обеспечение безопасности движения поездов и производства маневровой работы	$K = 1$	$M = 0,09$	$K \cdot M = 0,09$
	Соблюдение трудовой и производственной дисциплины	$K = 0,995$	$M = 0,15$	$K \cdot M = 0,149$
	Производительность маневрового локомотива	$K = 0,99$	$M = 0,17$	$K \cdot M = 0,168$
	<b>ИТОГО</b>		1	$K_K = 0,95$

Оценка качества работы непосредственно связана с материальным стимулированием количества и качества труда. Устанавливается зависимость между коэффициентом качества труда за месяц и размером премии работников (таблица 4).

Таблица 4 – Зависимость размера премии от коэффициента качества труда

Результативный коэффициент качества труда за месяц	Размер премиального вознаграждения, %
1,10 и более	110
1,00–0,98	100
0,97–0,95	95
0,94–0,90	90
0,89–0,80	85
0,79–0,70	75
0,69–0,60	60
0,59 и ниже	50

Премия диспетчера маневрового железнодорожной станции в соответствии с таблицей 4, без учета значимостей показателей составит 100 %, а с учетом значимостей – 95 %.

Таким образом, предлагаемая система позволяет реально оценивать качество работы станции и справедливо поощрять исполнителей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Азгальдов, Г. Г.** О квалиметрии / Г. Г. Азгальдов, Э. Райхман ; под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Гличева. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.

2 СТБ ISO 9000–2015 (ISO 9000:2015, IDT). Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 01.03.2016. – Минск : Госстандарт: БелГИСС, 2015. – IV, 54 с. – (Государственный стандарт Республики Беларусь).

3 **Кане, М. М.** Системы, методы и инструменты менеджмента качества : учебник для вузов / М. М. Кане. – СПб. : ПИТЕР, 2009. – 559 с.

4 СТБ ISO 9001–2015 (ISO 9001:2015, IDT). Системы менеджмента качества. Требования. – Минск : Госстандарт: БелГИСС, 2015. – VIII, 24 с. – (Государственный стандарт Республики Беларусь).

5 СТБ ИСО 9004.1–99 Системы качества. Управление качеством и элементы системы качества. Ч. 1. Руководящие указания.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Бондаренко Ю. А., Маркевич И. Г.</i> Внедрение автоматизированных систем управления в путевом хозяйстве.....	3
<i>Бонцевич Е. С.</i> Высокопрочные бетоны с комплексным применением органических минеральных добавок .....	8
<i>Буёнок Е. В., Пыришин К. В.</i> Парадоксы мажоритарного резервирования в технических системах .....	14
<i>Василенко В. О., Коледа А. П.</i> Актуальность логистики в современных условиях....	18
<i>Викторчик В. В.</i> Моделирование кольцевых пересечений в программном продукте AUTOCAD CIVIL 3D .....	23
<i>Гелец А. А., Козел Е. А.</i> Методы и принципы закупочной логистики .....	27
<i>Гурский О. Ю.</i> Технологические особенности эксплуатационной работы Гродненского перегрузочного узла.....	32
<i>Гуторева А. В.</i> Влияние расширяющих сульфоалюминатных добавок на свойства ячеистых бетонов .....	36
<i>Жуноцова А. В.</i> Использование прогнозных моделей изменения транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги .....	41
<i>Зизюк О. С.</i> Обоснование применения жесткой дорожной одежды при строительстве дороги в Белорусском Полесье.....	46
<i>Играева А. А., Наумова В. Е.</i> Логистика Республики Беларусь в современных условиях .....	49
<i>Ковалёв Д. О.</i> Оценка и управление дебиторской задолженностью .....	54
<i>Ковалевич В. Л.</i> Использование химической добавки «ХИДЕТАЛ П-8» для повышения качества уплотнения бетонной смеси .....	58
<i>Куксо А. А.</i> Исследование кривых участков пути.....	63
<i>Леоненко М. В.</i> Оценка и характеристика различных форм организации транспортно-экспедиционного обслуживания.....	68
<i>Лисовская Ю. А.</i> Проблемы и перспективы устройства цементобетонных покрытий при капитальном ремонте и реконструкции автомобильных дорог.....	73
<i>Маркавцов А. А.</i> Совершенствование технологии бесконтактного контроля буксовых узлов подвижного состава .....	78
<i>Михайлов А. Д., Марков Р. А., Братишкова А. С.</i> Выбор конструкции верхнего строения пути в Минском метрополитене .....	82
<i>Пантелева Е. А.</i> Методы снижения уровня городского шума от автотранспортных средств .....	90
<i>Парахевич М. П., Радюк А. С.</i> Эффективность контейнерных перевозок и их тенденций в Республике Беларусь .....	97
<i>Петренко В. С.</i> Выбор битумохранилища для асфальтобетонного завода .....	100
<i>Рогова А. В., Протосовицкая Т. С.</i> Оценка перспективных внешнеторговых грузопотоков для речного транспорта .....	104
<i>Самсонова А. А., Леоненко М. В.</i> Обоснование использования воднотранспортной инфраструктуры в мультимодальных перевозках внешнеторговых грузов .....	111

<i>Сычева А. Н.</i> Определение экономической целесообразности электрификации участка Орша – Витебск Белорусской железной дороги .....	117
<i>Урицкая А., Филатова И.</i> Восстановление кириллицы в документах MATHCAD ...	122
<i>Чудова И. А.</i> Особенности разработки календарных графиков строительства автомобильных дорог в программе MICROSOFT PROJECT .....	128
<i>Шаповалов С. В.</i> Армирование бетонных шпал для рельсового пути металлопластиковой арматурой .....	132
<i>Шешолко А. С.</i> Система управления качеством эксплуатационной работы станции Гомель .....	136

Научное издание

**Сборник студенческих научных работ**

**(Дополнение к выпуску 23)**

Издается в авторской редакции

Технический редактор В. Н. Кучерова

Корректор Т. А. Пугач

Подписано в печать 29.10.2018 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 8,60. Уч.-изд. л. 8,83. Тираж 15 экз.  
Зак. № 3730. Изд. № 83.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/362 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель