

Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока

Научный журнал #1 2025

Выходит 4 раза в год



Иркутск. Мост через Ангару
The city of Irkutsk.
Bridge over the Angara River

- Управление
- Теплоэнергетика
- Электроэнергетика

- Строительство
- Экология
- Экономика

Журнал широкой научной тематики



Журнал выходит на русском языке с 2002 года
Периодичность - 4 выпуска в год

Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока

Учредитель журнала
Сибирский государственный
университет водного транспорта

#1 2025

Редакционная коллегия

Сичкарёв В.И. докт. техн. наук, проф. ;
Глушков С.П. докт. техн. наук, проф. ;
Манусов В.З. докт. техн. наук, проф. ;
Зайцев В.П. докт. хим. наук, проф. ;
Сибриков Д.А. канд. техн. наук, доц. ;
Кудряшов А.Ю. канд. техн. наук, доц. ;
Бунеев В.М. докт. экон. наук, проф. ;
Сальников В.Г. докт. техн. наук, доц. ;

Редакция журнала

Главный редактор –
Палагушкин Б.В. – докт. техн. наук, проф.
тел. (383)222-19-48
Заместитель главного редактора –
Лебедев О.Ю. – канд. техн. наук, доц.
тел. (383)221-47-51
Рослякова О.В. – канд. техн. наук, доц.
тел. (383) 222-38-32
Иванова Е.В. – докт. техн. наук, проф.
тел. (383)222-62-35
Ответственный секретарь –
Синицин В.И.
тел./факс (383)222-01-45



НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Научный журнал

Учредитель журнала
Сибирский Государственный
Университет Водного Транспорта

Журнал выходит
на русском языке с 2002 года

Периодичность – 4 выпуска в год
Журнал широкой научной тематики:

- Эксплуатация и экономика транспорта
- Путь. Путьевое хозяйство
- Судовождение
- Теплоэнергетика
- Электроэнергетика
- Экология
- Транспортное образование

Редакция журнала

Главный редактор

Палагушкин Борис Владимирович, – докт. техн. наук, профессор

Заместители главного редактора:

Лебедев Олег Юрьевич, – канд. техн. наук, доцент

Рослякова Оксана Вячеславовна, – канд. техн. наук, доцент

Иванова Елена Васильевна, – докт. техн. наук, профессор

Редакционная коллегия

Сичкарёв Виктор Иванович – докт. техн. наук, профессор кафедры Судовождения Сибирского государственного университета водного транспорта

Глушков Сергей Павлович – докт. техн. наук, профессор кафедры Технологии транспортного машиностроения и эксплуатации машин Сибирского государственного университета путей сообщения

Манусов Вадим Зиновьевич – докт. техн. наук, профессор кафедры Систем электроснабжения предприятий Новосибирского государственного технического университета



Зайцев Валерий Павлович – докт. хим. наук, профессор, кафедры Естественно-научных дисциплин Сибирского государственного университета водного транспорта

Сибриков Дмитрий Александрович – канд. техн. наук, доцент кафедры Судовые энергетические установки Сибирского государственного университета водного транспорта

Кудряшов Александр Юрьевич – канд. техн. наук, доцент кафедры Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений Сибирского государственного университета водного транспорта

Бунеев Виктор Михайлович – докт. экон. наук, профессор кафедры Управления транспортным процессом Сибирского государственного университета водного транспорта

Сальников Василий Герасимович – докт. техн. наук, профессор кафедры Электроэнергетических систем и электротехники Сибирского государственного университета водного транспорта



ОСОБЕННОСТИ ЛОГИСТИКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.Н. Масленников, Р.Е. Корчагин

На основе анализа перевозок нефтепродуктов водным транспортом, а также исследования требований технических регламентов и иных нормативно-правовых документов выявлены особенности перевозки и перегрузки нефтепродуктов внутреннем водном транспорте и определены меры, обеспечивающие его конкурентоспособность.

Транспортировка нефтепродуктов к месту назначения для последующей реализации или потребления является сложной логистической задачей. Несмотря на развивающиеся технологии в транспортировке нефтепродуктов этот процесс сопряжен с большим количеством рисков. Транспортировка с перерабатывающих предприятий должна осуществляться эффективно и безопасно, чтобы обеспечить сохранность груза и предотвратить любые случаи, которые могут произойти из-за летучести нефти [1].

Неразвитость транспортной сети в условиях Крайнего Севера делает водный транспорт безальтернативным видом транспорта. При этом транспортно-логистическая система (ТЛС) доставки нефтепродуктов до конечного потребителя в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территориях связана с ограничениями, накладываемыми природными условиями: маленьким периодом навигации, невозможностью/дороговизной строительства автомобильных дорог с твердым покрытием, сложностями с инженерным обеспечением и качеством инфраструктуры. С учетом этих факторов стоит отметить, что водный транспорт, как правило, не является транспортом «последней мили». В ТЛС доставки нефтепродуктов в этой роли выступает автомобильный транспорт. Он является необходимым звеном в логистической цепи доставки конкретным потребителям партии конкретного нефтепродукта. Небольшой размер единичной партии доставки автотранспортом обуславливает высокую стоимость перевозки [1].

Предпринятые Правительством России мероприятия по развитию Северного морского пути (СМП) обеспечивают ежегодный рост объемов перевозок на СМП (таблица 1).

Таблица 1 – Объем перевозок грузов в акватории СМП

		Год	
2022		2023	2024
34,1		36,26	37,89

Данная тенденция отражается не только на объемах перевозок на морском транспорте, но и на переключении перевозок нефтепродуктов грузов с внутреннего водного транспорта на морской транспорт. На рисунке 1 показана тенденция изменения грузопотока (млн. т.) нефтепродуктов при перевозке в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности с ограниченными сроками завоза грузов по видам транспорта [2, 3].

Линия тренда объемов перевозок показывает необходимость дальнейшего исследования для получения аналитических зависимостей прогнозирования объем перевозок нефтепродуктов внутренним водным транспортом и морским транспортом, создания перспективных ТЛС смешанных водных (морских – речных) для удовлетворения потребностей грузополучателей. Можно предположить, что при существующих растущих потребностях в перевозках нефтепродуктов на Крайний Север, будет существовать дефицит флота, характеристики которого соответствуют внутренним водным путям и условиями прибрежного плавания. Кроме этого, существуют потребности доставки нефтепродуктов в районы малых рек [4, 5].

Данный сценарий прогнозируем по ряду причин. Первая причина – это возраст судов. По состоянию на 2023 год доля речных нефтеналивных судов с возрастом более 30 лет составляет 94,7% от общего числа. В это же время морской транспорт значительно современнее и безопаснее по причине изначального заложения более жестких требований безопасности. Соотношение нефтеналивных речных судов по возрасту отражено на рисунке 2, морских – на рисунке 3.

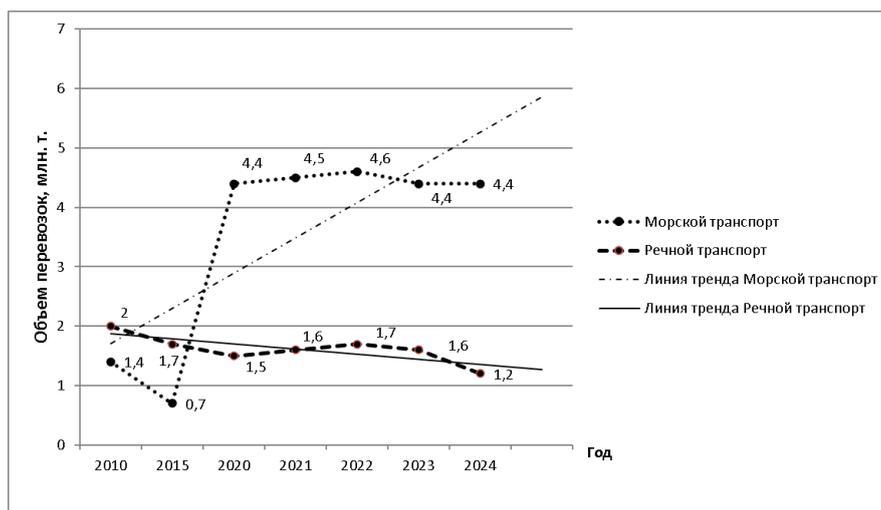


Рисунок 1 – Динамика грузопотока нефтепродуктов в районы Крайнего Севера

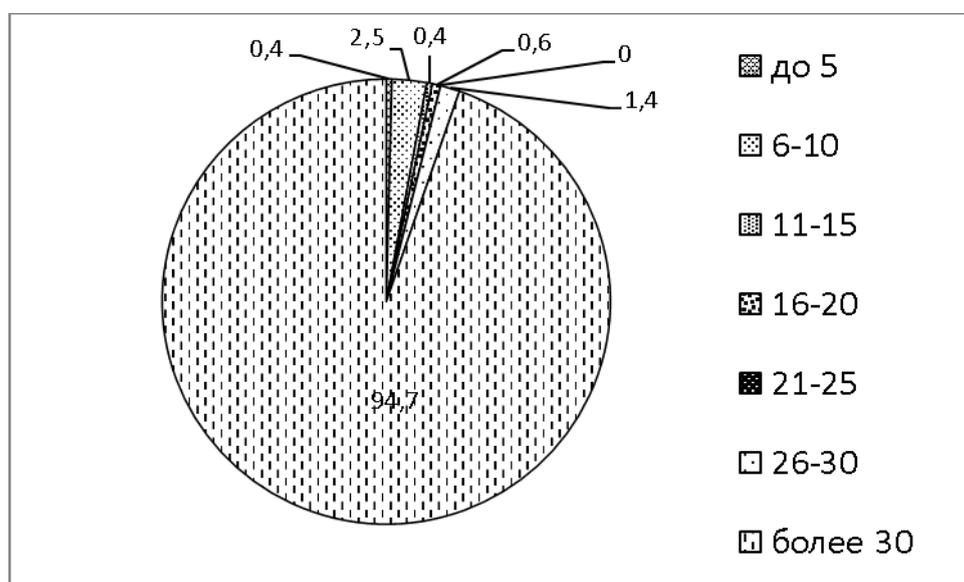


Рисунок 2 – Возрастная структура нефтеналивных речных судов

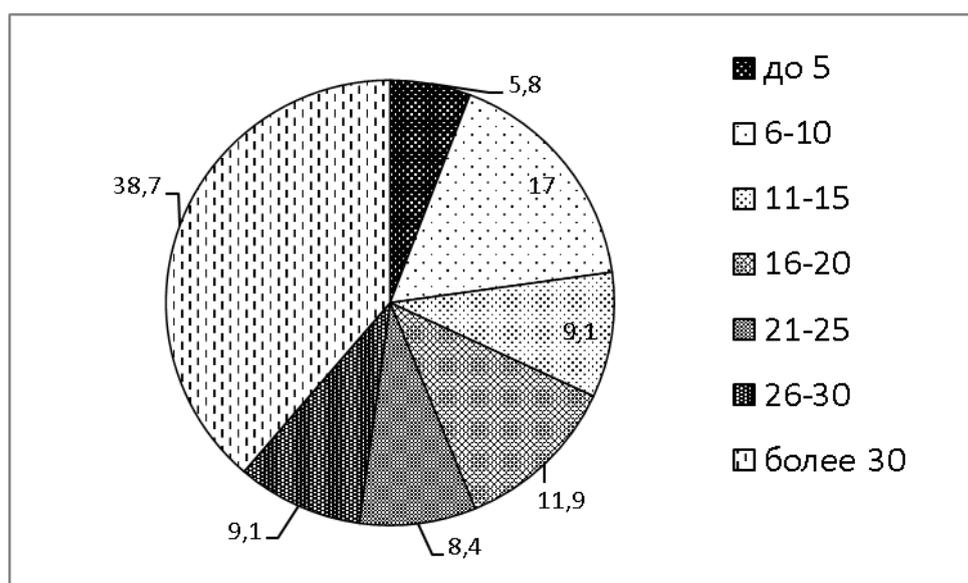


Рисунок 3 – Возрастная структура нефтеналивных морских судов

Вторая причина – сложность и капиталоемкость инфраструктуры, которая может обеспечить безопасное хранение и перегрузочный процесс нефтепродуктов. Для безопасного

хранения нефти и нефтепродуктов необходимо создавать резервуарный парк, который, в зависимости от его объема, будет иметь различные требования к размещению (дальность от зданий, сооружений, близлежащих производств), пассивную экологическую и пожарную безопасность в виде обвалований, систем пожаротушения, задвижек на трубопроводах и т.д. Необходимые требования регламентируется СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности».

Нефтебаза потребляет значительное количество электроэнергии и требует высокой энергооборуженности. Помимо использования средств автоматизации, которые отслеживают пожарную безопасность, в соответствии с требованиями ВНТП 5-95 от 03.04.1996 г «Нормы технологического проектирования предприятий по обеспечению нефтепродуктами (нефтебаз)» для проведения процесса перегрузки требуется поддерживать нефть и нефтепродукты в требуемой температуре, в том числе и нагревом.

Третья причина – высокие требования к безопасности при перевозке. В соответствии с ГОСТ Р 55633-2013 «Внутренний водный транспорт. Суда. Требования к безопасности по типам судов и условиям эксплуатации» ежегодно судно должно быть подвергнуто испытанию многих систем, в том числе:

- грузовая и зачистная;
- газоотводная;
- система инертных газов;
- система подогрева;
- водо- и пенотушения;
- искрогасителей;
- орошения грузовых отсеков и др.

С учетом среднего возраста судов (см. первую причину), отказы вышеуказанных систем учащаются.

В результате наличия перечня факторов, влияющих на безопасность перевозок нефтеналивных грузов, а также климатической, инфраструктурной и экономической специфики Крайнего Севера и приравненных к нему местностей с ограниченными сроками завоза грузов, задача по перевозке становится более сложной, нежели в других регионах России. Малое количество терминалов для перегрузки нефтепродуктов, соответствующих современным требованиям безопасности, ограниченность транспортных условий и, вследствие этого, необходимость в перевалке на автомобильный транспорт для доставки конечным потребителям, высокая потребность в энергоресурсах из-за климата, все эти факторы создают специфику логистики, отличающую ее от других регионов.

Учитывая вышеизложенное, разработка и внедрение специализированных логистических решений для транспортировки нефтеналивных грузов в условиях Крайнего Севера приобретает первостепенное значение. Эти решения должны учитывать не только физические и технические ограничения, но и повышенные требования к экологической безопасности, а также необходимость минимизации рисков, связанных с аварийными ситуациями в сложных климатических условиях. При этом, важным аспектом является оптимизация логистических цепочек с целью снижения транспортных издержек и обеспечения бесперебойного снабжения энергоресурсами удаленных и труднодоступных населенных пунктов.

Для обеспечения безопасной и эффективной доставки нефтепродуктов необходимо внедрение современных технологий мониторинга и контроля на всех этапах транспортировки. Это включает в себя использование систем GPS-позиционирования, датчиков контроля давления и температуры, а также оперативный мониторинг состояния транспортных средств и инфраструктуры. Важно также усиление мер по подготовке персонала, работающего в условиях Крайнего Севера, с акцентом на знание и соблюдение правил безопасности, а также на навыки ликвидации аварийных ситуаций.

Кроме того, существенную роль играет развитие инфраструктуры, в том числе строительство новых терминалов для перегрузки нефтепродуктов, соответствующих современным требованиям безопасности, модернизация существующих транспортных магистралей и создание резервных маршрутов [6]. Необходимо также активное внедрение альтернативных видов транспорта, таких как суда на воздушной подушке или вездеходы, способные преодолевать сложные участки местности.

В конечном итоге, решение задачи по обеспечению безопасной и эффективной транспортировки нефтеналивных грузов в условиях Крайнего Севера требует комплексного подхода,

включающего в себя разработку специализированных логистических решений, внедрение современных технологий, развитие инфраструктуры и подготовку квалифицированного персонала. Только в этом случае можно обеспечить стабильное энергоснабжение региона и минимизировать риски, связанные с транспортировкой опасных грузов в сложных климатических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников, С. Н. // Современное состояние и проблемы перевозок нефтепродуктов водным транспортом / С. Н. Масленников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2024. – № 2. – С. 48-51.
2. Отправлено грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности внутренним водным транспортом // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/indicator/35024> (дата обращения 23.02.2025)
3. Отправлено грузов в районы Крайнего Севера и приравненные к ним местности морским транспортом // Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). URL: <https://fedstat.ru/indicator/350245> (дата обращения 23.03.2025)
4. Бунеев В.М. // Схема организации завоза грузов в пункты арктических рек Якутии с учётом природно-климатических факторов // В.М. Бунеев, Н.В. Ноздрачева, М.Г. Синицын // Транспортное дело России. 2023. №5 с. 173-175
5. Зыкова В.Ю. // Влияние транспортных характеристик грузов на логистические процессы // В.Ю. Зыкова, М.Г. Синицын // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2023 №4 с. 79-82
6. Масленников, С. Н. // Возможности переключения грузопотока Восточного полигона на транспортный коридор «СМП - реки Сибири» / С. Н. Масленников, Р. Е. Корчагин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 36-39.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Логистика, водный транспорт, морской транспорт, нефтепродукты, Крайний Север.*
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Масленников Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Корчагин Роман Евгеньевич, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»*
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев, В.И. Синицын

В статье описываются исследования пожароопасных свойств лакокрасочных покрытий, применяемых на деревянных конструкциях судов. Проведены исследования температуры деревянных образцов, на поверхность которых нанесены различные лакокрасочные материалы. Изучена структура краски после воздействия огня и измерена глубина прогорания деревянных образцов. Регистрировалось количество выделившихся вредных газов (угарный и углекислый газ) при воспламенении и горении деревянных образцов. Определены наиболее пожаробезопасные лакокрасочные покрытия.

Лакокрасочные покрытия (ЛКП) – прекрасное покрытие, создающее возможность разнообразить интерьер и защитить окрашиваемую поверхность от негативного воздействия. Но вместе с тем, подобные материалы обладают высокой пожарной опасностью за счет легко воспламеняющихся компонентов. Требования пожарной безопасности к лакокрасочным материалам, применяемым на судах, изложены в «Международном кодексе по применению процедур испытания на огнестойкость». Сущность метода заключается в воздействии на испытываемые образцы материалов пламенем газовой горелки. В процессе испытаний регистрируются следующие показатели: температура деревянных образцов, глубина прогорания, выделения угарного газа (СО) и углекислого газа (СО₂) при воспламенении и горении образцов [1].

Для проведения испытаний были подготовлены деревянные образцы 70x35 мм, окрашенные различными ЛКП (таблица 1).

Таблица 1 – Лакокрасочные покрытия, применяемые при экспериментальных исследованиях

Образец	ЛКП	Количество слоев
1	Грунт-эмаль «ЭМАКОР 4288»	2
2	Эмаль «ПФ-151»	1
3	Эмаль «ЭМАКОУТ 5335»	2
4	Эмаль «ЭМАКОУТ 5335»	1
5	грунтовка «ЭМЛАК ПРАЙМЕР 288»	2
6	Эмаль «МА-15»	1
7	Эмаль «PROFILUX 3 в 1»	1
8	Эмаль «80 AL»	1

Для проведения исследования был задействован штатив с подвижной лапой, спиртовая горелка (основа – метиловый спирт) (рисунок 1), а также тепловизор. Все образцы устанавливаются на высоту 130 мм, затем, когда образцы были выровнены, под образец заводилась спиртовая горелка, время воздействия огня на каждый образец – 40 секунд. Так же, исходя из того, что проводились эксперименты на воспламенение и горение, был задействован газоанализатор «testo 315-2», с целью выяснения количества, выделяемого CO и CO₂ при горении образцов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Оборудование, использованное в эксперименте

Углекислый газ (CO₂) – при концентрации в воздухе свыше 6% токсичен. При концентрации углекислого газа выше 0,1% возникают некомфортные ощущения. При длительном нахождении в помещениях с избыточным количеством углекислого газа происходят изменения в кровеносной, центральной нервной, дыхательной системах, при умственной деятельности нарушается восприятие, оперативная память, распределение внимания [2].

ПДК угарного газа (CO) в воздухе рабочей зоны – 20 мг/м³, в атмосферном воздухе населенных мест – 5 мг/м³ для максимальной разовой дозы и 3 мг/м³ – для среднесуточной. Угарный газ очень опасен, так как не имеет запаха, вызывает отравление и даже смерть. Концентрация в воздухе более 0,1 % приводит к смерти в течение одного часа [3].

На рисунке 2 представлены деревянные образцы после проведенных испытаний.

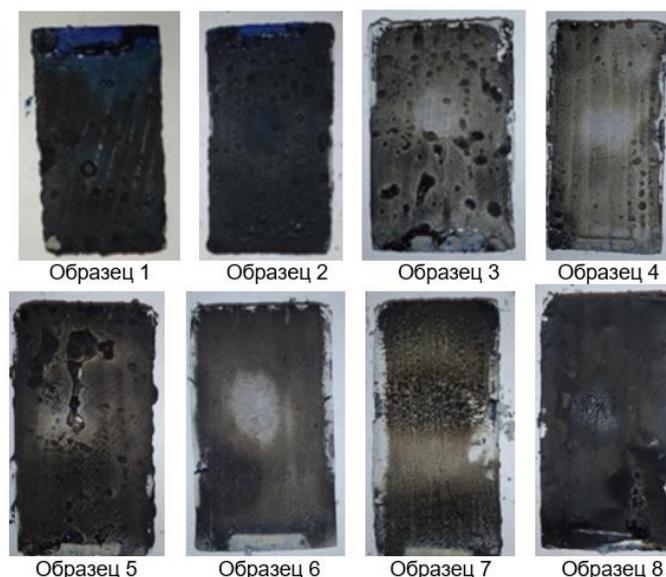


Рисунок 2 – Деревянные образцы после проведенных испытаний

На рисунке 3 представлена структура деревянных образцов под микроскопом (50 кратное увеличение).

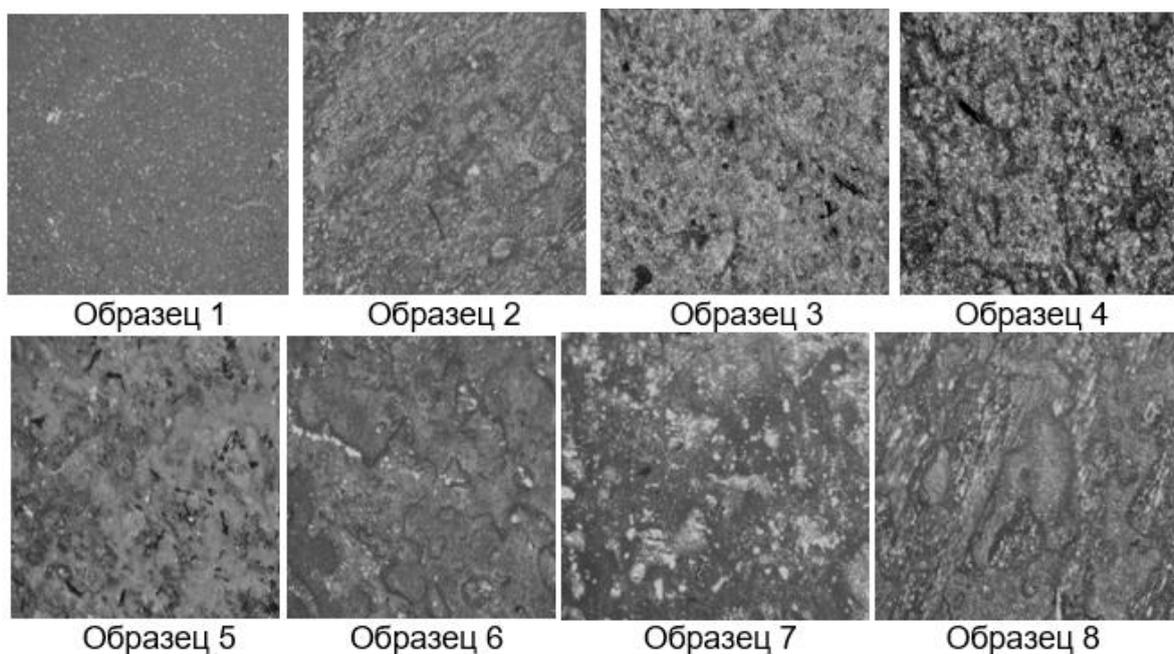


Рисунок 3 – Структура деревянных образцов под микроскопом

Температура деревянных образцов после воздействия горелки представлена в таблице 2 и на рисунке 4.

Таблица 2 – Температура образцов

Образец	Температура образцов, °С
1	500
2	510
3	505
4	517
5	520
6	523
7	528
8	550

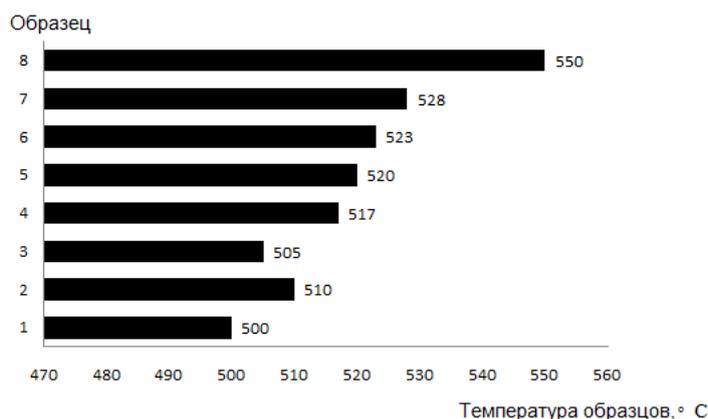


Рисунок 4 – Температура деревянных образцов после воздействия горелки

По методике расследования пожаров МЧС России определяется глубина прогорания деревянных образцов. Для определения глубины прогорания используется штангенциркуль, глубиномером которого образец протыкается в 3-4 местах. Места проведения замеров прогорания определяются визуально, результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 5.

Таблица 3 – Глубина прогорания деревянных образцов

Образец	Глубина прогорания, мм
1	1,00
2	1,20
3	1,10
4	1,30
5	2,00
6	1,40
7	1,90
8	1,72

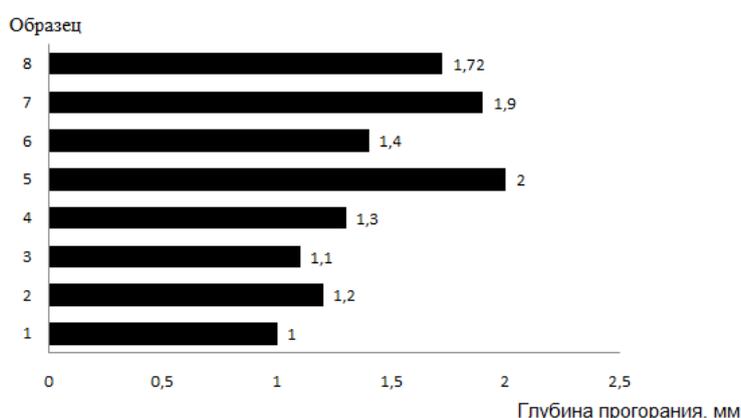


Рисунок 5 – Глубина прогорания образцов

В таблице 4 и на рисунке 6 и 7 приведены результаты выделения CO и CO₂ при воспламенении и горении деревянных образцов.

Таблица 4 – Выделение CO и CO₂ при воспламенении и горении деревянных образцов

Образец	Угарный газ (CO), мг/м ³	Углекислый газ (CO ₂), %
1	34,22	0,076
2	37,86	0,080
3	35,75	0,078
4	36,69	0,088
5	37,97	0,089
6	41,39	0,093
7	43,98	0,099
8	45,99	0,103

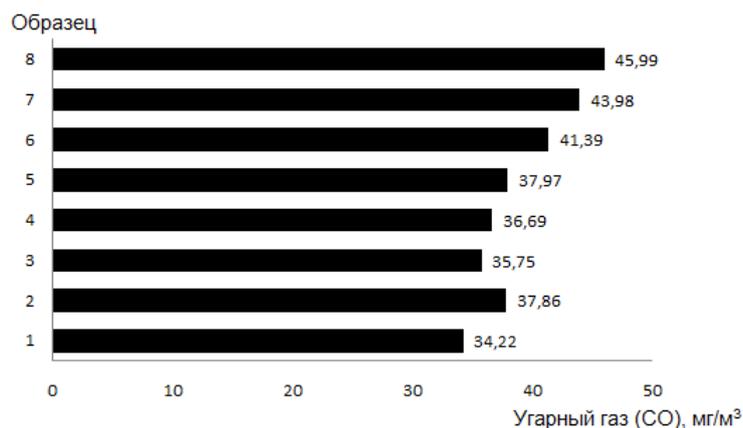


Рисунок 6 – Выделение СО при воспламенении и горении деревянных образцов

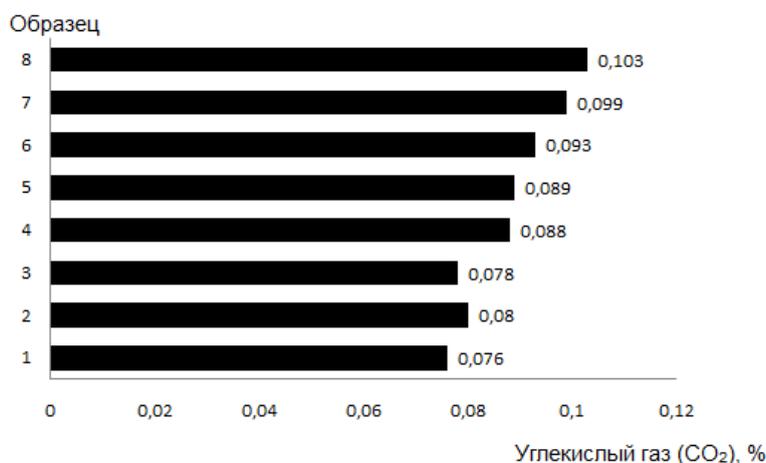


Рисунок 7 – Выделение СО₂ при воспламенении и горении деревянных образцов

Из работы можно сделать следующие выводы:

Проведены исследования пожароопасных свойств лакокрасочных покрытий судов на воспламенение, горение, а также выделение вредных веществ.

Исходя из проделанной работы, были выявлены наиболее пожаробезопасные лакокрасочные покрытия, а также наиболее безопасные образцы с точки зрения выделяемых СО и СО₂ при пожарах на судах.

Наиболее пожаробезопасными покрытиями являются:

- грунт-эмаль «ЭМАКОР 4288»;
- эмаль «ЭМАКОУТ 5335».

Вышеперечисленные лакокрасочные покрытия так же являются менее опасными с точки зрения выделения вредных газов (СО и СО₂) при горении и имеют меньшую глубину прогорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покудин, В.Г. // Технология судоремонта: учебник /В.Г. Покудин, Н.М. Вихров. – Санкт-Петербург: Изд-во «ПаркКом», 2007. – 425 с. - Тест: непосредственный

2. ГОСТ 30402 – 96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.: разработан и внесен Министерством химической промышленности: утвержден и введен в действие постановлением Минстроя России от 24.06.96 г. N 18-40 : дата введения 1996-07-01. // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL <https://docs.cntd.ru/document/1200000428>.

3. ГОСТ Р 57270 – 2016. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.: разработан и внесен Министерством химической промышленности: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 ноября 2016 г. № 1713-ст : дата введения 2017-05-01. // Кодекс : электрон. фонд правовой и норматив.-техн. информ. URL <https://docs.cntd.ru/document/1200141743>

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:	<i>Лакокрасочные покрытия, пожароопасные свойства красок, температура поверхности, угарный газ, углекислый газ, воспламенение и горение лакокрасочных покрытий, глубина прогорания.</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:	<i>Мензилова Марина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ» Лебедев Олег Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ» Синицин Владислав Игоревич, ассистент кафедры «Техносферной безопасности и физической культуры» ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:	<i>630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НА ПЕРЕГРУЗКЕ И ПЕРЕВОЗКЕ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.П. Носов, Д.А. Чеботухин, И.М. Кизиков

Выполняются исследования по обеспечению техническими средствами перегрузочных и перевозочных процессов при доставке грузов в 20 и 40-тонных крупнотоннажных универсальных контейнерах международного класса TEU морскими и речными портами Российской Федерации и зарубежными странами. Приводятся технологии и параметры требований.

В настоящее время у крупнотоннажных контейнеров огромное будущее – самая высокая эффективность доставки и производительность труда на перевозочных и перегрузочных процессах, максимальная сохранность грузов в течение всего срока доставки и минимальное время полной (валовой) обработки транспортных средств.

При использовании крупнотоннажных контейнеров не требуются трудоёмкие промежуточные работы – только одна при загрузке контейнера отправителем, вторая – при выгрузке груза получателем – на всём пути доставки груза, всеми видами транспорта [1].

Перевозки грузов в крупнотоннажных контейнерах стали активно развиваться с 1980 годов 20 столетия: сначала 10-тонные, затем 20-тонные, а с начала 21 столетия и 40-тонные.

С 2020 годов в России и в мире без 20 и 40-тонных крупнотоннажных контейнеров невозможно представить перевозки трудоёмких, тяжеловесных грузов, металлоизделий и др.

Сегодня активно создаются специализированные крупнотоннажные контейнеры для скоропортящихся грузов, для лесных и навалочных грузов, создаются устройства для снижения трудоёмкости загрузки/выгрузки грузов в контейнеры.

Развитие контейнерных перевозок потребовало создания новой и более мощной перегрузочной техники различной грузоподъёмности, автоматических грузозахватных и телескопических устройств типа спредер для перегрузочных процессов от 1 до 6 контейнеров.

Появились условия для автоматизации перегрузочных процессов с крупнотоннажными контейнерами, позволяющие почти полностью отказаться от портовых рабочих.

Морские контейнеровозы с десятками тысяч контейнеров TEU в портах Европы, Китая, Южной Кореи, России загружаются/выгружаются контейнерными терминалами за несколько суток. В мощных контейнерных терминалах имеются свои железнодорожные станции и автохозяйства, перегружающие за сутки сотни, тысячи вагонов и автомобилей.

В настоящее время в морских и речных портах мира имеются миллионы контейнеров, как в собственных парках, так и в оборотах. Пришедшие в негодность контейнеры реализуются населению, предприятиям, организациям, используются в качестве складов, помещений [1].

Динамики перевозок 20 и 40-тонных контейнеров с 2000 года.

2000 годы: в начале доминировали 40-тонные контейнеры, так как они экономически более выгодны для дальнемагистральных перевозок и международной торговли, в то время как 20-тонные контейнеры более популярны на коротких маршрутах и с меньшими объемами.

2010 годы: увеличился спрос на 20-тонные, из-за роста мелкосерийных поставок, улучшения логистических процессов.

2020 годы: продолжается развитие логистических процессов и еще больший рост доли 20-тонных контейнеров из-за оптимизации цепей поставок и развития цифровых технологий.



Рисунок 1 – Перевозка оборудования в крупнотоннажном контейнере

Рост доли 20-тонных контейнеров ожидается в ближайшие десятилетия, что связано с увеличением спроса на более гибкие и экономичные перевозки с использованием специализированных контейнеров для скоропортящихся и различных товаров быстрого оборота.

Снижение доли 40-тонных контейнеров может из-за спроса на контейнеры меньшего размера для более специфичных нужд и изменения в глобальных торговых маршрутах для гибкой логистики и могут остаться доминирующими на магистральных маршрутах.

Инновации в контейнерных технологиях могут влиять на распределение долей:

- в 2000 г. доля 20-тонных контейнеров составляла около 40%, а 40-тонных – 60%;
- с 2025 г. доля 20-тонных может вырасти до 45-50%, 40-тонных – снизиться до 50-55%;
- к 2040 г. доля 20-тонных контейнеров может достичь 55-60%, 40-тонных – 40-45%.

На долю 20 и 40-тонных контейнеров могут влиять различные факторы экономического, технологического и экономического характера, изменения характера глобальной торговли, развитие электронной коммерции, со стремлением к оптимизации и автоматизации логистических цепочек. В 2000-х годах доминировали 40-футовые контейнеры, но в 2010-е и 2020-е годы наблюдается устойчивый рост доли 20-футовых контейнеров [1].

Грузы, перевозимые в крупнотоннажных контейнерах, занимают ключевое место в системе международных грузоперевозок и морской порт Владивостока, как важный транспортный узел на Дальнем Востоке России обеспечивает перевозки с азиатскими странами.

Крупнотоннажные контейнеры – транспортная тара высокой грузоподъемности, имеет большие размеры и прочную конструкцию для повышенных нагрузок (рисунок 1) [1].

Крупнотоннажные контейнеры используются для транспортировки продовольственных и промышленных грузов при надёжной фиксации их внутри контейнера.

В крупнотоннажных контейнерах перевозят автомобили, металлоизделия, рисунки 2 и 3.



Рисунок 2 – Автомобильный транспорт в крупнотоннажном контейнере

Порт Владивостока обрабатывает значительные объемы строительных материалов – железобетонные конструкции, трубы большого диаметра, стальные балки и другие грузы [1].

Крепление груза в крупнотоннажном контейнере – процесс надежной фиксации товаров для безопасной транспортировки с использованием ремней, цепей, стропов, тросов, различных балок. При этом выполняется правильное размещение груза для равномерного распределения веса и не допускается перегрузка. Используют амортизирующие материалы (пенопласт) и всевозможные фиксаторы для отсутствия смещения груза.



Рисунок 3 – Перевозка труб металлических в крупнотоннажном контейнере [1]

Крупнотоннажные контейнеры, например в порту Владивостока позволяют эффективно решать задачи по перевозке широкого спектра товаров между Россией и странами Азии, поддерживая высокий уровень международной торговли и экономического развития региона.

Флот «ПАО Владивостокский морской торговый порт» насчитывает 150 единиц, из которых 40 – грузовые, 27 – пассажирские, остальные – служебно-вспомогательные [2].



Рисунок 4 – Причальный контейнерный кран-перегрузчик, тип STS

Перегрузочная техника «ПАО Владивостокский морской торговый порт» имеет 2 терминала: Контейнерный и Универсальный, рисунки 4, 5, 6, [3] и [4].



Рисунок 5 – Контейнерный перегружатель, тип RMG

Контейнерный терминал оснащён 6 перегружателями типа STS грузоподъемностью 30,5 и 60 т, перегружателями RMG и RT грузоподъемностью 45 т [3].

Причальные контейнерные перегружатели STS (ship to shore) предназначены для перегрузки контейнеров между судами и наземными центрами [3].

Контейнерные перегружатели RMG – на рельсовом ходу, обслуживают железнодорожный и автомобильный фронт терминала [4].

Контейнерные перегружатели RTG – выполняют штабелирование и транспортировку контейнеров по территории, используются в сочетании с тракторами-трейлерами [4].



Рисунок 6 – Контейнерный кран (контейнерный перегружатель) тип RTG

Универсальный терминал оснащен 4 мобильными кранами типа Gootwald грузоподъемностью 63 и 100 т, 8 перегружателями RMG грузоподъемностью 45 т, рисунок 7, [5].



Рисунок 7 – Мобильный кран тип Gootwald грузоподъемностью 63 т

Владивостокский порт имеет вспомогательное оборудование: 78 вилочных погрузчиков, 6 мини-погрузчиков, 38 терминальных тягачей, 24 ричстакера, 10 ковшовых погрузчиков [2], [5].

Ричстакер – специализированный погрузчик для перегрузочных работ, рисунок 8, [5].



Рисунок 8 – Ричстакер – для перегрузки крупнотоннажных контейнеров

Рассмотрим контейнеровозы, типы и их грузоподъемность. Контейнеровозы, проходящие через порт Владивостока, обеспечивают эффективную доставку грузов между Россией и странами мира.

Контейнеровоз – специализированное грузовое судно для перевозки груза в однородных укрупненных грузовых единицах – крупнотоннажных контейнерах TEU.

Типы контейнеровозов в порту Владивостока:

– Feeder – малые контейнеровозы вместимостью: от 500 до 1 500 TEU (TEU – единица эквивалента контейнера: 1 TEU – контейнер 20 т, 2 TEU – контейнер 40 т).

Это контейнеровозы, связывающие крупные порты с более мелкими портами – как внутри России, так и с Китаем, Южной Кореей или Японией, на короткие расстояния, с ограничениями для приема крупных судов, [2], [5].



Рисунок 9 – Средний контейнеровоз Maersk Ohio

– Средние контейнеровозы вместимостью 1 500 - 3 000 TEU, рисунок 9.

Эти суда обслуживают более значительные маршруты, связывающие порты Дальнего Востока с крупными портами соседних стран. Они активно используются для перевозки широкого ассортимента товаров, включая электронику, товары народного потребления, текстиль и промышленные товары, осуществляют рейсы между портами Владивостока и странами Азии.

– Крупные контейнеровозы (Post-Panamax) – перевозить более 10 000 TEU и используются на длинных маршрутах между крупнейшими портами мира. Такие контейнеровозы имеют более сложную инфраструктуру для разгрузки и требуют специальных условий, таких как глубокие акватории и мощные крановые установки, рисунок 10, [2], [5].



Рисунок 10 – Крупный контейнеровоз Post-Panamax для перевозки более 10 000 TEU

– Мегаконтейнеровозы вместимостью более 15 000 TEU, они требуют крупных и глубоких портовых инфраструктур, чем обычно присутствуют в портах с менее развитыми условиями, рисунок 11, [2], [5].



Рисунок 11 – Мегаконтейнеровоз для перевозки более 15 000 TEU

Грузозахватные устройства для крупнотоннажных контейнеров типа спредер. Контейнерный спредер – специализированное устройство, используемое для подъема и передвижения контейнеров. Он оснащен гидравлической или электромеханической системой, позволяющей быстро поднимать и перемещать контейнеры различных размеров и веса.

Крупнотоннажные контейнеры, имеющие большую массу и размеры, требуют использования более мощных и надежных механизмов для их подъема и перемещения [6], [10].

Основные типы спредеров, используемых на примере порта Владивостока:

1. Электروهидравлический телескопический спредер для 20 и 40-т контейнеров, он адаптирован к различным типам контейнеров телескопической балкой с помощью гидравлических направляющих, устройства наклона, поворотных механизмов и механизмов регулировки центра тяжести. Его номинальная грузоподъемность составляет 40 т, рисунок 12, [7].



Рисунок 12 – Электروهидравлический телескопический спредер High Cube

2. Гидравлические спредеры используют гидравлическую систему для контейнеров. Могут быть с регулируемыми захватами для работы с различными контейнерами.

Автоматические гидравлические спредеры самые универсальные, они обеспечивают высокую грузоподъемность, способны поднимать контейнеры массой 40-50 т [8].

3. Траверсы-спредеры с четырьмя точками подвеса – для грузов больших габаритов и грузоподъемностей от 10 до 30 тонн, рисунок 13, [9].



Рисунок 13 – Траверса спредер с 4 точками подвеса

Для обработки судов типа Panamax Владивостокский порт имеет перегружатели STS и спредеры с системой «twin lift», позволяющей обрабатывать одновременно два грузенных 20-тонных контейнера, рисунок 14, [10].

Спредер для контейнеров Twin Lift – гидравлически разделенный двухконусный спредер для одновременной перегрузки двух 20-тонных контейнеров или одного 40-тонного.

Спредер оснащен гидравлическим механизмом подвижной направляющей пластины и распределителем для направления, точного выравнивания и для устойчивости при перегрузке контейнеров [10].

Частичная и полная автоматизация перегрузки, внутрипортовая логистика:

Автоматизированные краны и погрузчики – предназначены для перегрузки контейнеров и могут работать с минимальным участием оператора.

Автоматизация учета и распределения контейнеров – системы управления контейнерами (TOS), позволяющие отслеживать и оптимизировать движение контейнеров по порту.

Системы управления складом (WMS) – оптимизации хранения грузов на складах, позволяют улучшить логистику, снизить затраты на перегрузке грузов.

Пока в порту Владивосток полная автоматизация перегрузки не реализована, однако предпринимаются шаги к внедрению или находятся на стадии внедрения.



Рисунок 14 – Гидравлический спредер Twin Lift для двух 20-тонных контейнеров

Полностью автоматизированные контейнерные терминалы – система управления перегрузкой контейнеров – от судна до склада с автоматизированными кранами, погрузчиками, перемещением контейнеров между причалами и складскими зонами, водного и сухопутного видов транспорта. Такой опыт уже действует в портах Амстердама, Ноттердама и Ханоя на полной обработке крупнотоннажных контейнеров.

Беспилотные транспортные средства (AGV): В некоторых портах на базе Владивостока планируется использование беспилотных транспортных средств, которые полностью автоматизируют процесс перемещения контейнеров внутри порта. Эти транспортные средства работают по заранее заданным маршрутам, минимизируя человеческое вмешательство.

Интеллектуальные системы для управления грузовыми потоками. Внедряются сложные системы для мониторинга и управления всеми процессами, включая использование искусственного интеллекта для прогнозирования и оптимизации грузопотоков, улучшения планирования и логистики.

Таким образом, хотя полная автоматизация еще не охватывает все процессы в порту Владивосток, в ближайшие годы планируется значительное расширение использования таких технологий для повышения эффективности и снижения операционных затрат.

Проведя анализ достижений доставки грузов в крупнотоннажных контейнерах для повышения эффективности перегрузочных и перевозочных процессов в крупнотоннажных контейнерах – порту Владивосток можно рекомендовать несколько направлений для внедрения и использования [2], [5]:

1. Внедрение автоматизированных контейнерных кранов.
2. Использование беспилотных транспортных средств (AGV).
3. Интеграция системы управления контейнерами (TOS).
4. Автоматизация складирования роботизированными системами.
5. Применение искусственного интеллекта в оптимизации логистики.
6. Интернет вещей (IoT) для мониторинга и контроля.
7. Цифровизация документооборота и внедрение блокчейна.

Частичное или полное использование подобных мер позволят морским и речным портам Российской Федерации в ближней перспективе значительно улучшить транспортную логистику перегрузочных и перевозочных процессов с крупнотоннажными контейнерами, как в речных, так и в морских транспортных узлах и приведут к снижению транспортных издержек, а также к повышению безопасности производственных работ и к дальнейшему сокращению валового времени полной обработки судов, вагонов, автомобилей и значительно ускорят доставку грузов потребителям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крупнотоннажные контейнеры: [сайт]. - 2024. - URL: <https://sherl.ru/about/blog/srednetonnazhnye-i-krupnotonnazhnye-konteynery//> (дата обращения 14.12.2024). - Текст электронный.
2. Порт Владивосток: [сайт]. - 2024. - URL: http://www.morinfocenter.ru/documents/VLADIVOSTOK/o_VLADIVOSTOK.pdf/ (дата обращения 15.12.2024). - Текст электронный.
3. Причальный контейнерный кран-перегрузчик STS: [сайт]. - 2024. - URL: <https://www.zpmc-russia.com/production/portovoe-oborudovanie/prichalnyy-konteyneryy-peregruzhatel-sts/> (дата обращения 16.12.2024). - Текст электронный.
4. Контейнерный кран (Контейнерный перегрузчик RMG): [сайт]. - 2024. - URL: <https://tehnoros.ru/products/gruzopodemnoe-oborudovanie/konteynerye-kranu/kkk/> (дата обращения 16.12.2024). - Текст электронный.
5. Восточная техника: [сайт]. - 2024. - URL: <https://www.vost-tech.ru/wiki/mini-pogruzchik/> (дата обращения 17.12.2024). - Текст электронный.
6. Спецавто: [сайт]. - 2024. - URL: <https://specavto.ru/news/obzory/richstaker-istoriya-obzor/> (дата обращения 17.12.2024). - Текст электронный.
7. Электрогидравлический телескопический спредер: [сайт]. - 2024. - URL: <https://ru.sgycrane.com/telescopic-container-spreader/> (дата обращения 18.12.2024). - Текст электронный.
8. Гидравлический спредер: [сайт]. - 2024. - URL: <https://group812.com/s45et-h/> (дата обращения 18.12.2024). - Текст электронный.
9. Траверсы спредеры 4 точки подвеса: [сайт]. - 2024. - URL: https://techgroup.pro/travers_tip44/ (дата обращения 19.12.2024). - Текст электронный.
10. Спредер для контейнеров Twin Lift: [сайт]. - 2024. - URL: <http://www.bridgecranemanufacturer.com/container-spreader/twin-lift-container-spreader.html/> (дата обращения 21.12.2024). - Текст электронный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

Крупнотоннажные контейнеры, перегрузочная техника, транспортные средства.

Носов Владимир Павлович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Чеботухин Дмитрий Анатольевич, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Кизиков Иван Максимович, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПАРКОМ И ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

А.А. Кузьмин, А.С. Быковская, А.С. Шишов

В статье рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации управления транспортным парком и логистическими системами. Анализируются передовые технологии, такие как искусственный интеллект, интернет вещей (IoT), блокчейн и автоматизированные системы управления.

Цифровая трансформация транспортных и логистических систем играет ключевую роль в повышении их эффективности и конкурентоспособности. Развитие новых технологий, таких как искусственный интеллект, интернет вещей (IoT), блокчейн и автоматизированные системы управления, позволяют повысить оптимизацию бизнес-процессов, улучшить клиентский сервис и минимизировать операционные затраты. В данной статье рассматриваются ключевые аспекты цифровой трансформации транспортной системы, анализируются передовые технологии и их влияние на отрасль, а также их применение в управлении транспортными парками.

Цифровизация транспортно-логистических услуг Транспортно-логистическая сфера является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей, требующих постоянного совершенствования бизнес-процессов. Согласно исследованиям, цифровая трансформация транспортно-логистических услуг включает более 50 цифровых проектов, таких как применение больших данных, квантовых вычислений, промышленного интернета вещей (IIoT). Одним из ключевых направлений цифровизации является внедрение цифровых платформ, которые обеспечивают взаимодействие между различными участниками рынка. Например, автоматизировать учет и планирование ТО с помощью специализированных программных решений, таких как CMMS (Computerized Maintenance Management System), что повышает точность и своевременность выполнения работ [1].

Транспортный комплекс Москвы является одной из крупнейших в Европе транспортных систем, требующей постоянного совершенствования. Одним из ключевых направлений цифровизации является внедрение интеллектуальных систем управления пассажирскими перевозками. По данным исследования, цифровые инструменты используются для оптимизации пассажиропотока, управления расписаниями и повышения безопасности на дорогах [2].

Основные цифровые инициативы в московском транспорте включают:

- автоматизированные системы оплаты проезда (карты «Тройка», бесконтактные платежи);
- интеллектуальные транспортные системы для регулирования движения и контроля пассажиропотока;
- внедрение ситуационных центров и цифровых платформ для мониторинга загруженности маршрутов.

В тоже время в Калужском регионе реализуется стратегия цифровой трансформации транспортной сети, включающая проекты «Зелёный цифровой коридор пассажира» и «Цифровое управление транспортным комплексом». Первый проект предусматривает внедрение безналичной системы оплаты проезда и видеонаблюдения в общественном транспорте, а второй направлен на улучшение безопасности дорожного движения и снижение зависимости от индивидуального транспорта. Также активно внедряются блокчейн-технологии в логистике, позволяющие автоматизировать отслеживание грузов, снизить административные издержки и повысить надёжность перевозок. Благодаря этому цифровая трансформация приводит к сокращению времени доставки и оптимизации маршрутов [3].

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в грузоперевозках по всей России, а внедрение цифровых методов управления позволяет оптимизировать эксплуатационные показатели и минимизировать жизненный цикл транспортной услуги. В рамках исследования были разработаны алгоритмы цифрового нормирования эксплуатационных показателей, что

позволяет сократить время обработки грузов и повысить эффективность использования вагонного парка [4].

Ключевые цифровые решения для железнодорожной логистики:

- автоматизированные системы управления вагонным парком – снижение пустого пробега и ускорение оборота вагонов;
- использование блокчейн-смарт-контрактов – повышение прозрачности грузоперевозок;
- применение VR/AR технологий – улучшение подготовки персонала и автоматизация контроля технического состояния подвижного состава.

Цифровизация железнодорожного транспорта позволяет минимизировать издержки, повышает точность планирования и улучшает качество транспортных услуг. Но также особое внимание уделяется цифровизации морских портов, которые являются важными узлами не только в России, но и в глобальной логистике. Информационные системы позволяют координировать деятельность портовых подразделений, снижать влияние человеческого фактора, минимизировать время простоя судов и обеспечивать прозрачность операций. Внедрение технологий «умного порта» позволяет интегрировать управление грузопотоками, автоматизировать логистические процессы и повысить общую эффективность портового хозяйства. Цифровые платформы в морских портах обеспечивают контроль за движением грузов в режиме реального времени, что даёт возможность оперативно реагировать на изменения в логистических процессах. Применение алгоритмов искусственного интеллекта и предиктивной аналитики помогает прогнозировать загруженность портов, предотвращать задержки и повышать уровень обслуживания клиентов [5].

В условиях современного мира транспортные компании и логистические системы занимают центральное место в обеспечении эффективного перемещения товаров и людей. В контексте цифровизации эти отрасли сталкиваются с необходимостью внедрения передовых технологий, которые позволят повысить производительность и оптимизировать процессы.

Применение автоматизированных систем управления транспортом, интеллектуальных логистических платформ и цифровых инструментов открывает новые горизонты для снижения издержек и повышения качества предоставляемых услуг. Это особенно актуально для крупных городов, таких как Москва, где транспортные компании играют ключевую роль в регулировании пассажиропотока и грузоперевозок. Цифровизация транспортных парков представляет собой одно из наиболее значимых направлений развития. Современные технологии, такие как интернет вещей, блокчейн и искусственный интеллект, открывают новые горизонты для автоматизации управления транспортными средствами, позволяя отслеживать техническое состояние оборудования и прогнозировать необходимость технического обслуживания.

В частности, в железнодорожной отрасли цифровые методы играют ключевую роль в оптимизации жизненного цикла транспортных услуг, сокращая время простоя вагонов и повышая эффективность их использования, что, в свою очередь, приводит к снижению издержек и увеличению прибыли. Логистические системы также претерпевают значительные трансформации. Внедрение цифровых платформ, управляющих грузопотоками, интеллектуальное планирование маршрутов и автоматизация складских операций значительно повышают точность и скорость доставки. В качестве одного из примеров технологических инноваций можно привести смарт-контракты, основанные на блокчейн-технологиях. Эти контракты обеспечивают прозрачность логистических процессов и снижают риски нарушения условий поставки. Кроме того, цифровизация транспортных парков и логистических систем способствует уменьшению углеродного следа.

Оптимизированные маршруты позволяют сократить выбросы CO₂ и сделать перевозки более экологичными. Однако, несмотря на обширный потенциал, цифровая трансформация транспортных парков и логистических систем сталкивается с определёнными препятствиями. Среди основных проблем можно выделить высокую стоимость внедрения инновационных технологий, недостаток квалифицированных специалистов и необходимость адаптации законодательной базы. Кроме того, возникает необходимость интеграции новых цифровых решений с существующей инфраструктурой, что требует дополнительных инвестиций и времени. В условиях современного мира транспортные предприятия и логистические системы активно внедряют цифровые технологии, что открывает перед ними новые горизонты для повышения своей эффективности. Применение интеллектуальных технологий, автоматизированных

систем управления и инновационных логистических подходов не только позволит оптимизировать расходы, но и существенно улучшит качество предоставляемых транспортных услуг.

В заключении можно сказать, что цифровая трансформация управления транспортным парком и транспортно-логистической отрасли является неотъемлемой частью глобального технологического прогресса, который уже идет полным ходом в городах России активно внедряются интеллектуальные транспортные системы, а железнодорожная логистика модернизируется с применением цифровых методов управления. Внедряемые цифровые платформы, автоматизированных систем и интеллектуальных решений позволяют не только повысить эффективность перевозок, но и снизить затраты, улучшить экологические показатели и повысить безопасность транспортных операций. Однако реализация этих изменений требует комплексного подхода, включающего модернизацию нормативно-правовой базы, развитие цифровой корпоративной культуры и внедрение инновационных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клычева Н. А. // Цифровая трансформация транспортно-логистических услуг // Н.А. Клычева, Е.С. Прокофьева // Сборник научных трудов ДОНИЖТ. 2020. №56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-transportno-logisticheskikh-uslug> (дата обращения: 19.02.2025).

2. Глебов С.Д. // ОЦЕНКА УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА МОСКВЫ // С.Д. Глебов, М.С. Соколов // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Экономика. 2024. №2 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-tsifrovizatsii-transportnogo-kompleksa-moskvy> (дата обращения: 19.02.2025).

3. Буканов Д.М. // РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ // Д.М. Буканов, О.С. Медведева // Экономика и бизнес: теория и практика. 2024. №5-1 (111). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-transportnoy-seti-regiona-v-usloviyah-tsifrovizatsii> (дата обращения: 19.02.2025).

4. Никифорова Г.И. // ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ УСЛУГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ // Г.И. Никифорова, Д.А. Полиэктов // IJAS. 2023. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-zhiznennogo-tsikla-zheleznodorozhnoy-transportnoy-uslugi-s-ispolzovaniem-tsifrovyyh-metodov-v-logisticheskikh-sistemah> (дата обращения: 19.02.2025).

5. Зуб И.В. // ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ ПОРТОВ // И.В. Зуб, Ю.Е. Ежов, Т.С. Анголенко // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2022. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-sistemy-kak-instrument-povysheniya-proizvoditelnosti-morskih-portov> (дата обращения: 19.02.2025).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Цифровая трансформация, транспортный парк, логистические системы, искусственный интеллект.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Кузьмин Алексей Александрович, учебный мастер ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Быковская Оксана Сергеевна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Шишов Александр Сергеевич, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

РЕЙДОВАЯ ПЕРЕВАЛКА И ВЫБОР ПОРТА ПЕРЕВАЛКИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Ю.С. Боровская, В.Ю. Зыкова

В статье рассматриваются вопросы рейдовой перевалки грузов, ее преимущества, проблемы перевалки и представлена модель решения задачи выбора порта перевалки, при которой будет минимум транспортных издержек.

На сегодняшний день в номенклатуре обрабатываемых грузов при рейдовой перевалке преобладают такие грузы как уголь, ячмень, зерно, железорудные концентраты, удобрения,

окатыш, наливные грузы. Потребность в рейдовой перевалке возникает при отправке грузов речными судами из бассейнов рек с последующей перегрузкой на морские суда, а также у грузовладельцев, которые отправляют большие объёмы на крупнотоннажных судах.

Рейдовая перевалка (рисунок1) имеет большое значение для портов, поскольку она позволяет:

- увеличить объём грузооборота портов;
- снизить стоимость транспортировки грузов;
- развивать экономику страны, так как рейдовая перевалка приносит налоги, зарплаты и другие доходы.



Рисунок 1 – Рейдовая перевалка

В 2021 году Госдума приняла в первом чтении законопроект, который планирует ограничить рейдовую перевалку. В случае принятия документа рейдовая перевалка «загрязняющих веществ» может осуществляться только в специальных перегрузочных районах, которые закреплены морским портом. Пока законопроект находится в стадии согласования.

Согласно законопроекту, правительство будет определять:

- определенные районы внутренних морских вод и территориального моря, где будет разрешена рейдовая перевалка «загрязняющих веществ»;
- перечень «загрязняющих веществ»;
- правила погрузочно-разгрузочных операций [1].

Возникновение проекта связано со случаями нерегулируемого осуществления погрузочно-разгрузочных операций с судна на судно загрязняющих веществ во внутренних морских водах и территориальном море Российской Федерации, а также в исключительной экономической зоне Российской Федерации за пределами акваторий морских портов, что создает угрозу аварийных ситуаций, а также загрязнения окружающей среды.

По информации ФГУП "Росморпорт", рейдовая перевалка наливных грузов осуществляется в следующих морских портах Российской Федерации: Мурманск, Новороссийск, Кавказ, Феодосия.

Порт Кавказ является основным местом перевалки грузов на морские суда с речных судов судоходной компании «Волжское пароходство», которая зарегистрирована на территории Нижегородской области и является одной из крупнейших судоходных компаний России.

В случае прекращения перевалки грузов в границах акватории морского порта Кавказ, 250 речных судов, из которых около 70 ед. относятся к флоту судоходной компании «Волжское пароходство», станут абсолютно невостребованными, поскольку переориентация речного грузопотока с рейдов порта Кавказ на причалы других морских портов (Тамань, Новороссийск, Туапсе) для судоходной компании «Волжское пароходство» не представляется возможной.

Данное ограничение вызвано классом речных судов судоходной компании «Волжское пароходство», которые не могут выйти за установленные границы районов плавания в морских

прибрежных акваториях и тем более за границы 12-мильной зоны в перегрузочные районы исключительной экономической зоны для осуществления [2].

Возможный запрет на перевалку опасных грузов может привести к потере объёмов грузооборота для некоторых стивидорных компаний и увеличению затрат для грузоотправителей и грузополучателей.

Кроме того, ограничение или запрет рейдовой перевалки сильно ударит по речной отрасли. Сейчас переориентация грузов на речные, устьевые порты способствует развитию портовой инфраструктуры. О чем ярко свидетельствует тот факт, что основные игроки на рынке инвестировали большие средства в портовые терминалы в Ростове-на-Дону, Азове, Таганроге и Ейске.

Рейдовая перевалка экономически целесообразна, поскольку зерно, в особенности из Ростовской области, тяготеет к устьевым портам. Запрет рейдовой перевалки приведет к удорожанию логистической составляющей [3].

Лидирующие позиции по перевалке грузов (таблица 1) традиционно занимают порты Азово-Черноморского и Балтийского бассейнов, за которыми следуют порты Дальневосточного, Арктического и Каспийского бассейнов.

По бассейнам: в плюсе оказался грузооборот только в морских портах Балтийского бассейна (273 млн т, +0,6% к показателю 2023 года) и Каспийского бассейна (8,1 млн т, +4,9% к показателю 2023 года). Наибольший минус по итогам года – у Азово-Черноморского бассейна. Грузооборот морских портов Азово-Черноморского бассейна составил 275,7 млн т – это на 5,4% меньше, чем годом ранее. Самое большое падение – среди портов Азово-Черноморского бассейна, что закономерно, показала Тамань – 28,3 млн т (-30,2%), хотя по объему переваленных грузов она остается на второй строчке среди портов бассейна [4].

Причины снижения объемов перевалки грузов в 2024 году:

- экспорт угля и нефтепродуктов снизился из-за международного эмбарго и ремонтов на нефтеперерабатывающих заводах;
- ценовые разногласия с АО «Объединённая транспортно-экспедиторская компания» привели к снижению до 5,7 млн.тонн перевалки угля в порту Тамань;
- морской экспорт угля из РФ в январе-марте снизился на 21% (33 млн. тонн) из-за падения мировых цен;
- повлияли также запрет на экспорт бензина, введенный в марте 2024 года, и снижение переработки нефти [5].

Таблица 1 – Объем перевалки грузов по морским бассейнам РФ за 2018-2024 гг., млн. тонн

Субъекты РФ	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Россия всего,	816,5	840,2	820,8	835,2	841,4	883,8	886,3
в т.ч. по морским бассейнам:							
Азово-Черноморский	272,2	258,1	252,0	256,8	263,6	291,4	275,7
Балтийский	246,3	256,4	241,5	252,8	245,5	248,6	273,0
Дальневосточный	200,5	213,5	223,2	224,3	227,8	238,1	236,5
Арктический	92,7	104,8	96,0	94,3	98,5	97,9	93,0
Каспийский	4,8	7,4	8,1	7,0	6,0	7,8	8,1

Составлено авторами по [6]

При перевозках массовой однородной продукции из речных портов в морские с перевалкой в устьевом порту может оказаться необходимым выбор такого порта перевалки, передача грузов через который дает минимум транспортных издержек [7].

Эта задача при двух – трех портах перевалки с использованием одинаковой механизации и перевозке в судах одного типа может быть решена путем сравнения показателей, рассчитанных для принятых вариантов. Введение большого числа переменных увеличивает объем расчетной работы [7]. В этом случае оптимум может быть определен методом линейного программирования вручную или с использованием ЭВМ.

Для постановки задачи по обоснованию оптимального направления однородного грузопотока, обусловленного различными портами перевалки, вводятся следующие ограничения:

j – индекс порта отправления ($j = 1, 2, \dots, m$);

i – индекс порта перевалки ($i = 1, 2, \dots, k$);

G_{const} – грузооборот, тыс. т;

\mathcal{E}_i – эксплуатационные расходы на перевозку в речном судне, перевалку в порту i , перевозку в морском судне, руб. на 1 тыс. т;

x_i – количество переваливаемого груза в порту i , тыс. т;

Π_j – максимальное значение пропускной способности порта отправления, тыс. т;

Π_i – максимальное значение пропускной способности порта перевалки, тыс. т.

Решение задачи сводится к определению плана X_i при следующих ограничениях:

1. Количество переваливаемого груза не должно превышать пропускной способности i порта перевалки ($i = 1, 2, \dots, n$):

$$x_i \leq \Pi_i, \text{ т}; \quad (1)$$

2. Количество переваливаемого груза по всем исследуемым портам перевалки должно быть равно объему перевозимой продукции на заданных линиях:

$$\sum_j^m \sum_i^n x_i = G, \text{ т}; \quad (2)$$

3. Транспортные издержки на перемещение продукции достигают минимума:

$$\sum_j^m \sum_i^n \mathcal{E}_i \cdot x_i \rightarrow \min. \quad (3)$$

В процессе решения эксплуатационные расходы на 1000 т располагаются в следующем порядке:

$$\mathcal{E}_1 \leq \mathcal{E}_2 \leq \mathcal{E}_3 \leq \dots \leq \mathcal{E}_n. \quad (4)$$

Отыскиваем неизвестные x_i определяются в пределах:

$$x_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} \Pi_1 \\ G \end{array} \right\}; \quad (5)$$

$$x_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} \Pi_2 \\ G - x_1 \end{array} \right\}; \quad (6)$$

$$x_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} \Pi_3 \\ G - x_1 - x_2 \end{array} \right\}; \quad (7)$$

$$x_i = \min \left\{ \begin{array}{l} \Pi_n \\ G - x_1 - x_2 - \dots - x_n \end{array} \right\}. \quad (8)$$

Методика решения указанной задачи может быть рассмотрена на конкретном примере.

Пусть порты Тольятти и Камбарка отправляют соответственно 100 тыс. т и 200 тыс. т серного колчедана в один из портов Черного моря. По реке груз перевозится в судах типа «Шестая пятилетка», по морю – типа «Инженер Белов». Перевалка в морские суда может быть произведена в портах Азовского моря – Азов, Ейск, Таганрог.

Необходимо найти оптимальный объем грузопотока через каждый порт перевалки.

При определении эксплуатационных расходов на 1000 т груза расходы по погрузке в начальном пункте и выгрузке в конечном пункте не учитываются ввиду их равенства в принятых расчетных вариантах.

Результаты решения сведены в таблице 2.

Представленная задача решена вручную распределительным методом линейного программирования. Эксплуатационные расходы на 1000 т груза, передаваемого через порт Азов, оказались наименьшими, что позволило направить 200 тыс. т через данный порт. Оставшиеся 100 тыс. т оказалось целесообразным направить через порт Таганрог. Использование порта

Ейск для принятых условий возможности переработки всего грузопотока через каждый из рассматриваемых портов оказалось неэкономичным.

Решение задачи с большим числом переменных может быть произведено на ЭВМ с использованием представленной модели.

Таблица 2 – Выбор порта перевалки

Пункты		Порт перевалки	Объем перевалки, тыс. т
отправления	назначения		
Тольятти (100)	Порт Черного моря	Азов	200
Камбарка (200)		Таганрог	100
		Ейск	0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правительство одобрило ограничения на рейдовую перевалку [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/news/gosreg/684424-pravitelstvo-odobrilo-ogranicheniya-na-reydovuyu-perevalku/?ysclid=m7bvp2ez4a528713847> (дата обращения 19.02.2025).
2. В порту Кавказ предлагают оставить рейдовую перевалку [Электронный ресурс]. URL: <https://portnews.ru/news/321826/?ysclid=m7bvr8g9s9536706259> (дата обращения 19.02.2025).
3. Рейдовая перевалка важна для экономики страны - мнение [Электронный ресурс]. URL: <https://portnews.ru/news/318711/?ysclid=m7brtdmguj659994821> (дата обращения 19.02.2025).
4. Итоги 2024 года на водном транспорте [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/reviews/itogi-2024-goda-na-vodnom-transporte/> (дата обращения 19.02.2025).
5. Снижение грузооборота портов России: причины и последствия [Электронный ресурс]. URL: https://cttrans.ru/news/snizhenie_gruzooborota_v_portakh_rossii_prichiny_i_posledstviya/?ysclid=m7bxey8mll60828546 (дата обращения 19.02.2025).
6. Ассоциация морских торговых портов // Грузооборот морских портов России [Электронный ресурс]. URL: <https://www.morport.com/rus/content/statistika-0> (дата обращения 19.02.2025).
7. Бучин Е.Д. Взаимодействие внутреннего водного транспорта с морским, железнодорожным и автомобильным. Изд-во «Транспорт», 1971. – 192 с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Рейдовая перевалка, порт перевалки, речные суда, морские суда, транспортные издержки, метод линейного программирования.
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Боровская Юлия Сергеевна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Зыкова Валентина Юрьевна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ФОРМИРОВАНИЕ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев

В статье рассматривается вопрос формирования необходимых и благоприятных условий для создания доступной среды для людей с ограниченными возможностями. Доступная среда – это социальная программа, направленная на создание полноценных условий для интеграции людей с ограниченными физическими возможностями в общественную жизнь. Основной целью является обеспечение максимального комфорта для инвалидов путем создания доступной среды для них.

Организация доступной среды для населения, в том числе и для лиц, испытывающих разного рода ограничения является одной из важнейших задач государства. Все аспекты жизни сообщества обязаны быть равномерно приемлемы для всех людей независимо от их различий. Обществу необходимо приспособлять свои внешние условия к каждому человеку, который имеет те или иные особые потребности.

Социальная политика в отношении лиц с ограниченными возможностями – часть внутренней политики государств, которая имеет нормативно-правовую основу, представленную, в том числе в социальных программах, практической деятельности. При этом количественная и качественные характеристики социальной политики заключаются в ее практической реализации в обществе с учетом социальных интересов различных групп и слоев населения с точки зрения действительного удовлетворения их потребностей, а также их социальной защищенности.

К группам, наиболее остро требующим внимания при реализации социальной политики, относятся маломобильные группы населения (МГН).

Согласно определению, маломобильные группы населения – это люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве.

К данной группе относятся:

- лица, преклонного возраста;
- люди с временными ограничениями к передвижению (временно ограниченные из-за болезней и травм);
- лица с физическими, умственными и психическими ограничениями:
- лица, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата;
- лица, имеющие нарушения органов восприятия (слух, зрение);
- лица с проблемами ориентации в пространстве или с нарушением речи, т.е. лица с инвалидностью [1].

Согласно терминологии, инвалид – это лицо, которое имеет нарушение здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности и вызывающее необходимость его социальной защиты. Ограничение жизнедеятельности – полная или частичная утрата лицом способности или возможности осуществлять самообслуживание, самостоятельно передвигаться, ориентироваться, общаться, контролировать свое поведение, обучаться и заниматься трудовой деятельностью.

Степень выраженности стойких нарушений функций организма человека, обусловленных заболеваниями, последствиями травм или дефектами, оценивается в процентах и устанавливается в диапазоне от 10 до 100, с шагом в 10 процентов. Выделяются 4 степени выраженности стойких нарушений функций организма человека, обусловленных заболеваниями, последствиями травм или дефектами:

I степень – стойкие незначительные нарушения функций организма человека, обусловленные заболеваниями, последствиями травм или дефектами, в диапазоне от 10 до 30 процентов;

II степень – стойкие умеренные нарушения функций организма человека, обусловленные заболеваниями, последствиями травм или дефектами, в диапазоне от 40 до 60 процентов;

III степень – стойкие выраженные нарушения функций организма человека, обусловленные заболеваниями, последствиями травм или дефектами, в диапазоне от 70 до 80 процентов;

IV степень – стойкие значительно выраженные нарушения функций организма человека, обусловленные заболеваниями, последствиями травм или дефектами, в диапазоне от 90 до 100 процентов.

Исходя из показателей нарушения функций организма были приняты решения разделить граждан на 3 группы инвалидности:

– критерием для установления первой группы инвалидности является нарушение здоровья человека с IV степенью выраженности стойких нарушений функций организма человека (в диапазоне от 90 до 100 процентов), обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами;

– критерием для установления второй группы инвалидности является нарушение здоровья человека с III степенью выраженности стойких нарушений функций организма (в диапазоне от 70 до 80 процентов), обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами;

– критерием для установления третьей группы инвалидности является нарушение здоровья человека со II степенью выраженности стойких нарушений функций организма (в

диапазоне от 40 до 60 процентов), обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами;

– категория "ребенок-инвалид" устанавливается при наличии у ребенка II, III либо IV степени выраженности стойких нарушений функций организма (в диапазоне от 40 до 100 процентов), обусловленных заболеваниями, последствиями травм и дефектами [2].

К группам, наиболее остро требующим внимания, относятся лица с инвалидностью I и II группы. Люди с инвалидностью должны иметь возможности и свободный доступ к объектам транспорта. В РФ граждане этой категории составляют значительную часть населения страны – более 10 миллионов человек.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), количество людей с ограниченными физическими возможностями в мире превысило 1 млрд. человек (около 15 % мирового населения). При этом по данным ООН 80% всех людей с ограниченными возможностями проживают в развивающихся странах. Каждый десятый ребенок в мире живет с инвалидностью, а 46 % людей с инвалидностью составляют люди в возрасте 65-ти лет и старше. На рисунке 1 отражена доля инвалидов от общего населения в некоторых странах.

Статистика инвалидов в России насчитывала более 11 млн. человек. Практически половина из них – мужчины и женщины трудоспособного возраста. По данным Росстата детей-инвалидов в России более 600 тыс. человек.

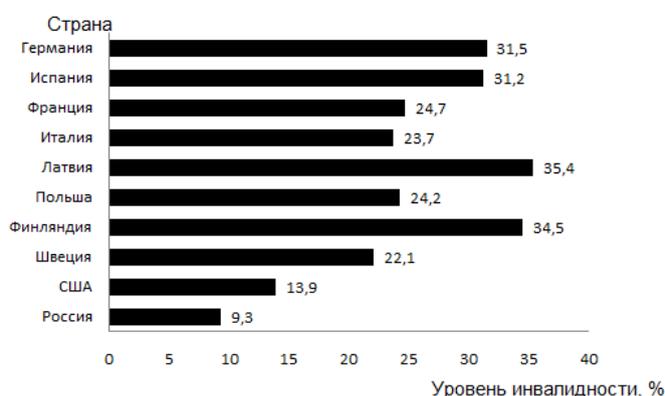


Рисунок 1 – Уровень инвалидности, в процентном отношении, в разных странах

Более наглядно структурное распределение по группам инвалидности РФ, по данным Федеральной службы государственной статистики, отражено на рисунке 2.

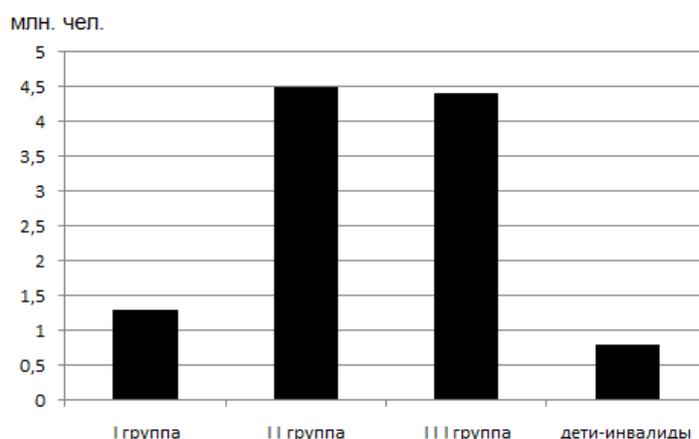


Рисунок 2 – Распределение граждан России по группам инвалидности на 2024 г.

Что касается социального взгляда, то он рассматривает инвалидность как социальную проблему, решение которой регулируется вмешательством государства.

В настоящий момент в Российской Федерации сформирована нормативно-правовая база, регламентирующая требования по созданию максимально комфортной и доступной среды, для маломобильных групп населения, в том числе и на объектах инфраструктуры водного транспорта.

Одним из основных факторов, влияющих на социально-экономическое развитие города, региона и страны в целом является эффективная работа внутренней транспортной системы. Предопределяющей функцией городских и местных пассажирских перевозок является связь между основными элементами города, а также пригородной части, обеспечение бесперебойной перевозки всех слоев населения при условии экономии времени, необходимых для передвижения. Сфера городского пассажирского транспорта в условиях социально экономического роста крупных городов должна активно меняться.

Альтернатива того или иного вида транспорта для каждого конкретного региона определяется, прежде всего, степенью его экономического развития и геополитическим положением, потребностями общества, динамикой развития и рациональностью сферы применения конкретного вида транспорта.

В свою очередь остро стоит проблема с местными и межрегиональными водными пассажирскими перевозками во многих населенных пунктах, расположенных в верховьях магистральных рек и на некоторых реках Севера, Сибири и Дальнего Востока. Речной транспорт в отдельных районах определяет саму возможность существования населенных пунктов, являясь безальтернативным и жизнеобеспечивающим. Прежде всего, это связано с ландшафтными особенностями – множество городов либо их районов являются приречными. Недостаточная техническая оснащенность воздушных линий, аэропортов и их отсутствия при недостатке развитой сети железнодорожных путей и автомобильных дорог с твердым покрытием определяют необходимость развития перевозок пассажиров водным транспортом. Социальная и хозяйственная значимость налаженной инфраструктуры и качественной работы пассажирского флота определяет их дальнейшее развитие.

Необходимость в пополнении и обновлении речного пассажирского флота для внутригородских и пригородных линий является актуальной проблемой развития внутреннего водного транспорта страны.

Пассажирский флот эксплуатируется не только в туристических целях, но и выполняет прагматичные задачи: пассажирские, региональные и межрегиональные перевозки зачастую являются единственным видом транспорта для многих населенных пунктов. Основная часть перевозок пассажиров по воде в России выполняется речным транспортом, который устарел морально и физически, и во многом не соответствует современным требованиям. По статистике средний возраст пассажирских судов водного транспорта составлял 25-40 лет.

Для развития пассажирских перевозок и внутреннего водного туризма лиц с ограниченными возможностями необходимо не только строить новые суда, но и модернизировать старые [3].

Для повышения доступности данного транспорта среди инвалидов необходимо провести значительные изменения в компоновке и конструкции судна:

- установить входную дверь, имеющую нулевой комингс, скомбинированный с нишей водоуловителя – это позволяет избавиться от пандусов и формирует безбарьерную среду;
- установить отдельную дверь для посадки маломобильных групп населения МГН;
- установить специальные поручни по периметру пространства для МГН, за которые можно держаться при качке и передвижении пассажиров;
- установить отдельную складную дверь шириной 900 мм для входа в санузел;
- предусмотреть фиксацию инвалидной коляски при движении посредством специальных ремней;
- модернизировать туалетную комнату, приспособленную для МГН;
- предусмотреть знаки, система оповещения, сигнализацию;
- настелить в проходах в коридорах, общественных помещениях, на лестницах и в местах, где имеются уклоны (аппарели, прогибы палубы) противоскользящие напольные покрытия для предотвращения травмоопасных ситуаций;
- установить для слабовидящих и слепых людей тактильные направляющие разметки;
- оснастить двери специальными доводчиками, которые предотвращают резкое закрытие и удержание дверей в открытом положении некоторое время;
- установить для инвалидов колясочников на лестницах стационарные или переносные средства подъёма;
- предусмотреть места для инвалидов на судне;
- установить таблички с текстом Брайля и звуковые системы оповещения.

Если устранить эти и многие другие недостатки на судне, которые не позволяют в полной мере обслуживать людей со всеми видами и формами инвалидности, интерес к данному виду транспорта повысится [1].

Создавая доступную среду на водном транспорте для лиц с ограниченными возможностями, гарантируется реализация их прав и свобод. Необходимо решить такую проблему, как доступность водного транспорта для групп населения с инвалидностью. Данная группа населения должна иметь такую же возможность, как и любой другой человек на получение свободного доступа к объектам водного транспорта. Данную задачу можно решить с помощью модернизации судов и береговой инфраструктуры. Данная модернизация должна обеспечивать требования безопасности для маломобильных групп населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил СП 59.13330.2020: СНиП 35-01-2001 доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения: официальное издание: утвержден Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2020 г. N 904/пр - Москва 2020. - Текст: непосредственный.

2. Российская Федерация. Законы. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации : Федеральный закон № 181-ФЗ : [принят Государственной думой 20 июля 1995 года : одобрен Советом Федерации 15 ноября 1995 года]. – Москва : 1995. – 20 с. – Текст : электронный. URL : <https://mintrud.gov.ru/docs/laws/75> (дата обращения: 18.06.2024).

3. Галкин А. Г. Организация доступной среды для инвалидов на транспорте : конспект лекций / А. Г. Галкин, О. Р. Ильясов, Л. А. Рыкова. - Екатеринбург: УрГУПС, 2016. – 123 с. – Текст : непосредственный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Водный транспорт, безопасность пассажиров, люди с ограниченными возможностями, доступная среда для инвалидов.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Мензилова Марина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Лебедев Олег Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА КОНВЕЙЕРОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Л.В. Пахомова, О.В. Щербакова, М.А. Ширяев

Установка конвейерных систем осуществляется «in situ». Высокая трудоемкость монтажных работ обуславливает необходимость прецизионного пространственного позиционирования конвейера относительно сопряженного технологического оборудования и строительных конструкций. При значительной протяженности конвейера недопустимы даже незначительные угловые отклонения, приводящие к накопительным погрешностям линейных размеров. Следовательно, монтаж конвейерных систем должен выполняться квалифицированным персоналом на месте эксплуатации с использованием определенных методик.

Монтаж ленточного конвейера начинается с разработки проектной и сметной документации, а также выполнения монтажных работ с учетом расположения складских помещений, подъездных путей и энергетической инфраструктуры. Установки конвейеров с мощностью привода свыше 500 кВт монтируются специализированными монтажно-строительными организациями, в то время как для менее мощных установок монтаж может осуществляться бригадами самого предприятия [3].

В настоящее время остро стоит проблема монтажа конвейеров, которая обуславливается низкой производительностью и эффективностью. В связи с этим возникает необходимость постоянного поиска инновационных методов монтажа конвейеров. Их внедрение позволит решить ряд трудностей:

1. Сократит время установки и наладки конвейерных систем, что позволит быстрее запускать производственные линии.

2. Оптимизация процессов монтажа приведет к снижению трудозатрат и уменьшению общих затрат на проект.

3. Современные технологии в виде автоматизации и применении высококачественных материалов способны повысить надежность и долговечность конвейеров.

4. Инновационные методы позволяют легче адаптировать конвейерные системы под изменяющиеся производственные требования, что важно в условиях быстро меняющегося рынка.

5. Новые технологии могут улучшить безопасность монтажа и эксплуатации конвейеров, уменьшая риск травм и аварий.

6. Современные методы могут быть более экологически чистыми, снижая количество отходов и потребление энергии.

7. Инновационные методы монтажа могут быть легко интегрированы с другими современными технологиями, что позволяет осуществлять мониторинг и управление в реальном времени.

8. Современные конвейерные системы могут быть спроектированы с учетом легкости обслуживания, что снижает время простоя и затраты на ремонт.

9. Инновационные решения могут увеличить пропускную способность конвейеров, что в свою очередь способствует росту производительности всего предприятия.

10. Внедрение передовых технологий может стать важным фактором, позволяющим компании выделиться на фоне конкурентов.

Современные методы монтажа конвейерных систем характеризуются следующими инновационными подходами:

1. Оптимизация трудозатрат при монтаже: предлагается последовательность сборки, начинающаяся с установки конвейерной ленты и тяговых канатов, после чего осуществляется одновременный подъём ленты с канатами и монтаж несущих опор и роликов.

2. Бесфундаментная технология монтажа конвейерных станций: Использование комбинированных и канатных анкеров, закрепляемых минеральным композитом, позволяет осуществлять монтаж непосредственно на поверхности горной выработки. Данный подход способствует снижению материальных затрат, сокращению сроков и повышению надёжности конструкции.

3. Применение приёмных столов балочной конструкции с амортизирующими вставками: Эта технология обеспечивает повышение герметичности конвейерной системы, минимизацию потерь транспортируемого материала, подавление пылеобразования и снижение ударных нагрузок на конвейерную ленту. В результате увеличивается срок службы ленты, обеспечивается стабилизация материала в её центральной части и снижается энергопотребление.

4. Применение механических соединений типа "Super-Screw": Данный метод использует гибкую резиновую оболочку, крепимую винтами непосредственно к ленте, в качестве альтернативы вулканизации. Отсутствие необходимости в демонтаже защитных конструкций, использовании тяжёлой техники и электропитания, а также высокая скорость и простота исполнения являются основными преимуществами данного метода.

Большинство приводных, концевых и натяжных станций ленточных конвейеров устанавливаются на бетонных горизонтальных или наклонных фундаментах с использованием анкерных болтов для их крепления. Научный опыт также документирует применение анкеров, основанных на внедрении полимерных смол в грунты. Однако использование данной технологии ограничено из-за высокой обводненности большинства шахтных выработок. В водоносных слоях пород почвы присутствуют подземные потоки и ручьи, что делает применение полимерных смол нецелесообразным.

В связи с изложенным, была исследована возможность анкерного крепления ленточных конвейеров напрямую к почве выработки с использованием минеральной композиции. Разработанная рецептура минеральной композиционной смеси демонстрирует работоспособность в условиях значительной обводненности, наличия подземных водотоков и потенциальных сдвиговых нагрузок на анкерное крепление.

Для верификации эффективности минеральной композиции в сочетании с предлагаемой анкерной системой в специфических горно-геологических и горнотехнических условиях, на начальном этапе были проведены лабораторные испытания. Моделирование подземных

скважин осуществлялось с использованием стальных труб и бетонных образцов марки М-500 с отверстием диаметром 45 мм. В качестве анкеров использовались АКМ20.01 с головками различного диаметра (38 мм, 40 мм и 43 мм). Определение прочности анкеровки производилось с помощью штанговывергивателя типа ВШГ-20 непосредственно после заполнения предварительно увлажненной минеральной композицией модельных скважин и создания предварительного натяжения (рисунок 1), без выдержки для полимеризации композиции [5].



Рисунок 1 – Лабораторные испытания прочности закрепления анкеров в искусственной скважине:

а) анкер закреплен в искусственной скважине на минеральную композицию; б) прибор ВШГ-20

На рисунке 2 представлены усредненные эмпирические диаграммы, которые отображают смещения в скважине анкеров с разными размерами головок (U), закрепленных минеральной композицией в зависимости от прилагаемых нагрузок (N).

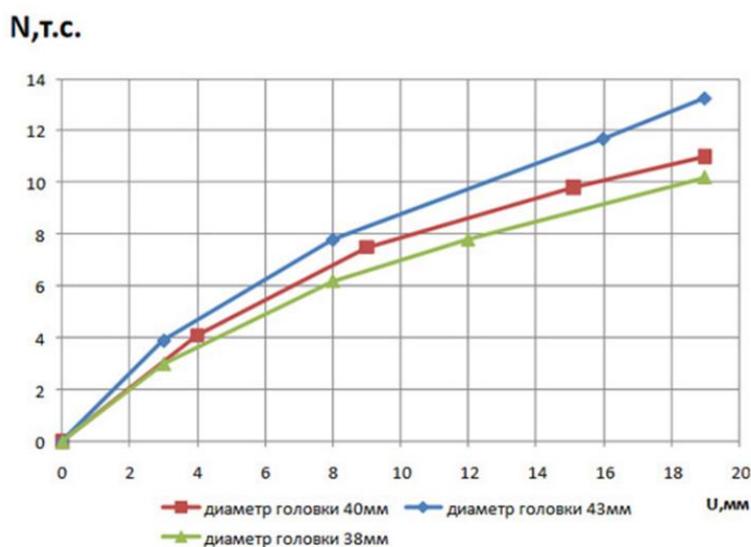


Рисунок 2 – Нагрузочная способность анкеров с различным размером головки, закрепленных на минеральную композицию

Лабораторные эксперименты продемонстрировали, что при установке анкеров различного размера головки в обводненных шпурах наблюдается значительное повышение несущей

способности минеральной композиции непосредственно после монтажа крепежных элементов, без необходимости ожидания завершения процесса отверждения закрепляющего материала. На рисунке 2 представлено, что при кольцевом зазоре между головкой анкера и стенкой скважины величиной 1 мм (при диаметре головки анкера 43 мм) нагрузочная характеристика данного анкера значительно превосходит показатели двух других анкеров, использованных в исследовании. В связи с вышеизложенным, в настоящее время для установки в шпур диаметром 43 мм производятся анкеры моделей АК01 и АКМ20.01 с диаметром головки 41,5 мм, а для шпуров диаметром 30 мм – анкеры с диаметром головки 28,5 мм.

Таблица 1 – Сравнение показателей монтажа приводной станции ленточного конвейера КЛК-1000 по альтернативным технологиям

Показатели	Технологии монтажа приводной станции ленточного конвейера		
	АК01 и АКМ 20.01, закрепляемые минеральной композицией	Бетонный фундамент	С применением полимерных смол
Материалы	Анкеры: АК.02П (L=3м) – 34 шт. АКМ 20.01 (L=2м) – 11 шт. Минеральная композиция – 279 кг.	Объем бетона – 24,5 м ³	Анкер самозабуривающийся (L=3м) – 34 шт. Нагнетательная трубка с функцией анкера (L=2м) – 11 шт., смолы 1040 кг.
Дополнительное оборудование	-	-	Пневмотический двухкомпонентный насос
Срок монтажа, сут.	1-2	12-14	2-3
Стоимость, руб.			
Материалы	45483	138954	312188
Заработная плата	33851	96369	31000
Сметная стоимость	106814	235323	343188

Расчет параметров анкерного крепления станций ленточных конвейеров основан на гипотезе Цимбаревича [1, 2] о меньшей протяженности зоны влияния давления в почве выработки по сравнению с кровлей, с учётом ширины зоны сползания. Максимальная глубина и конфигурация зоны влияния давления в почве определяются согласно [6]. Схема расположения, тип и глубина заложения анкеров выбираются на основе параметров зоны влияния давления, конструктивных особенностей конвейера и горнотехнических условий. Для обеспечения надёжности крепления анкеры устанавливаются в устойчивых породах за пределами зоны влияния давления (рисунок 3). В случае, когда применение стальных анкеров АКМ20.01 невозможно из-за чрезмерного опрокидывающего момента или параметров зоны влияния давления, используются канатные анкеры глубокого заложения АК01.

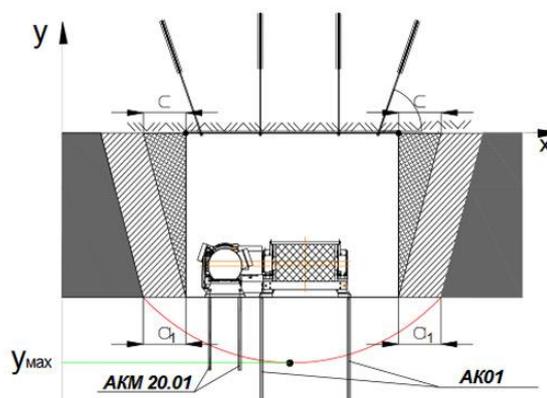


Рисунок 3 – Закрепление анкеров за пределами свода давления

Первоначальный опыт применения этой технологии был получен на конвейерном штреке, где осуществлялось закрепление разгрузочной, приводной, концевой и натяжной станций ленточного конвейера. Расчет анкерной крепи конвейера 2Л1000А с полным заполнением шпуров минеральной композицией проводился специалистами. В условиях горно-геологических неоднородностей почвы в мульдовой части пласта минеральная композиция

продемонстрировала высокую эффективность, что позволило осуществить запуск ленточного конвейера без каких-либо осложнений.

В течение всего срока эксплуатации конвейера не было зафиксировано нареканий на качество его закрепления. В сравнении с альтернативными методами, предложенная технология монтажа ленточных конвейеров позволяет существенно снизить материальные затраты и сократить сроки монтажа оборудования, что представлено в таблице.

Применение анкеров с фиксацией минеральной композицией для монтажа ленточных конвейеров и другого стационарного оборудования в подземных условиях демонстрирует значительное повышение эффективности процесса. Данная технология обеспечивает многократное сокращение трудозатрат и сроков монтажа, а также снижение материальных затрат (в 2-3 раза) и фонда оплаты труда. Повышенная надежность обеспечивается за счет полного заглубления анкеров в устойчивые геологические слои.

Эксплуатационный опыт подтверждает экономическую целесообразность комплексного подхода, включающего проектирование, изготовление, монтаж и мониторинг состояния системы фиксации, выполняемого единой организацией. Авторский надзор гарантирует соответствие проектной документации, технологических регламентов и несет ответственность за качество выполненных работ, способствуя непрерывному совершенствованию технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 2008. – 10 с.
2. Гольдберг, О. Д. Проектирование электрических машин / Гольдберг О. Д., Свириденко И. С. // Учебник для вузов, изд. 3-е, перераб. М.: Высш. шк. 2006 – 431 с.
3. Зозуля П.В. Проектирование цементных заводов: Учеб. пособие / П.В. Зозуля, Ю.В. Никифоров – СПб.: Синтез, 1995 – 445 с.
4. Конвейеры шахтные ленточные. Общие технические условия = Mine belt conveyers. General specifications: межгосударственный стандарт: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2012 г. N 1086-ст: введен впервые: дата введения 01.01.2014 / Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Введ. 24.12.2012. – Москва: Стандартинформ, 2012
5. Ананьев В.П. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Машины непрерывного транспорта» – М.: Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), 2011 – 75 с.
6. Шахмейстер Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. – М.: Машиностроение, 1987 – 336 с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Монтаж конвейеров, анкерное крепление, сравнение анкерных креплений.

Пахомова Людмила Владимировна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «ТМиПТМ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ЩербакOVA Ольга Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «ТМиПТМ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Ширяев Максим Анатольевич, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПАО «ВЛАДИВОСТОКСКИЙ МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ»: ДОСТИЖЕНИЯ В ПЕРЕГРУЗКЕ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»**

В.П. Носов, Д.А. Чеботухин, И.М. Кизиков

Приводится анализ перегрузочных и перевозочных процессов в работе ПАО «Владивостокский морской торговый порт» с 20 и 40-тонными крупнотоннажными универсальными контейнерами, как передового порта в Российской Федерации, даются сведения по развитию порта с 2000 года и на ближнюю перспективу.

Морской порт Владивостока находится на побережье Японского моря, он является лидером по контейнерообороту Российской Федерации и по портовой инфраструктуре на Дальнем Востоке, в международной торговле, в стратегических связях России с Восточной Азией, с Восточно-Азиатским регионом, таблица 1, [1].

Достижения АО «Владивостокский морской торговый порт» (ПАО «ВМТП») – в использовании новых технологий по примеру развитых портов Шанхая, Дубая, где очень активное внедрение информационных технологий и обновление основной техники.



Рисунок 1 – Контейнерный причал Владивостокского морского торгового порта

ПАО ВМТП активно модернизирует портовую инфраструктуру - в 2020 году закупил для контейнерного терминала 5 кранов Liebherr подъемом 124 т и 4 крана Витязь по 63 т.

Новая техника позволила порту сократить время перегрузок, увеличить производительность труда рабочих, в 2019-2020 гг. внедрена информационная система контейнерного терминала для тальманов, докеров, водителей тягачей. Цифровизация и новая техника позволила порту стать лидером среди российских портов по контейнерообороту, таблица 1, [5].

Таблица 1 – Рейтинг морских портов России по контейнерообороту, тыс. ед.

Место 2022 г.	Место 2023 г.	Порт	2022	2023	2023/22	Доля
1	1	Владивосток	1300,5	1519,5	16,8%	30,6%
2	2	Большой порт С.-Петербург	925,2	1046,5	13,1%	21,1%
3	3	Новороссийск	763,5	1000,9	31,1%	20,2%
4	4	Восточный	636,4	639,3	0,5%	12,9%
5	5	Калининград	125,4	169,3	35,0%	3,4%
6	6	Корсаков	124,9	143,8	15,2%	2,9%
7	7	Петропавловск-Камчатский	113,7	111,9	-1,6%	2,3%
8	8	Магадан	87,2	78,3	-10,2%	1,6%
9	9	Дудинка	70,9	63,8	-10,0%	1,3%

Порт Владивостока имеет современный контейнерный терминал площадью 278 м2, емкостью 13 тыс. TEU, длиной 741 м, он перегружает, выдаёт и принимает 20 и 40-тонные контейнеры, имеет 600 розеток для рефрижераторных контейнеров, см. рисунок 1, [6], [10].

Крупнотоннажные контейнеры в ВМТП составляют более 54% общего объема грузооборота, что очень важно для развития порта и экономики региона [1].

В последнее время Владивостокский морской порт работает ударными темпами, он за 7 месяцев 2024 г. вышел на 1 место в России по грузообороту контейнеров (рост на 25,3%, до 17 млн. т) - это одна из передовых динамик среди российских морских портов, таблица 1, [2].

В первом полугодии ВМТП обработал рекордные 429 987 TEU - на 24% больше, чем за аналогичный период 2022 года [3].

В 2022 г. порт Владивостока, занял также 1 место - лидер среди портов России по доставке контейнеров. За 6 месяцев 2023 г. Владивостокский порт уверенно удерживает лидерство в рейтинге российских портов по контейнерообороту, таблица 1, [3], [4], [10].

В 2025 г. ВМТП планирует увеличить контейнерооборот до 1 млн. TEU. Для выполнения поставленной задачи существуют планы создания Восточного транспортно-логистического узла совместно с «Росатомом». Данный проект предусматривает строительство в западной части порта современного глубоководного терминала с двумя причалами. Здесь будет производиться перевалка грузов из специализированных контейнеровозов ледового класса на суда не ледового класса. Расчетная пропускная способность нового терминала составит около 10 млн тонн грузов в год [7].

С 2000 г. в России контейнерные перевозки стали основным видом доставки товаров, что связано с ростом внешней торговли, развитием инфраструктуры порта, внедрением инновационных технологий, ниже приводим динамику контейнерных перевозок во Владивостоке по настоящее время и на перспективу до 2030 года, таблица 2, рисунки 2 и 3, [7], [10].

Таблица 2 – Динамика грузооборота и контейнерных перевозок порта Владивостока, 2000-2023 г.

Период работы	Общий объем грузооборота, млн т	Объем контейнерных перевозок, тыс. TEU	Доля контейнерных перевозок (%)
2000	4.5	25	2%
2005	6.2	75	5%
2009	7.1	210	50%
2012	8.0	250	53%
2015	9.0	310	55%
2018	10.5	370	54%
2020	11.2	410	56%
2023	12.0	450	58%
2030 прогноз	15.0	600	60–65%

TEU (Двадцатифутовый эквивалент) – единица измерения в контейнерных перевозках. Это контейнер стандартного размера, длиной 20 футов (6,1 м). TEU – стандарт измерения объемов контейнерных грузов, он позволяет упростить расчеты на международном уровне.

Средняя загрузка контейнера TEU зависит от его типа и перевозимого груза, предельная загрузка – от максимального допустимого веса и удельного объема груза.

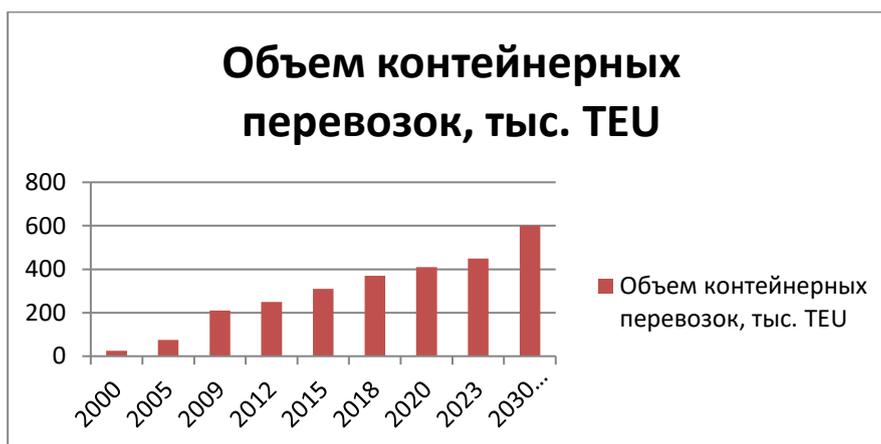


Рисунок 2 – Контейнерные перевозки порта Владивостока за 2000-2023 гг.

2000-2008 годы – начало роста контейнерных перевозок.

В начале 2000-х контейнерные перевозки в порту Владивостока были на низком уровне, с преобладанием генеральных и навалочных грузов, с ростом внешней торговли и развитием Азиатско-Тихоокеанского региона контейнерные перевозки стали набирать популярность.

2000-2005 гг. – невысокие объемы контейнерных перевозок.

2006-2008 гг. – рост доли контейнерных перевозок в грузообороте.

2009-2011 гг. – существенный рост контейнерных перевозок.

К 2009 г. доля контейнерных грузов превысила 50% общего объема, благодаря развитию экономики, логистике и росту транзита из Китая, Южной Кореи и других стран региона.

2012-2017 гг. – модернизация инфраструктуры и рост контейнерных перевозок [7], [8].

С 2012 г. обновлены терминалы, внедрены новые системы управления и к 2018 г. на 20,0% ускорена перегрузка крупных контейнеров, увеличены объемы перевозок:



Рисунок 3 – Доля контейнерных перевозок Владивостокского порта за 2000-2023 гг.

2012-2015 гг. – автоматизация и модернизация.

2016-2017 гг. – доля контейнерных перевозок достигла 54%.

2018-2023 гг. – технологические инновации и рост транзитной доставки грузопотоков.

С 2018 г. внедрение автоматизации и цифровых технологий, увеличение транзита контейнерных грузов из Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), рост объемов грузоперевозок.

С 2018 по 2020 гг. в порту Владивосток развиваются процессы автоматизации и цифровизации, улучшена эффективность работы, увеличена пропускную способность терминала, внедрен электронный документооборот (EDI), ускорена обработка грузов. Автоматизация контейнерных терминалов, кранов и складов повысила производительность труда докеров.

В порту был внедрен комплексный портовый менеджмент (PMS), интегрирующий работы, от планирования до взаимодействия с клиентами. Стала использоваться технология Интернета (IoT) для отслеживания грузов, электронная торговля улучшила работу с клиентами.



Рисунок 4 – 20-тонный крупнотоннажный контейнер со стандартными размерами

Внедрение беспилотных транспортных средств на территории порта, аналитики на основе больших данных (Big Data) улучшила логистику, снизила потребности в ручном труде, повысила безопасность работ, ускорила перемещение грузов. Эти меры существенно повысили эффективность порта и подготовили его к дальнейшему росту.

Беспилотные грузовики, использующие систему GPS и датчики для передвижения, обеспечивают высокую точность и безопасность в движении по территории порта.

В 2020 г. проведена модернизация складских мощностей с внедрением

автоматизированной складской логистики хранения и сортировки контейнеров [9].

В 2021–2023 гг. – рост контейнерных перевозок достигла в грузообороте 56%.

20-тонный контейнер (1 TEU): максимальная загрузка может составлять в среднем от 10 до 17,5 т – в зависимости от рода груза, рисунок 4, [8].

40-тонный контейнер (2 TEU): максимальная загрузка может составлять от 25 до 34 т, но также зависит от рода груза и условий перевозки, рисунок 5, [8].



Рисунок 5 – 40-тонный крупнотоннажный контейнер со стандартными размерами

Анализ автоматизации доставки крупнотоннажных контейнеров морского порта Владивостока, выявляет проблемы и предложения повышения эффективности работы порта:

Стратегический фактор: Владивостокский морской порт – ключевой в международной торговле Тихого океана России, для стран Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР).

Экономика региона: Эффективность доставки крупнотоннажных контейнеров напрямую влияет на значительные объемы торговли, развивает логистики, судоходства.

Глобальная логистика: Порт – международное логистическое звено, соединяющее Россию с Китаем, Японией, Южной Кореей для экспортно-импортной мировой торговли [9].

Значимость доставки контейнеров: развивает транспортные коридоры, глобальную торговлю, использует новое оборудование, передовые технологии, безопасность доставки.

Развитие инфраструктуры порта: крупнотоннажные контейнеры развивают мощности, технологичную инфраструктуру порта (специализированные краны, терминалы, склады), пропускные способности, улучшают эффективные логистические цепочки доставки продукции.

Выгодность для экономики перевозок в крупнотоннажных контейнерах:

Рост грузооборота: приводит к увеличению доходов порта и экономики региона, влечет рост налоговых поступлений, увеличивает занятость порта и смежных отраслей.

Конкурентоспособность порта: важный логистический стержень АТР в привлечении международных компаний и увеличении объемов транзитных грузов международной конкурентности России, увеличит ее долю на мировом рынке контейнерных перевозок.

Перспективы развития контейнерного терминала порта Владивосток весьма широки и к 2028 г. планируют увеличить контейнерооборот до 1,2 млн. TEU. Развитие Северного морского пути и увеличение перевозок ВМТП – хорошие перспективы для контейнерных перевозок.

На территории ВМТП имеется железнодорожная станция «Владивосток», рисунок 6, [10].

Она включает 19 сортировочно-погрузочных путей, 4 приёмоотправочных путей, 7 локомотивов, 1 локомотив, 1 трамбовиль. Портовые железнодорожные пути равны 20,1 км.

Единовременная пропускная способность станции до 71 условных вагонов, с возможностью обрабатывать за 12 часов 4-5 поездов. Ежедневное отправление, в том числе по маршруту Владивосток – Москва, до 10 поездов, из них до 5 контейнерных вагонов – повагонные отправки по России и странам СНГ [8].



Рисунок 6 – Железнодорожные подъездные пути в порт Владивостока

В 2008 г. руководством ВМТП и отделения ДВЖД принято решение о создании единой диспетчерской для эффективности работы Владивостокского транспортного узла. Кроме диспетчерской создана агентская компания для работы с парком железнодорожных вагонов.

ВМТП имеет автомобильный терминал с 2 пунктами пропуска. Въезд и выезд автотранспорта на территорию терминала осуществляется со стороны порта (с КПП и контейнерными весами), второй въезд в тылу подъездного пути к терминалу – он оборудован вторым КПП и контейнерными весами. Это позволяет организовать кольцевое движение автотранспорта по порту, с выездом как со второго КПП, так и через первый КПП, рисунок 7, [9], [10].



Рисунок 7 – Автомобильный терминал Владивостокского порта

Перспективы развития контейнерных перевозок до 2030 года:

1. Запланирован рост внешней торговли с Китаем, Японией, другими странами региона.
2. Увеличение транзита грузов через Владивосток за счёт роста логистических решений.
3. Развитие новых технологий и автоматизация перегрузочных процессов порта.
4. Расширение контейнерных терминалов и инфраструктуры контейнерных перевозок.

К 2030 г. прогнозируется рост доли контейнерных перевозок до 65% за счёт модернизации инфраструктуры, внедрения новых технологий, роста конкурентоспособности порта [9].

Контейнерный парк порта Владивосток имеет собственные и арендуемые терминалы.

Собственный контейнерный парк и терминалы порта, обеспечивают прием, хранение, перегрузку контейнеров.

Арендуемый контейнерный парк – терминалы, арендуемые частными компаниями. Аренда способствует привлечению инвестиций, увеличивает пропускную способность порта.

Оба типа контейнерных парков играют важную роль в эффективной работе порта.

Собственные терминалы обеспечивают пропускную способность порта 600,000 TEU/год.

Арендруемые терминалы увеличивают пропускную способность порта 300,000 TEU/год.

А общая пропускная способность контейнерного парка порта Владивосток (собственные + арендруемые терминалы) составляет 750,000-900,000 TEU/год, рисунок 8.

Таблица 3 – Структура парка контейнеров ПАО «Владивостокский морской торговый порт», ед.

Тип контейнера	2020	2021	2022	2023	2023 к 2022
Универсальные, в т.ч.:	47 131	60 510	78 630	96 820	23
20-тонные	17 387	21 324	30 667	29 823	- 4,8
40-тонные	29 744	39 186	47 942	67 637	41
Рефрижераторные, в т.ч.:	1 958	2 926	4 659	4 928	6
20-тонные	616	575	629	628	0
40-тонные	1 342	2 351	4 030	4 300	7
Итого:	49 089	63 436	83 298	101 751	22

Качество контейнерного парка порта Владивосток позволяет эффективно обслуживать внутренние и международные перевозки современными требованиями логистики [10].

Поставщики контейнерного парка – мировые лидеры в области контейнерных перевозок: Maersk, CMA CGM, Hapag-Lloyd и отечественные компании – Совкомфлот, ФГУП "Росморпорт" обеспечивают контейнерами, выполняют их ремонт и обслуживание.

Возврат порожних крупнотоннажных контейнеров в морском порту Владивосток осуществляется через специализированные терминалы и контейнерные склады и включает:

Прием контейнеров на возврат – проверка на целостность и техническое состояние.

Документальное оформление – акт передачи контейнера с данными о состоянии.

Транспортировка – на площадки накопления и дальнейшего использования.

Ремонт и техобслуживание – если требуется.

Возврат порожних контейнеров важен для их оборота и контейнерной логистики порта.



Рисунок 8 – Контейнерный терминал «ПАО Владивостокский морской торговый порт» [10]

Частичная и полная автоматизация перегрузки – в порту несколько технологий частичной автоматизации перегрузочных операций:

Автоматизированные краны и погрузчики: автоматические и полуавтоматические краны для погрузки и разгрузки контейнеров с судов и на транспортные средства.

Автоматизация учета и распределения контейнеров: позволяют отслеживать и оптимизировать движение контейнеров по порту, хранение и транспортировку.

Системы управления складом (WMS): оптимизации хранения грузов, улучшения процесса складирования и увеличения скорости обработки товаров.

Эти технологии позволяют улучшить логистику, безопасность, снизить затраты.

В порту Владивосток полная автоматизация перегрузки еще не реализована в полном объеме, но находятся на стадии внедрения:

Беспилотные транспортные средства (AGV): планируется использование беспилотного транспорта для полной автоматизации перемещения контейнеров внутри порта.

Интеллектуальные системы для управления грузовыми потоками: внедряются сложные системы для мониторинга и управления всеми процессами.

Проведя анализ достижений, для повышения эффективности доставки крупнотоннажных контейнеров, порту Владивостока можно рекомендовать несколько направлений:

1. Внедрение автоматизированных контейнерных кранов: установка полностью автоматизированных и частично автоматизированных кранов для перегрузки контейнеров.
2. Использование беспилотных транспортных средств (AGV): для перемещений и сортировки контейнеров внутри порта - от причалов к складам и между терминалами.
3. Интеграция системы управления контейнерами (TOS): внедрение более совершенной системы управления контейнерами, автоматическое отслеживание местоположения
4. Автоматизация складирования с помощью роботизированных систем: использование автоматических стеллажных систем и роботов для перемещения контейнеров.
5. Применение искусственного интеллекта для оптимизации логистики: внедрение AI-систем для анализа данных и наиболее эффективных перемещений контейнеров.
6. Интернет вещей (IoT) для мониторинга и контроля: Установка датчиков и IoT-устройств на контейнерах и транспорте для местоположения грузов в реальном времени.
7. Цифровизация документооборота и внедрение блокчейна: внедрение цифровых решений для автоматизации документооборота, электронных накладных [9], [10].

Подобные меры для реализации в ПАО «Владивостокский морской торговый порт» позволят в ближней перспективе дополнительно и значительно улучшать логистические работы с крупнотоннажными контейнерами в морских транспортных узлах, приводить к снижению транспортных издержек, повышать безопасность транспортно-производственной деятельности, сокращать валовые сроки полной обработки судов, вагонов, автомобилей и грузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владивосток (порт). Материалы из Википедии: [сайт]. – 2024, - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Владивосток_\(порт\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Владивосток_(порт)) (дата обращения 01.12.2024). - Текст электронный.
2. Высокая динамика развития порта Владивосток: [сайт], - 2024, - URL: <https://morvesti.ru/exclusive/92056/> (дата обращения 02.12.2024). - Текст электронный.
3. В России определен лидер в рейтинге портов по контейнерному обороту: [сайт], - 2024, – URL: <https://vostok.today/46815-v-rossii-opredelen-lider-v-rejtinge-portov-po-kontejnernomu-оборотu.html/> (дата обращения 03.12.2024). - Текст электронный.
4. Владивостокский морской торговый порт: [сайт]. - 2024. - URL: <https://www.fesco.ru/ru/clients/terminals/vmtp/#specifications/> (дата обращения 06.12.2024). - Текст электронный.
5. FESKO и Росатом построят глубоководный контейнерный терминал в порту Владивосток: [сайт]. - 2024. - URL: <https://morvesti.ru/news/1679/104913/> (дата обращения 07.12.2024). - Текст электронный.
6. Владивостокский Морской Торговый Порт: [сайт]. - 2024. - URL: https://www.import40.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=112/ (дата обращения 09.12.2024). - Текст электронный
7. Грузооборот ВМТП: [сайт]. - 2024. - URL: <https://portnews.ru/news/146285/> (дата обращения 10.12.2024). - Текст электронный.
8. Контейнерные терминалы: [сайт], - 2024. - URL: <https://kaai.info/index.php/28-teu-feu/> (дата обращения 11.12.2024). - Текст электронный
9. Обзорное исследование портовой логистики в странах ЦАРЕС: [сайт]. - 2024. - URL: https://www.carecprogram.org/uploads/Ports-and-Logistics-Scoping-Study-in-CAREC-Vol-II-RUS_web_6APR_reduced.pdf/ (дата обращения 12.12.2024). - Текст электронный.
10. Активы FESKO: [сайт]. - 2024. - URL: <https://ar2023.fesco.ru/about/assets/> (дата обращения 13.12.2024). - Текст электронный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

Морской порт Владивостока, крупнотоннажные контейнеры, достижения.

Носов Владимир Павлович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Чеботухин Дмитрий Анатольевич, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Кизиков Иван Максимович, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ПО СРОКАМ ГРУЗОВ ПО РЕКЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

О.Н. Иванова

В статье рассматривается разработка информационных баз для оптимизации перевозки грузов по рекам с учетом сроков доставки. Описываются методы анализа данных, позволяющие улучшить логистику и повысить эффективность водного транспорта.

Речные грузоперевозки, будучи экономически выгодным и экологически чистым способом транспортировки, сталкиваются с проблемой соблюдения сроков доставки. Задержки, вызванные различными факторами, такими как погодные условия, шлюзование, загруженность речных путей и техническое состояние флота, могут привести к значительным финансовым потерям и нарушению логистических цепочек [1]. Эффективным решением данной проблемы является разработка и внедрение специализированных информационных баз [2].

Проблема и ее актуальность:

В настоящее время многие речные транспортные компании используют устаревшие методы планирования и отслеживания грузов, полагаясь на ручные записи и телефонную связь. Это приводит к:

– Недостаточной прозрачности: Отсутствие точной информации о местонахождении груза и предполагаемом времени прибытия [3].

– Сложностям в планировании: Невозможность оперативного реагирования на изменения и корректировки маршрутов [4].

– Низкой эффективности: Неоптимальное использование ресурсов флота и времени [5].

– Увеличенным рискам: Задержки в доставке приводят к штрафам и потере репутации [1].

В условиях растущего спроса на грузоперевозки и повышения требований к качеству логистики, решение проблемы соблюдения сроков доставки по реке становится критически важным.

Роль информационных баз (ИБ):

Информационная база представляет собой комплексную систему, предназначенную для сбора, хранения, обработки и предоставления информации, необходимой для эффективного управления процессом речных грузоперевозок.

Использование информационной базы позволяет:

– Обеспечить оперативный мониторинг: Отслеживание грузов в режиме реального времени с использованием GPS-трекеров и датчиков [2].

– Прогнозировать время прибытия: Анализ данных о маршруте, скорости, погодных условиях и других факторах для прогнозирования ETA (Estimated Time of Arrival) [3].

– Оптимизировать маршруты: Построение оптимальных маршрутов с учетом загруженности речных путей, расписания шлюзования и других ограничений [4].

– Управлять ресурсами: Планирование использования флота, персонала и других ресурсов для повышения эффективности перевозок [5].

– Улучшить взаимодействие: Обеспечение обмена информацией между всеми участниками процесса: отправителями, получателями, перевозчиками, диспетчерами и контролирующими органами [1].

Структура и функциональность информационной базы:

Информационная база для управления речными грузоперевозками должна включать в себя следующие основные компоненты:

– База данных о грузах: Информация о грузе (наименование, вес, объем, характеристики), отправителе, получателе, условиях транспортировки [2].

– База данных о судах: Информация о судах (тип, вместимость, техническое состояние, местоположение) [3].

– База данных о речных путях: Информация о характеристиках речных путей (глубина, ширина, наличие шлюзов, навигационная обстановка) [4].

- Модуль мониторинга: Отображение местоположения судов на карте в режиме реального времени, получение данных с датчиков [5].
- Модуль планирования: Построение оптимальных маршрутов, планирование загрузки судов, расчет времени прибытия [1].
- Модуль управления ресурсами: Планирование работы экипажей, технического обслуживания судов [2].
- Модуль отчетности: Формирование отчетов о состоянии грузов, работе судов, эффективности перевозок [3].
- Интерфейс взаимодействия с пользователями: Предоставление доступа к информации и функционалу системы для различных категорий пользователей.

Технологии и платформы:

Для разработки информационной базы могут быть использованы различные технологии и платформы, в зависимости от масштаба задачи и доступных ресурсов. Ключевые технологии включают:

- Системы управления базами данных (СУБД): MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server [5].
- Языки программирования: Python, Java, C#, PHP.
- Геоинформационные системы (ГИС): ArcGIS, QGIS.
- Облачные платформы: Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform.

Преимущества внедрения информационных баз:

Внедрение специализированной информационной базы для управления речными грузоперевозками позволяет получить следующие преимущества:

1. Повышение точности прогнозирования сроков доставки: Улучшение планирования и снижение рисков задержек.
2. Оптимизация использования ресурсов: Сокращение затрат на топливо, персонал и техническое обслуживание.
3. Улучшение взаимодействия между участниками процесса: Повышение прозрачности и эффективности коммуникации.
4. Повышение конкурентоспособности: Предоставление клиентам более качественного и надежного сервиса.
5. Снижение рисков и штрафов: Уменьшение вероятности задержек и связанных с ними финансовых потерь.

Разработка и внедрение специализированных информационных баз является необходимым шагом для повышения эффективности и конкурентоспособности речных грузоперевозок. Использование современных технологий и комплексный подход к управлению данными позволяют значительно улучшить соблюдение сроков доставки, оптимизировать использование ресурсов и повысить удовлетворенность клиентов. В долгосрочной перспективе инвестиции в создание информационной базы окупятся за счет снижения издержек, повышения эффективности и укрепления позиций на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, В. И. Организация водного транспорта: теория и практика // Транспорт. 2018. Москва.
2. Гусев, А. Н. Информационные технологии в логистике // Питер. 2017. Санкт-Петербург.
3. Шевченко, И. А. Управление грузовыми перевозками на водном транспорте // Кубанский государственный университет. 2020. Краснодар.
4. Смирнов, П. В., Иванова, Е. С. Логистика и управление цепями поставок // Юрайт. 2019. Москва.
5. Федоров, С. А. Современные тенденции в развитии речного транспорта // Транспорт России. 2021. № 3(45). С. 12-18.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Информационные базы, перевозка грузов, сроки доставки, водный транспорт, логистика, оптимизация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Иванова Ольга Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, кафедры «УТП» и «ЕНД» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.Н. Масленников, Г.Я. Синицын, А.В. Преснякова

В статье рассматриваются различные подходы к оценке эффективности инвестиционных проектов с акцентом на разграничение финансового и общественного аспектов. Подчеркивается отсутствие унифицированной терминологии в области проектного анализа, что приводит к разделению между методологией анализа "затраты-выгоды" (СВА) и проектным анализом. Обосновывается необходимость учета не только финансовой (коммерческой) эффективности, но и общественной, которая оценивает воздействие проекта на благосостояние общества и различные референтные группы. Представлены ключевые отличия в процедурах оценки общественной и финансовой эффективности, а также обосновывается важность анализа общественной эффективности для проектов с государственным участием, учитывающего широкий спектр экономических и социальных эффектов.

В современной практике оценки инвестиционных проектов широко применяются разнообразные термины, такие как "проектный анализ", "инвестиционный анализ", "анализ стоимости проекта", "финансово-экономический анализ", "финансовая модель инвестиционного проекта" и другие. Несмотря на распространенность, унифицированная терминология в данной области пока не сформирована. В связи с этим, в научной литературе, образовательном процессе и прикладных исследованиях сложилось конвенциональное разделение между сферами применения методологии анализа "затраты-выгоды" (СВА) и проектного анализа [1].

Проектный анализ, зачастую отождествляемый с финансовым анализом или анализом финансовой (коммерческой) эффективности, ориентирован на оценку целесообразности инвестиций с позиции инвесторов, включая государство в контексте оказания государственной поддержки [2]. Однако, следует признать, что оценка коммерческой эффективности, даже с учетом бюджетной эффективности (поступлений налогов в бюджетную систему), не позволяет всесторонне оценить влияние проекта на общественное благосостояние.

Для количественного измерения воздействия проекта на общество в целом и определения его выгод для различных заинтересованных сторон (референтных групп) используется методология экономического анализа, наиболее часто реализуемая посредством метода анализа "затраты-выгоды" (СВА). Оценка общественной и финансовой эффективности инвестиционного проекта представляет собой процесс сопоставления в денежной форме первоначальных инвестиций и операционных затрат с прогнозируемыми выгодами (эффектами) от реализации проекта [3]. Различия между процедурами оценки общественной и финансовой эффективности систематизируются в соответствующей аналитической таблице 1.

Оценка общественной (социально-экономической) эффективности проводится с учетом интересов всего общества, с возможной детализацией по отдельным референтным группам: производители и, например:

- население конкретной территории, подвергающееся воздействию экологических, шумовых и иных эффектов от реализации проекта;
- представители местного бизнес-сообщества, потенциально выигрывающие или проигрывающие от реализации проекта;
- владельцы объектов недвижимости (включая земельные участки), стоимость которых может измениться в результате реализации проекта.

При проведении оценки общественной эффективности проекта необходимо проводить углубленный анализ затрат и выгод для каждой группы субъектов, формирующих грузовую базу, рассматривая различные сценарии реализации проекта и их потенциальные последствия, как положительные, так и отрицательные, для каждой группы и для общества в целом [4, 5].

Таблица 1 – Сравнение основных параметров оценок общественной и финансовой эффективности инвестиционных проектов

Наименование критерия	Общественная (социально-экономическая) эффективность	Финансовая (коммерческая) эффективность
Тип референтной группы, для которой рассчитывается эффективность	Общество в целом, включая инвестора, а также лиц, не участвующих в реализации инвестиционного проекта (в случае наличия внешних эффектов). Также могут рассматриваться различные более узкие референтные группы в зависимости от цели реализации проекта и получаемых эффектов	Инвесторы проекта, в число которых также может входить государство (в случае предоставления проекту государственной поддержки)
Вид оцениваемых эффектов (выгод) от реализации проекта	Монетизируемые прямые, косвенные и внешние эффекты	Только монетизируемые прямые эффекты
Учёт перераспределительных эффектов (налоги и трансферты)	Налоги и трансферты из рассмотрения исключаются	Налоги и трансферты учитываются в расчётах
Цены, в которых осуществляется оценка	Теневая цена – это цена товара (экономического блага) с учётом внешних положительных и отрицательных последствий	Рыночные цены
Учёт инфляционных процессов	Не учитываются, расчёт затрат и выгод проекта производится в текущих ценах	Расчёт затрат и выгод проекта производится с учётом инфляционных процессов

Спектр эффектов, подлежащих оценке, значительно шире при анализе общественной эффективности проекта. Это обусловлено тем, что участие государства в инвестиционных проектах мотивировано не только налоговыми поступлениями в бюджет, но и более широкими целями экономического и социального характера, такими как стимулирование регионального развития, повышение занятости, сокращение социального неравенства и уровня бедности, улучшение или сохранение благоприятной экологической обстановки. Эти аспекты выходят за рамки финансовой оценки эффективности, ориентированной на участников проекта [6, 7].

Таким образом, оценка общественной эффективности позволяет учитывать широкий спектр внешних и косвенных эффектов, возникающих при реализации проекта, и является необходимым условием для обоснования решений о целесообразности реализации проектов с государственным участием, включая проекты, финансируемые за счет бюджетных инвестиций, проекты государственно-частного партнерства и проекты, получающие государственные субсидии.

В процессе оценки общественной (социально-экономической) эффективности рассчитываются экономическая внутренняя норма доходности (EIRR) и экономическая чистая приведенная стоимость (ENPV). При оценке финансовой эффективности используются финансовая внутренняя норма доходности (FIRR) и финансовая чистая приведенная стоимость (FNPV).

Критически важным является учет того факта, что инвестиционный проект, не отвечающий критериям социально-экономической привлекательности ($ENPV < 0$), может быть лишен государственной поддержки, даже при наличии финансовой привлекательности ($FNPV > 0$). В соответствии с методикой Европейской комиссии, в подобных случаях проект считается коммерчески успешным и не требующим внешнего финансирования. И наоборот, если проект изначально является финансово неэффективным ($FNPV < 0$), но обладает высокой социально-экономической значимостью ($ENPV > 0$) и приемлемым уровнем риска, принимается положительное решение о предоставлении государственной поддержки.

Реализация проектов по строительству и эксплуатации логистических центров оказывает многогранное воздействие на различные группы стейкхолдеров [8]. Спектр эффектов, генерируемых данными проектами, может быть классифицирован на прямые, косвенные и внешние, в зависимости от механизма их воздействия на общество.

В случаях, когда влияние проекта опосредовано рыночными механизмами, целесообразно разделить эффекты на прямые и косвенные. Прямые эффекты подразумевают воздействие на целевые рынки, непосредственно обслуживаемые логистическим центром. Косвенные эффекты, в свою очередь, представляют собой опосредованное влияние на остальные рынки посредством рыночного взаимодействия.

Применительно к логистическим центрам, прямые эффекты могут включать:

- снижение логистических издержек: Консолидация складских помещений, эффективная организация перевозок и внедрение передовых технологий управления запасами ведут к снижению затрат на логистику для предприятий;
- сокращение времени доставки. Оптимизация логистических операций и концентрация грузопотоков приводят к уменьшению времени транспортировки товаров;
- повышение эффективности управления запасами. Современные логистические центры обеспечивают оптимизацию складских процессов, что позволяет предприятиям снизить издержки, связанные с хранением и управлением запасами.

Косвенные эффекты от реализации проектов логистических центров характеризуются разнообразием и зависимостью от специфических характеристик проекта и общественных предпочтений. Их проявление может наблюдаться в различных, порой неожиданных, секторах экономики. Например, оптимизация логистики может стимулировать потребности компаний по управлению инвестиционными проектами в строительной сфере, испытывающие проблемы в поставке комплектующих по принципу «точно в срок». Сложность всесторонней оценки косвенных эффектов обусловлена их многогранностью и потенциальной противоречивостью.

Эффекты, распределение которых осуществляется вне рыночного механизма, относят к внешним. Для проектов логистических центров к ним традиционно относят:

- повышение качества транспортно-логистических услуг, оптимизации маршрутов и использования инфраструктуры;
- рост связанности регионов, доступности товаров и услуг, конкурентоспособность продукции;
- сокращение выбросов загрязняющих веществ: Внедрение экологически чистых технологий, например, использование электромобилей и оптимизация транспортных потоков, способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду;
- снижение уровня шумового загрязнения: Реализация проектов логистических центров за пределами жилых зон и использование современных шумопоглощающих технологий позволяет снизить шумовое воздействие на население.

Некоторые проекты логистических центров могут быть целенаправленно ориентированы на максимизацию положительных внешних эффектов, например, строительство центров с использованием потенциала региональных промышленных предприятий, занятость населения или комплексное развитие территорий [9]. Оценка выгод от таких проектов методом анализа "затраты-выгоды" должна включать монетизацию не только прямых, но и внешних эффектов.

В контексте оценки эффективности проектов логистических центров часто фигурирует эффект роста дохода, проявляющийся в различных формах [10]:

- рост доходов предприятий: Улучшение логистики и снижение издержек повышают прибыльность предприятий, использующих логистический центр;
- увеличение налоговых поступлений: Рост экономической активности, связанной с функционированием логистического центра, приводит к увеличению налоговых поступлений в бюджеты разных уровней;
- создание новых рабочих мест: Строительство и эксплуатация логистического центра создают новые рабочие места, что способствует снижению уровня безработицы;
- прирост валовой добавленной стоимости: Развитие логистической инфраструктуры оказывает положительное влияние на валовую добавленную стоимость в отрасли логистики и смежных секторах экономики.

Эффект роста дохода должен учитываться при оценке общественной эффективности проекта, поскольку рост дохода ведет к увеличению "готовности платить" и, как следствие, к росту общественного благосостояния.

В заключение, оценка экономических последствий от строительства и эксплуатации логистических центров должна учитывать полный спектр оказываемых эффектов: прямых,

косвенных и внешних, а также учитывать эффект роста доходов. Только такой комплексный подход позволяет получить достоверную и объективную картину влияния данных проектов на экономику и общество в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников Р.М. Оценка эффективности общественно значимых инвестиционных проектов методом анализа издержек и выгод: учебное пособие. М.: Проспект, 2016. 128 с.
2. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for cohesion policy 2014–2020. Brussel, Belgium: Directorate General for Regional Policy, European Commission. 2014.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.11.2019 № 1512 «Об утверждении методики оценки социально-экономических эффектов от проектов строительства (реконструкции) и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры, планируемых к реализации с привлечением средств федерального бюджета, а также с предоставлением государственных гарантий Российской Федерации и налоговых льгот».
4. Медведев П.В. Оценка общественной эффективности транспортных инфраструктурных проектов на основе анализа «затраты-выгоды» // Экономика: проблемы, решения и перспективы. Вестник Университета. 2015. № 10. С. 125–131.
5. Сеницын, М. Г. Логистика как драйвер развития коммерческих предприятий труднодоступных регионов на примере Норильского промышленного района / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников, Г. Я. Сеницын // Транспортное дело России. – 2023. – № 5. – С. 92-95..
6. Масленников С.Н. Оценка критериев размещения логистических центров на внутренних водных путях / С. Н. Масленников, В. М. Бунеев, Б. В. Палагушкин, М. Г. Сеницын // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 4. – С. 49-53.
7. Масленников, С. Н. Исследование структуры транспортно-логистической инфраструктуры России / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын // Политранспортные системы : Материалы XIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием., Новосибирск, 24–25 октября 2024 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 13-18. – EDN HZFCKN.
8. Сеницын, М. Г. Диспетчеризация и визуализация в логистике / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 25-28. – EDN DOXNBV.
9. Масленников, С. Н. Модульный принцип проектирования транспортных систем доставки грузов по рекам Сибири / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын // Речной транспорт (XXI век). – 2021. – № 4(100). – С. 49-52. – EDN WOXMZG.
10. Масленников, С. Н. О показателях оценки деятельности транспортно-логистической системы с участием водного транспорта / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын // Транспортное дело России. – 2022. – № 3. – С. 130-135. – DOI 10.52375/20728689_2022_3_130. – EDN RBVPHY.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Инвестиционный анализ, затраты-выгоды (СВА), общественная эффективность, логистический центр, транспорт.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Масленников Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Сеницын Геннадий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Преснякова Арина Вячеславовна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ В ОБЪ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.Г. Сеницын, Н.В. Ноздрачева Г.Я. Сеницын

В статье рассмотрены проблемы перевозок пассажиров на речном транспорте. Авторами выделена значимость пассажирских перевозок в развитии регионов Сибири,

проведен анализ ключевых направлений пассажирских перевозок.

Перевозки пассажиров на территории Сибири водным транспортом имеют важное значение. Особенно это касается северных районов Обь-Иртышского воднотранспортного бассейна, где перевозки играют важную социальную роль и являются единственным средством передвижения персонала до места их работы [1].

Крупнейшим поставщиком услуг по перевозке пассажиров является судоходная компания (далее СК) АО «Северречфлот», которая обслуживает около сорока социально-значимых маршрута. Ежегодно её флот выполняет около девяти тысяч рейсов, пассажиропоток которых имеет тенденцию на увеличение и в 2023 году составил более трехсот семидесяти тысяч человек. Зона тяготения перевозок АО «Северречфлот» – это Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа [2].

Перевозки на речном транспорте сталкиваются с проблемами устаревающего флота, что существенно снижает качественные и количественные показатели перевозки грузов и пассажиров. За последние четыре года компания АО «Северречфлот» закупила три модернизированных судна на подводных крыльях проекта «Метеор». Всего при обслуживании действующих маршрутов используется тридцать семь скоростных пассажирских судов. К скоростным пассажирским судам АО «Северречфлот» относятся глиссирующие суда, суда на подводных крыльях и суда на воздушной подушке. Характеристики и проекты действующих судов приведены в таблице 1.

Доставка судов типа «Метеор» до пунктов назначения осуществлялась из НПК АО «ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева». Из Нижнего Новгорода судно дошло самостоятельно до пункта в городе Беломорск, длина маршрута составила 1345 километров. Там оно было погружено на крановое судно «Утренний», далее через Северный морской путь доставлено в пункт Новый порт, где было перегружено на баржу МП-381 (пр. Р-56). В г. Салехард была произведена смена тяги с класса «М» на «Р»: с «ОТА-982» на «РТ-650» (пр. 1741-А). По такой логистической схеме были доставлены суда «Метеор» для обслуживания пассажирских перевозок в северных районах Обь-Иртышского бассейна.

Пассажирские перевозки АО «Северречфлот» охватывают три ключевых направления - пригородные, межрегиональные (транзитные) и социально значимые перевозки [3]. Эти сегменты различаются по географическому охвату, дальности следования, частоте рейсов и тарифной политике, но в совокупности обеспечивают доступность транспортных услуг для населения северных и арктических регионов России. Структура пассажирских перевозок компании отражает ее стратегию по удовлетворению различных потребностей клиентов в пассажирских перевозках.

Таблица 1 – Характеристика действующего пассажирского флота АО «Северречфлот»

Тип судна	№ проекта	Класс судна	Размеры габаритные, м	Осадка порожнем/в грузу, м	Мощность, л.с.	Пассажиро-местность, мест	Скорость, км/ч
1. Метеор	342Э/342	О	34,6x9,5x5,63	2,35	2x1000	123	65
2. Метеор-120-Р	03580	О	34,4x9,2x9,0	2,35	2x1400	120	65
3. Восход-71/Ветер-1	352	О	27,6x6,4x4,0	0,68	1100	68	65
4. Линда	14200	Р	24,4x4,6x5,1	1,05	1019	70	55
5. Валдай-45-Р	23180	Р	21,4x21,3x5,2	1,1	1100	45	65
6. Заря	Р-83	Р	23,9x4,16x3,2	0,55	800	86	45
7. Трамвай (Т)	544	Р	27,25x4,8x4,35	0,74	150	99	20
8. Москва	Р-51	Р	38,2x6,5x5,7	1,18	2x150	140	24
9. КС "Югория"	КС-102-08	Р	14,15x3,22x2,42	0,41	170	12	30
10. Назым	Нер23	Р	11,88x4,68x3,57	-	2x136	18	80
11. Югорский	А20П	Р	14,4x5,0x4,87	-	370	26	50
12. Фарман Салманов	105.05	О	39,84x6,93x3,0	1,47	2x525	74	33
13. Рем Вяхирев/ Виктор Черномырдин	А-145	О	34,6x6,8x2,4	0,91	2x1960	130	70
14. Ляд Айваседо/ Роман Ругин/ Петр Хатанзеев	КС-162	Р	21,45x3,25x5,18	0,6	458(624)	44	45
15. Метеор-2020	03530	О	33,0x12,6x12,6	2,1	2x1505	124	77

В динамике перевозок пассажиров АО «Северечфлот» наблюдается тенденция ежегодного роста объемов перевозок, в среднем на 3-5% за счет увеличения пассажиропотока на наиболее востребованных направлениях [4].

Перевозки пассажиров на речном транспорте – убыточный вид услуг. Поэтому ключевыми факторами развития являются субсидии государства. За счет них компания устанавливает социальные тарифы для льготных категорий пассажиров, помимо компенсации тарифов государством выделяются денежные средства на обновление и модернизацию существующего флота [5].

Для повышения качества обслуживания пассажиров в населенных пунктах установлены временные сооружения для безопасной и удобной высадки пассажиров, для этого использовался стоечный флот и понтоны. В крупных населенных пунктах для удобства и комфорта пассажиров устанавливаются дебаркадеры, оборудованные в пассажирские вокзалы, в которых созданы все условия для временной остановки пассажиров.

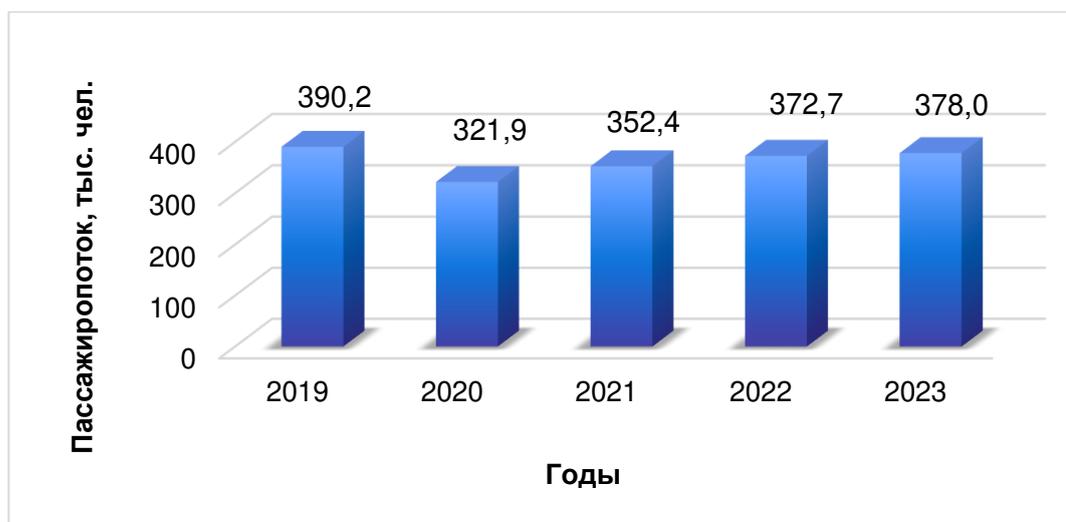


Рисунок 1 – Динамика роста пассажирских перевозок в 2019-2023 гг. флотом АО «Северечфлот»

Анализ доходов компании показывает падение пассажиропотоков в 2020 году. Провальным и ключевым фактором здесь послужила пандемия коронавируса Covid 2019. Далее видна тенденция устойчивого роста. Результаты представлены на рисунке 2.

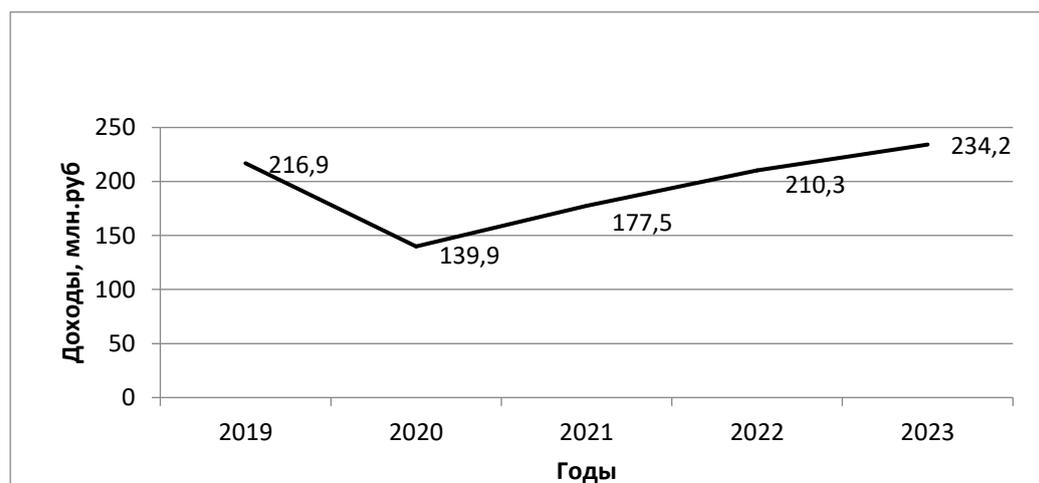


Рисунок 2 – Динамика изменения доходов АО «Северечфлот» в 2019 -2023 гг.

Проведенные исследования показывают, что пассажирские перевозки являются приоритетным направлением в развитии регионов Сибири [6]. Для повышения качества обслуживания и доступности цен государство занимается субсидированием данного вида деятельности. За последнее пятилетие было произведено обновление флота и были закуплены суда типа

«Метеор». В перспективных планах стоит задача ежегодного обновления флота, оно позволит повысить эффективность и престиж внутреннего водного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников, С. Н. Совершенствование системы работы паромных переправ в условиях Сибири / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын, Н. В. Ноздрачева // Транспорт. Горизонты развития : Труды 4-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород-Новосибирск-Владивосток-Самара, 23–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 194. – EDN ULHXJD.

2. Архипов, А. Е. Ямало-Ненецкий Автономный округ: ресурсная и транспортная составляющая интенсивного развития / А. Е. Архипов, А. И. Карасева, К. А. Ретунская // Глобальные проблемы научной цивилизации, пути совершенствования: Материалы XV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ставрополь, 28 февраля 2022 года. Том Часть 1. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2022. – С. 278-282. – EDN WVJHAI.

3. Иванова, Ж. Ю. критериальная оценка мультимодальных пассажирских перевозок / Ж. Ю. Иванова, В. Н. Костров, О. Л. Домнина // Транспортное дело России. – 2024. – № 2. – С. 35-38. – EDN EGUAFL.

4. Домнина, О. Л. Прогнозирование объемов перевозок пассажиров внутренним водным транспортом / О. Л. Домнина, Ж. Ю. Шалаева // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 72. – С. 102-110. – DOI 10.37890/jwt.v72.287. – EDN QYPCQX.

5. Домнина, О. Л. Предложения по субсидированию перевозок пассажиров внутренним водным транспортом / О. Л. Домнина, А. А. Лисин // Речной транспорт (XXI век). – 2021. – № 1(97). – С. 34-37. – EDN ZFEING.

6. Сеницын, М. Г. Речной транспорт в системе рекреационно-туристического комплекса Алтая / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников, М. С. Сеницына // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 21-25. – EDN VEXWPL.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Пассажирский транспорт, пассажиропоток, пассажирский флот, Обь-Иртышский бассейн, АО «Северречфлот».*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Сеницын Михаил Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Ноздрачева Надежда Владимировна, старший преподаватель, кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Сеницын Геннадий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев, Д.К. Гассельбах

Окрасочное производство в судостроении и судоремонте играет ключевую роль в обеспечении долговечности и эстетического вида судов. Однако современные процессы окраски сталкиваются с рядом проблем, связанных с низкой эффективностью, высоким уровнем отходов и недостаточной автоматизацией. В связи с этим актуальность исследования организационно-технических разработок в этой области становится особенно значимой. Объектом нашего исследования являются организационно-технические разработки, направленные на оптимизацию процессов окрасочного производства в судостроении и судоремонте. Предметом исследования выступает совершенствование этих процессов с целью повышения их эффективности и снижения затрат.

Окрасочное производство в судостроении и судоремонте представляет собой важный этап, который обеспечивает защиту металлических конструкций от коррозии и придает им эстетический вид. Основные этапы этого процесса включают подготовку поверхности, нанесение защитных и декоративных покрытий, а также контроль качества выполненных работ.

В области окрасочного производства судостроения и судоремонта существует ряд организационно-технических разработок, направленных на повышение эффективности и качества процессов. Эти разработки охватывают как технологии нанесения покрытий, так и организационные аспекты, включая управление производственными процессами и логистику.

Одной из ключевых технологий является использование автоматизированных систем для нанесения краски. Такие системы позволяют значительно сократить время на окрасочные работы, а также обеспечить равномерное и качественное покрытие. Автоматизация процессов позволяет минимизировать влияние человеческого фактора, что особенно важно в условиях больших объемов работ, характерных для судостроительных и судоремонтных предприятий. Применение роботов и специализированных установок для окраски судов также способствует снижению расхода материалов и повышению безопасности работников, так как минимизирует их контакт с вредными веществами.

Важным аспектом является выбор материалов для окраски. Современные разработки в области химии покрытий привели к созданию новых типов красок, обладающих высокой стойкостью к агрессивным условиям, ультрафиолетовому излучению и механическим повреждениям. Эти материалы не только увеличивают срок службы покрытия, но и сокращают необходимость в частом ремонте и перекраске, что в свою очередь снижает затраты на обслуживание судов [1].

Организационные аспекты также играют значительную роль в повышении эффективности окрасочного производства. Внедрение системы управления качеством, основанной на международных стандартах, позволяет оптимизировать процессы и обеспечить высокое качество выполняемых работ. Применение методов бережливого производства помогает выявить и устранить потери в процессе окрасочных работ, что способствует сокращению времени выполнения заказов и снижению затрат.

Кроме того, в последние годы наблюдается тенденция к интеграции информационных технологий в процессы окрасочного производства. Использование систем управления производственными процессами (MES) позволяет в реальном времени отслеживать состояние производственных линий, контролировать запасы материалов и планировать загрузку оборудования. Это способствует более эффективному управлению ресурсами и повышению общей производительности.

Важным направлением является также обучение и повышение квалификации персонала. Внедрение новых технологий и материалов требует от работников знаний и навыков, соответствующих современным требованиям. Поэтому многие предприятия активно инвестируют в программы обучения, семинары и тренинги для своих сотрудников, что позволяет не только повысить квалификацию, но и улучшить мотивацию работников.

Существующие организационно-технические разработки в окрасочном производстве судостроения и судоремонта направлены на создание комплексного подхода к решению задач, связанных с повышением эффективности и качества. Это включает в себя как технологические инновации, так и организационные изменения, способствующие оптимизации процессов. В результате, такие разработки не только улучшают производственные показатели, но и способствуют устойчивому развитию отрасли в целом, что является важным фактором в условиях растущей конкуренции и необходимости соблюдения экологических норм [2].

Таким образом, эффективные организационно-технические разработки в области окрасочного производства играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности судостроительных и судоремонтных предприятий, обеспечивая им возможность адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и требованиям клиентов.

Одним из ключевых аспектов оценки эффективности является анализ затрат на окрасочные работы. Сравнение затрат на традиционные и современные методы позволяет выявить, какие из них более экономически целесообразны в зависимости от объема работ и специфики проекта. Например, в случае больших объемов производства автоматизация может значительно снизить затраты на труд и материалы, тогда как для небольших серий ручные методы могут оказаться более выгодными.

Кроме того, важным критерием оценки является качество покрытия. Современные методы, как правило, обеспечивают более равномерное распределение краски и меньшую вероятность появления дефектов, таких как потеки или неравномерный цвет. Однако для достижения высокого качества необходимо учитывать не только метод нанесения, но и подготовку поверхности, выбор материалов и условия работы. Таким образом, необходимо проводить комплексный анализ, включающий все этапы окрасочного процесса.

Не менее важным аспектом является время выполнения работ. В условиях судостроения и судоремонта, где сроки часто являются критически важными, применение более быстрых методов может существенно повысить общую эффективность производства. Автоматизированные системы способны сократить время нанесения покрытия и его высыхания, что позволяет ускорить весь процесс и снизить время простоя судна.

Следует учитывать экологические аспекты. Современные методы, такие как использование водоразбавляемых красок и систем улавливания растворителей, способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду. Это становится все более актуальным в свете ужесточения экологических норм и требований к производственным процессам.

Новые методы и подходы к организации окрасочного производства в судостроении и судоремонте должны основываться на комплексном подходе, учитывающем как технологические, так и организационные аспекты. Внедрение современных технологий, оптимизация процессов, использование новых материалов и обучение персонала – все это является важными шагами на пути к повышению эффективности и качества окрасочного производства. Только комплексный подход позволит справиться с существующими вызовами и обеспечить успешное развитие отрасли в будущем.

Внедрение инновационных технологий в окрасочное производство судостроения и судоремонта представляет собой ключевой фактор, способствующий повышению эффективности процессов и улучшению качества конечного продукта. В условиях современного рынка, где конкуренция становится все более жесткой, предприятия должны адаптироваться к новым требованиям и искать пути оптимизации своих производственных процессов. Инновационные технологии могут сыграть решающую роль в этом процессе, обеспечивая не только повышение производительности, но и снижение затрат, улучшение условий труда и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду.

Проведение практических экспериментов является важным этапом в исследовании и внедрении новых методов совершенствования окрасочного производства в судостроении и судоремонте. Эти эксперименты позволяют не только проверить теоретические предположения, но и оценить реальную эффективность предложенных решений в условиях, приближенных к производственным.

Для повышения эффективности окрасочного производства в судостроении и судоремонте необходим комплексный подход к решению выявленных проблем. Это включает в себя как технические, так и организационные меры, направленные на оптимизацию процессов, улучшение качества материалов и повышение квалификации персонала. Внедрение современных технологий и систем управления позволит не только сократить затраты, но и повысить конкурентоспособность предприятий на рынке.

Необходимо и целесообразно внедрять методы совершенствования окрасочного производства, что позволит значительно улучшить процессы окрасочного производства, что, в свою очередь, будет способствовать повышению качества продукции и снижению сроков выполнения заказов. Это создаст дополнительные конкурентные преимущества для предприятий судостроительной и судоремонтной отрасли, что является особенно актуальным в условиях современного рынка [3].

Из вышеописанного можно сделать вывод, что окрасочное производство в судостроении и судоремонте требует комплексного подхода к совершенствованию, который включает как технические, так и организационные аспекты. Автоматизация процессов и использование современных материалов являются ключевыми факторами, способствующими повышению эффективности и качества окрасочных работ. Обучение и повышение квалификации персонала играют важную роль в успешной реализации новых технологий и методов.

Усовершенствование организационно-технологических разработок лакокрасочного производства в области судостроения и судоремонта позволит оптимизировать производственные процессы, значительно улучшить качество окрасочных работ, сократить время их

выполнения и снизить затраты, что в конечном итоге приведет к повышению конкурентоспособности предприятий в данной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев О.Ю., Мензилова М.Г. Способы защиты корпуса судна от коррозии и биобрастаний // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2021. №2. С. 12-18.
2. Лебедев О.Ю., Мензилова М.Г. Оценка влияния внешних факторов на состояние лакокрасочного покрытия корпуса речного судна (на примере Сибирского региона) // Речной транспорт (XXI век). – 2022. №1. С. 48-50.
3. Лебедев О.Ю., Мензилова М.Г., Бурмистров Е.Г. Анализ применения лакокрасочных покрытий для защиты корпуса судна от коррозии // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). doi: 10.1088/1742-6596/2131/4/042048

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:	<i>Водный транспорт, лакокрасочные покрытия, окраска судов, совершенствование лакокрасочных работ.</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:	<i>Мензилова Марина Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ» Лебедев Олег Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, Зав. кафедры «Теории корабля, судостроения и технологии материалов» ФГБОУ ВО «СГУВТ» Гассельбах Дмитрий Константинович, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:	<i>630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>

ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ РАБОТ С КОНТЕЙНЕРАМИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.П. Носов, Г.С. Смолин, А.Н. Ёлкин

В исследованиях приведены существующие и перспективные характеристики перегрузочных средств, способов работы зарубежных и отечественных терминалов при автоматизации фронтальных и складских технологических процессов с крупнотоннажными 20 и 40-тонными контейнерами.

В исследованиях приведены существующие и перспективные характеристики перегрузочных средств, способов работы зарубежных и отечественных терминалов при автоматизации фронтальных и складских технологических процессов с крупнотоннажными 20 и 40-тонными контейнерами

В настоящее время наблюдается всеобщая контейнеризация, она охватывает почти все мировые перевозки. Трудно найти продовольственные и промышленные товары широкого потребления, которые не доставляются потребителям таким эффективным и перспективным способом доставки.

От зубной пасты до замороженной говядины, навалочные и пылевидные, строительные и лесные грузы перевозятся в крупнотоннажных контейнерах всеми видами транспорта, без излишних промежуточных трудоёмких перегрузочных процессов с одного вида транспорта на другой, именно в такой, очень выгодной и универсальной контейнерной таре [1].

В течение последних двух десятилетий в мировой морской торговле активно используются количественные и качественные тенденции транспортной логистики:

- 1 Масштабная контейнеризация, интеграция транспортных и логистических сетей.
- 2 Увеличение торговых потоков товаров из стран Азии, а особенно из Китая.
- 3 Растущий вклад дальневосточных стран, таких как Малайзия, Вьетнам.
- 4 Растущие объемы перевалки грузов в Гонконге, Сингапуре, Дубае и др.

Динамика увеличения контейнерооборота стран Азии и рост контейнеризации в мировом масштабе за 2000 и 2023 гг. представлена в таблице 1 и на рисунке 1 [1].

Таблица 1 – Динамика грузооборота контейнеров крупнейших морских портов мира

Место	2000 год		2023 год		Рост %
	Порт	млн TEU*	Порт	млн TEU	
1	Гонконг (Китай)	18,1	Шанхай (Китай)	43,3	773
2	Сингапур (Сингапур)	17,0	Сингапур (Сингапур)	37,2	219
3	Пусан (Корея)	7,5	Нинбо (Китай)	27,5	3055
4	Гаосюн (Китай)	7,4	Шэньчжэнь (Китай)	25,8	645
5	Роттердам (Нидерланды)	6,3	Гуанчжоу (Китай)	23,2	1530
6	Шанхай (Китай)	5,6	Пусан (Корея)	21,9	292
7	Лос-Анджелес (США)	4,9	Циндао (Китай)	21,0	1002
8	Лонг-Бич (США)	4,6	Гонконг (Китай)	18,3	108
9	Гамбург (Германия)	4,2	Тяньцзинь (Китай)	17,3	887
10	Шэньчжэнь (Китай)	4,0	Дубай (ОАЭ)	14,8	411

*TEU – двадцатифутовый эквивалент - условная единица измерения вместимости грузовых транспортных средств основана на 20-футовом (6,1 м) интермодальном ISO-контейнере.

Из данных таблицы 1 видно, что контейнерооборот за 24 года вырос в разы, например, для портов Китая: Шанхай и Нинбо он увеличился в 7,73 и 30,55 раза, соответственно. Стоит отметить, что многие порты в Китае в 2000 году имели сравнительно низкий контейнерооборот, но к 2023 году их объем увеличился более чем в 10 раз [1].

Как отмечено ранее, тенденция роста грузопотоков из Азии имеет ярко выраженный результат, причём 7 из 10 портов с наибольшим грузооборотом находятся в Китае [1].

Одним из основных факторов развития контейнеризации морских портов является модернизация судов-контейнеровозов, способных перевозить гораздо большее количество контейнеров и за минимальные сроки обслуживать портами их доставку.

За пять десятилетий сменилось пять поколений судов-контейнеровозов, последним из них является разработка Post-Triple E-Class с рекордной вместимостью 21 тыс. TEU.

Следовательно, порты должны соответствовать современным тенденциям и иметь более глубокие подходные пути для крупных судов, удовлетворяющее инновационным технологиям оборудование, способное обеспечивать интенсивные перегрузочные работы, увеличение складских зон накопления контейнеров, ускорение процессов таможенной очистки.

Поэтому, перед транспортными комплексами каждого из таких государств, являющихся морскими державами, стоят важнейшие задачи, которые для своего решения требуют разработки соответствующих целевых программ и больших бюджетных средств. При этом Российская Федерация не является исключением [10].

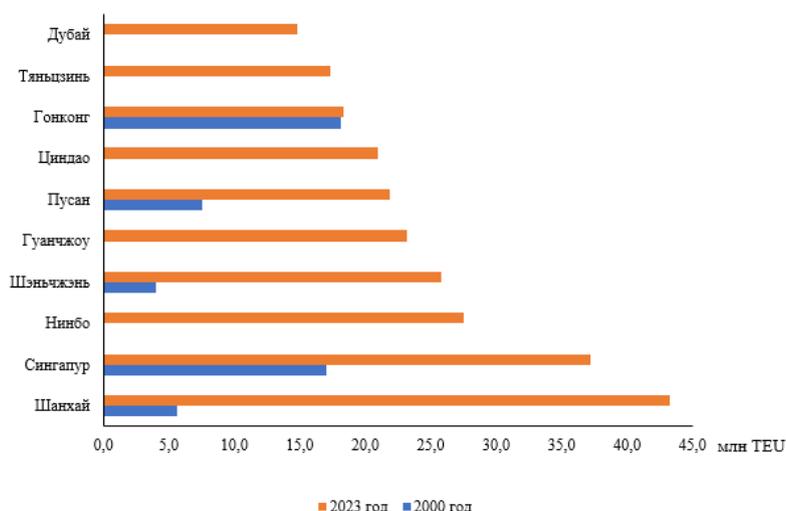


Рисунок 1 – Динамика грузооборота контейнеров крупнейших морских портов мира

С 2013 года, согласно статистике Ассоциации морских торговых портов (АСОП), грузооборот морских портов Российской Федерации увеличился почти в 2 раза – с 454,6 млн до 840,1 млн т. При этом, также, увеличилась интенсивность перегрузочных работ морских портов

России – с 598,3 млн до 1147,1 млн т, соответственно. Если рассматривать общий объем переработанных контейнеров в России за 2023 год, то он составил 5,32 млн TEU, в то время как в 2013 году было 3,7 млн TEU [1].

Мурманский – один из крупнейших морских портов Арктической зоны Российской Федерации с грузооборотом около 60 млн т. Здесь осуществляются операции с широкой номенклатурой сухих и наливных грузов, крупнотоннажных контейнеров, а также пассажирские перевозки [2].

Мурманский порт – один из ключевых в обеспечении круглогодичных перевозок по Северному морскому пути (СМП) и развитию инфраструктурных арктических проектов [3].

Мурманский морской торговый порт – также является стратегическим портом для развития Арктической зоны Российской Федерации и Северного морского пути. Его развитию на всех уровнях государство уделяет повышенное внимание. И не случайно, что для реализации инфраструктурных проектов здесь созданы особые условия в рамках территории опережающего развития (ТОР) «Столица Арктики», а весь Арктический регион утверждён особой экономической зоной развития [3].

Кроме того, во исполнение поручения Президента России от 27 мая 2022 г., № Пр-919, создана Рабочая группа по обеспечению транспортно-логистического и социально-экономического развития Арктической зоны при Комиссии Госсовета Российской Федерации по направлению «Транспорт» [3].

В порту Мурманска продолжаются работы по строительству: терминала «Лавна» мощностью 18 млн т, подходов железнодорожных путей протяженностью 46 км, четыре новых железнодорожных станций, 11 мостов, систем энергоснабжения и других объектов эксплуатации.

На втором этапе в порту планируется создать контейнерный терминал «Западный транспортно-логистический узел» (ЗТЛУ) мощностью 11 млн т в год (или 1,0 млн TEU/год), из них 75% могут составить универсальные крупнотоннажные контейнеры транзитного направления и 25% – контейнеры экспортно-импортных направлений [4].

ЗТЛУ вместе с аналогичным хабом во Владивостоке и флотом контейнеровозов ледового класса служит инфраструктурной основой проекта Евроазиатского контейнерного транзита. Он предполагает запуск первой регулярной арктической линии для выполнения морских транзитных контейнерных грузоперевозок между восточной и западной частями Евразии - по Северному морскому пути [3].

Терминал Мурманской области будет состоять из двух глубоководных причалов, рассчитанных на прием контейнеровозов вместимостью до 6 тыс. TEU. В его задачи будет входить перевалка контейнеров из специализированных контейнеровозов ледового класса на суда не ледового класса и наоборот. Ввод терминала в эксплуатацию намечен на 2026 год [4].

Степень автоматизации перегрузки крупнотоннажных контейнеров является определяющим фактором развития современных морских торговых портов России [5].

Данный показатель критически важен для достижения высокой эффективности и в международной торговле.

При этом, цели модернизации контейнерных терминалов включают:

- сокращение времени перегрузки судна контейнерными кранами;
- повышение эффективности автомобильного и железнодорожного транспорта, отвечающего за перемещение грузов внутри порта и за их отправку подучателям;
- рост производительности труда докеров морского контейнерного терминала, определяемой количеством перегружаемых контейнеров на 1 докера-механизатора в год;
- постепенное сокращение потребляемой энергии на перегрузку 1 TEU [5].

Достигаются эти цели за счёт необходимых требований:

- терминал должен быть оборудован кранами, позволяющими эффективно обслуживать суда любых типоразмеров;
- контейнерные терминалы важно оснащать автоматизированными системами, осуществляющими быстрые и точные перегрузочные процессы крупнотоннажных контейнеров с минимальным вмешательством в работу человека [5].

Сегодня прогрессивная организация работы контейнерных терминалов за рубежом и в России идет в направлении развития автоматизации, компьютеризации и цифровизации [7].

Опыт эксплуатации подобных систем показывает, что потребности в персонале могут быть снижены до 70% и более при одновременном существенном увеличении скорости работ и безопасности производства.

В крупных европейских морских портах, например в Роттердаме, автоматизация контейнерных терминалов показывает очень высокую эффективность и высокие скорости перегрузочных работ, при существенном сокращении количества докеров.

При этом одним из наиболее выгодных решений для морских контейнерных терминалов является совместное использование козловых контейнерных кранов на рельсовом ходу RMG и автоматизированных транспортных средств (AGV), предназначенных, в основном, для горизонтальной внутривортовой транспортировки контейнеров [9].

Для безопасной работы такого рода терминалов было введено требование, согласно которому автоматизация должна иметь строгое разграничение между зоной, где работают AGV, и зоной, где оборудование обслуживается сотрудниками терминала [7].

Авто-контейнеровозы AGV принимают контейнеры на концах штабелей, а перегрузка контейнеров, в основном, осуществляется с помощью автоматических козловых кранов на рельсовом ходу. Явными преимуществами такой организации работы являются очень низкие трудозатраты и широчайшие возможности для автоматизации оборудования [7].

Автоматизированные перегрузочные работы выглядят так:

- оператор кабины крана, с помощью компьютерной системы, определяет местонахождение контейнера на судне, захватывает его и автоматически направляет на линию доставки, где он автоматически попадает в устройство подачи AGV (Automated Guided Vehicle);

- AGV доставляет контейнер на склад для автоматического складского крана, который помещает контейнер в заранее обозначенное системой место на складской площадке;

- вся операция контролируется усовершенствованной терминальной операционной системой TOS, которая исключает случайные ошибки и оптимизирует процесс;

- контейнеры, хранящиеся на складской площадке в штабелях, перегружаются на грузовые платформы в полуавтоматическом режиме, либо автоматически отправляются на AGV, который транспортирует их на железнодорожную платформу [7].

Разработчиками автоматизированного транспорта стала компания «Gottwald Port Technology» подразделения «Demag Cranes», занимающая ведущее место в автоматизации процесса перегрузки контейнеров.

Беспилотное, автоматически управляемое транспортное средство типа AGV, рисунок 2, представляет собой платформу на колесной базе с длиной 15 м и шириной 3 м.

Авто-контейнеровоз приводится в движение дизель-электрическим малошумным двигателем, отвечающим стандарту Евро-5. Кстати, следующим поколением беспилотных платформ будет полностью электрический привод, который полностью исключит уровень шума и вредных выбросов в атмосферу [8].



Рисунок 2 – Автоматически управляемый внутривортовой контейнеровоз, тип AGV

Помимо самой техники в комплект оборудования входит специальная система управления автоматизированными средствами. Заправка средств топливом также происходит автоматически. Двигаются платформы благодаря встроенной бортовой навигационной системе по

так называемым транспондерам или интегральным электромагнитным маркерам, вмонтированным в асфальт по всему периметру доставки терминала [7].

Новейшей модификацией вышеназванного транспортного устройства стало самоподъемное автоматизированное управляемое транспортное средство под названием Lift AGV (Lift Automated Guided Vehicles), рисунок 3.

В отличие от предшественника эта платформа имеет два электрических привода, позволяющих без участия человека устанавливать и снимать контейнер со своей платформы на специальный складской стеллаж [7].

Кроме того, транспортное средство типа Lift AGV позволяет располагать сразу два двадцатифутовых контейнера независимо друг от друга и со скоростью 22 км/час доставлять их от причальной стенки на накопительную контейнерную площадку.

Это инжиниринговое решение очень эффективно за счет высокой скорости горизонтального перемещения контейнеров по складской площадке терминала.



Рисунок 3 – Самоподъемное автоматизированное транспортирующее средство, тип Lift AGV

Использование в морском порту автоматизированных контейнеровозов AGV с гибкими маршрутами позволяет достичь высоких преимуществ за счёт:

- высокой пропускной способности терминала;
- непрерывных операций в режиме 24/7/365;
- высокого уровня безопасности;
- снижения эксплуатационных расходов (снижением рабочей силы);
- высокой точности позиционирования [8].



Рисунок 4 – Электрический спаренный спредер типа Bromma YTS45E

Грузы в установленных площадках для их хранения распределяются погрузчиками с соответствующими устройствами (грузозахватами контейнеров – спредеры), которые легко поднимают тяжелый груз, работая с высокой скоростью и операционной эффективностью [9].

Изображение спредера – рисунок 4, его технические характеристики в таблице 2.

С помощью раздвижного спаренного спредера Bromma YTS45E можно перегружать большое количество палубных контейнеров. Спаренный спредер может поднимать два 20-тонных контейнера на расстоянии, расположенных в длину от 0 до 1,6 м друг от друга, при полной нагрузке и подвешенными на твистлоках [6].

Итак, развитие контейнерной индустрии в сфере портовых терминалов идет по пути эволюции и совершенствованию таких основных технологических элементов, как: морской грузовой фронт; система внутрипортового транспортирования контейнеров на тыловые складские площадки и грузовые фронты [8].

Таблица 2 – Технические характеристики электрического спаренного спредера YTS45E

Показатель	Значение
Грузоподъемность	один контейнер 51 т, два равномерно нагруженных контейнера 2х32,5 т одновременно
Подъемные проушины	4х10 тв основной раме и концевых балках
Масса	10,5 т
Способность раздвигаться	0-1600 мм при полной нагрузке
Активация системы TWINLIFT	около 8 с
Скорость раздвижения	около 18 с
Максимальное потребление энергии	0-5,9 кВт
Оперативное напряжение	24 В
Установленная мощность	телескопическая система 2х2,2 кВт

Для увеличения производительности кранов на морском фронте, помимо исчерпанного ресурса увеличения скоростей рабочих движений, за счет усложнения конструкции кранов стали применяться способы разделения рабочего цикла крана и укрупнения подъема, формируемого из двух и более 20 или 40-тонных контейнеров (рисунок 5) [8].



Рисунок 5 – Укрупнение грузового подъема контейнеров (тройной твин-лифт)

Аналогичные тенденции сопровождают развитие и систем внутрипортовой транспортировки контейнеров. Помимо повышения эксплуатационных характеристик хорошо известных транспортирующих машин типа портовых тягачей, авто-контейнеровозов, появления на их базе шаттлов и спринтеров, отмечаются также тенденции укрупнения транспортных единиц путем применения автопоездов [8].

Таким образом, дальнейшее развитие морских и речных контейнерных терминалов и причалов неизбежно будет поэтапно сопровождаться автоматизацией технологий перегрузочных процессов и автоматизацией управления работой всего терминала [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективы развития морских портов. Электронный журнал: Морские вести России. – URL: <https://morvesti.ru/analitika/1688/89829/>. (дата обращения 01.12.2024). - Текст: электронный.
2. АО «Мурманский морской торговый порт»: [сайт]. – 2024. – URL: <http://www.portmurmansk.ru/about/>. (дата обращения 05.12.2024). – Текст: электронный.
3. Развитие порта Мурманск на контроле Госсовета России. Электронный журнал: Морские вести России. – URL: <https://morvesti.ru/analitika/1688/102086/>. (дата обращения 01.12.2024). – Текст: электронный.
4. От грузовой базы к грузовым трендам – как устроен Мурманский морской торговый порт. Информационное агентство «Медиапалуба»: [сайт]. – 2024. – URL: <https://paluba.media/news/103123>. (дата обращения 08.12.2024). – Текст: электронный.

5. Автоматизация контейнерных перевозок. Морские перевозки. Публикации: [сайт]. – 2024. – URL: <https://korabley.net/publ/1177.html>. (дата обращения 10.12.2024). – Текст: электронный.

6. Спредеры для кранов козлового типа BROMMA. ООО «Армада». – [сайт]. – 2024. – URL: <https://korabley.net/publ/1177.html>. (дата обращения 12.12.2024). – Текст: электронный.

7. Новые технологии в портовых терминалах мира. Электронный журнал практической логистики: Склад и техника. – URL: <https://sitmag.ru/article/10566-put-k-prichalu-novye-tehnologii-v-portovyh-terminalah-mira>. (дата обращения 09.12.2024). – Текст: электронный.

8. А. Кузнецов «Перспективы автоматизации контейнерных терминалов». Электронный журнал: Морские порты. – URL: http://worldcrisis.ru/files/1950002/mp_09_2010.pdf. (дата обращения 14.12.2024). – Текст: электронный.

9. Погрузчики морских контейнеров. Компания REARTEK LTD. [сайт]. – 2024. – URL: <https://www.reartek.com/pogruzchiki-morskih-konteinerov/>. (дата обращения 16.12.2024). – Текст: электронный.

10. Морские контейнерные терминалы. Международная компания ESFC. [сайт]. – 2024. – URL: <https://esfccompany.com/projects/promyshlennost-i-oborudovanie/morskie-konteynerye-terminaly/>. (дата обращения 15.12.2024). – Текст: электронный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крупнотоннажные контейнеры, терминалы, автоматизация перегрузок.

Носов Владимир Павлович, кандидат технических наук, профессор кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Смолин Герман Сергеевич, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Ёлкин Антон Николаевич, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

СОГЛАСОВАНИЕ ПОДХОДА РЕЧНЫХ И МОРСКИХ СУДОВ В ПЕРЕВАЛОЧНЫЕ ПОРТЫ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Ю.С. Боровская, В.Ю. Зыкова

Транспортные предприятия морского и речного флота должны осуществлять ритмичную доставку грузов в пункты назначения. Такая работа возможна лишь при согласованной взаимовязанной работы этих предприятий. Это достигается за счет согласованных интервалов прибытия речных и морских судов в порт перевалки.

Не всегда возможно осуществление перевозок грузов в судах «река-море» плавания по причинам недостатка флота смешанного плавания, перепада глубин и как следствие необходимости проведения значительного объема путевых работ. По этим причинам зачастую осуществляется перевалка грузов с речные суда на морские и обратно.

Согласованность подхода речных и морских судов в перевалочные порты является ключевым фактором для эффективной работы транспортной инфраструктуры. Рассмотрим в статье проблему координации движения судов разных типов.

Для решения проблемы согласованности подхода речных и морских судов необходимо разработать единую систему управления движением, которая будет учитывать особенности каждого типа судна и обеспечивать оптимальное распределение ресурсов. Такая система должна включать в себя следующие компоненты:

- информационная система, обеспечивающая сбор и обработку данных о движении судов, состоянии портов и загрузке транспортных средств;
- система управления движением, позволяющая координировать движение судов разных типов и оптимизировать их подход к перевалочным пунктам;
- механизмы взаимодействия между различными участниками транспортного процесса, обеспечивающие согласование действий речных и морских судов.

Внедрение такой системы позволит повысить эффективность работы портов, сократить время обработки грузов и снизить затраты на логистику.

Необходимое условие согласованного подхода речных и морских судов в перевалочные порты – взаимная увязка интервалов их прибытия.

Интервалы прибытия определяются расчетом, исходя из общего объема перевалки грузов, длительности согласованной работы перевалочного порта и весовых норм морских и речных судов (составов). Интервал прибытия морских судов в период согласованной работы перевалочного порта:

$$I_M = \frac{24 \cdot t_c \cdot Q_{э.м}}{G_n}, \text{ час.}, \quad (1)$$

где t_c – длительность периода согласованной работы перевалочного порта, сутки;
 $Q_{э.м}$ – эксплуатационная грузоподъемность типового морского судна, т;
 G_n – плановый объем перевалки грузов на период согласованной работы перевалочного порта, т.

При равенстве весовых норм загрузки речного судна грузоподъемностью $Q_{э.р}$ и морского судна грузоподъемностью $Q_{э.м}$ интервал прибытия речных составов I_p устанавливается по формуле, аналогичной формуле (1), в этом случае $I_p = I_M$.

В практике работы весовые нормы составов чаще характеризуются соотношением $Q_{э.м} \gg Q_{э.р}$. В таких случаях для организации работы перевалочного порта по единой технологии с максимальной эффективностью важно обеспечить кратность весовых норм загрузки морских судов и речных судов и составов. При соотношении $Q_{э.м} \gg Q_{э.р}$ и весовых нормах загрузки с кратностью два и более необходимо, чтобы речные составы (суда) подходили с интервалом, равным:

$$i = \frac{t_u^p}{n_k} = \frac{t_{обп}^p}{n_k}, \text{ час.}, \quad (2)$$

где t_u^p – валовое время обработки речного состава, час.;

$t_{обп}^p$ – суммарное время грузовой обработки (предыдущего) речного состава (судна), час.;

$$n_k = \frac{Q_{э.м}}{Q_{э.р}} \text{ – отношение весовых норм загрузки, измеряемое целым числом.}$$

Время грузовой обработки первого (предыдущего) речного состава (судна) включает все валовое время, начиная с постановки судов первого (предыдущего) речного состава (судна) к борту морского судна до момента окончания операций по их отводу от морского судна после грузовой обработки.

Указанное время определяется выражением:

$$t_u^p = t_{обп}^p = \sum t_{м.о} + t_{пз(вз)} + t_{п.з}, \text{ час.}, \quad (3)$$

где $\sum t_{м.о}$ – время на постановку речных судов к борту морского судна и ошвартовки их после грузовой обработки, час.;

$t_{пз(вз)}$ – продолжительность погрузки (выгрузки) речных судов, час.;

$t_{п.з}$ – время подготовительных и заключительных операций, час.

Продолжительность погрузки (выгрузки) $t_{пз(вз)}$ речных судов зависит от принятой схемы перевалки, предопределяющий тип перегрузочных средств, производительности механизмов и количества перегружаемого груза.

Время погрузки (выгрузки) одного речного судна:

$$t'_{пз(вз)} = \frac{G_{э.р}}{P'_{км}}, \text{ час.}, \quad (4)$$

где $G_{э.р}$ – количество груза в речном судне, т;

$p'_{км}$ – суммарная комплексная норма производительности фронтальных перегрузочных средств, используемых для обработки одного речного судна, т/час.

Время непосредственной погрузки (выгрузки) речного состава, состоящего из m судов одинаковой грузоподъемности, при одинаковой обработке n_c судов равно:

$$t_{nz(вз)} = \frac{m \cdot G_{э.р}}{n_c \cdot p'_{км}}, \text{ час.}, \quad (5)$$

где $n_c \cdot p'_{км}$ – суммарная комплексная норма производительности фронтальных перегрузочных средств, используемых для одновременной обработки n_c речных составов, т/час.

Время погрузки (выгрузки) морского судна $t_{nz(вз)}^M$ устанавливается по формуле:

$$t_{nz(вз)}^M = \frac{m}{n_c} \cdot t'_{nz(вз)} = \frac{G_{э.м}}{n_c \cdot p'_{км}}, \text{ час.}, \quad (6)$$

где $G_{э.м}$ – количество груза в морском судне, т.

Время на постановку речных самоходных судов к борту морского судна соответствует времени швартовых операций до и после их грузовой обработки.

При перевалке грузов из речных несамоходных судов это время зависит от количества судов, прибывающих в одном составе для перевалки груза в одно морское судно, и количества рейдово-маневровых средств, выполняющих операции по постановке их к борту морского судна и уборке после грузовой обработки.

При обслуживании состава из m барж:

– одним буксировщиком

$$\sum t_{u.o} = t_{u_i} + t_{n.y} \cdot (m - 1) + t_o, \text{ час.}; \quad (7)$$

– n_b буксировщиками

$$\sum t_{u.o} = t_{u_i} + t_{n.y} \cdot \left(\frac{m}{n_b} - 1\right) + t_o, \text{ час.}, \quad (8)$$

где t_{u_i} , t_o – время швартовых операций с одним судном соответственно до и после грузовой обработки, час.;

$t_{n.y}$ – время буксировки одного речного судна с рейда, швартовки его к борту морского судна, отшвартовки и буксировки на рейд после грузовой обработки, час.

Время $t_{n.з}$ включает нормируемые перерывы на внутрисменный отдых $t_{в.о}$, технологические операции $t_{тех}$, обеденный и технологический перерывы $t_{о.п}$, имеющиеся в период грузовой обработки речных судов (составов), т.е.

$$t_{n.з} = \sum t_{в.о} + \sum t_{тех} + \sum t_{о.п}, \text{ час.} \quad (9)$$

Принимая при трехсменной работе:

$$\sum t_{в.о} = \frac{t_{nz(вз)}}{t_{см}} \cdot t_{н.о}, \text{ час.}; \quad (10)$$

$$\sum t_{о.п} = \frac{t_{nz(вз)}}{t_{см}} \cdot t_{о.п}, \text{ час.}, \quad (11)$$

получим

$$t_{n.з} = \frac{t_{nz(вз)}}{t_{см}} \cdot (t_{н.о} + t'_{о.п}) + t_{тех}, \text{ час.}, \quad (12)$$

где $t_{н.о}$ – нормируемые перерывы на внутрисменный отдых, час.;

$t'_{о.п}$ – среднее время на обеденный перерыв и пересмену, приходящееся на одну смену, час.

Технологические перерывы включают время на перестановку кранов и судов, а при перегрузке судовыми кранами и стрелами – на расстановку речных судов относительно борта морского судна.

Календарные сроки прибытия судов в перевалочный порт и порядок их определения обуславливаются при разработке единого суточного плана-графика. Время прибытия судов одного вида транспорта назначается в зависимости от времени прибытия судов другого вида транспорта с учетом затрат времени на коммерческие, технические и рейдово-маневровые операции [1].

Например, при установленном сроке прибытия морского судна D_{np}^M в перевалочный порт дата прибытия речного состава D_{np}^P может быть установлена по формуле:

$$D_{np}^P = D_{np}^M + (\sum t_{m.o}^M - \sum t_{m.o}^P) - 24a', \quad (13)$$

где $\sum t_{m.o}^M$ – время на выполнение коммерческих, технических и маневровых операций с морским судном, час.;

$\sum t_{m.o}^P$ – то же, с речным составом, час.;

a' – целое число суток.

Момент прибытия речных составов также можно определить, исходя из установленного времени начала грузовой обработки морского судна D_{zp}^M :

$$D_{np}^P = D_{zp}^M - \sum t_{m.o}^P. \quad (14)$$

Фиксированное время начала грузовой обработки морских судов согласуется с графиками движения обоих видов транспорта.

Единый суточный план-график работы перевалочного порта разрабатывается на весь период согласованной работы речного и морского транспорта. На его основе возможно составление оперативных (декадных, месячных) план-графиков. Необходимость в разработке таких графиков возникает в связи с отклонениями прибытия морских судов от объявленных сроков по НОТИСу [1].

Период оперативных план-графиков устанавливается в зависимости от длительности рейса речных составов с некоторым резервом времени на подготовку флота к грузовым операциям в пунктах погрузки [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бучин Е.Д. Взаимодействие внутреннего водного транспорта с морским, железнодорожным и автомобильным. Изд-во «Транспорт», 1971. – 192 с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:	<i>Речные и морские суда, перевалочный порт, интервал прибытия транспортного средства, весовая норма загрузки подвижного состава, время грузовой обработки транспортного средства.</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:	<i>Боровская Юлия Сергеевна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ» Зыкова Валентина Юрьевна, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:	<i>630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАВОЗА ГРУЗОВ В ЕНИСЕЙСКОМ ВОДНОТРАНСПОРТНОМ БАССЕЙНЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.Г. Синицын, Н.В. Ноздрачева, А.В. Преснякова

В статье рассматривается проблема обеспечения потребностей в грузах северных районов Красноярского края.

Авторами выделены грузовые потоки, направленные на обеспечение нефтегазовых месторождений, рассмотрена схема организации перевозок с депоначией грузов в пункте

концентрации грузопотоков, выделены участки работы крупнотоннажного и малотоннажного флота.

Судоходство на внутренних водных путях Сибири процесс трудоемкий и специфический. Каждый воднотранспортный бассейн обладает рядом особенностей, которые прежде всего связаны с географическими условиями, и они влияют на множество параметров рек.

Особое место среди рек Сибири занимает река Енисей с её многочисленными притоками. Учитывая, что большая часть реки протекает в горной местности, то грунт здесь в основном каменистый, что повышает риски для судоходства [1].

Условно реку Енисей можно разделить на два участка: первый – от Красноярска до Лесосибирска, второй – от Лесосибирска до Дудинки [2]. Первый участок наиболее сложен для судоходства и в его границах находятся такие препятствия, как Казачинский порог и группа других порогов и перекатов. Казачинский порог представляет из себя каменистые выступы по всей ширине, скорость течения превышает 18 км/ч. На участке работает специализированный буксир Туер «Енисей» (рисунок 1). Он единственный в своем роде и продвигается при помощи троса, который проложен по дну реки.

Если рассматривать порты Лесосибирск и Красноярск с логистической точки зрения, выигрывает Лесосибирск, так как грузопотоки в основном идут вниз, а условия судоходства тут намного безопаснее. Доставка автомобилями и по железной дороге возможна в оба порта, но, к сожалению, производственных мощностей порта Лесосибирск не хватает для освоения существующего грузооборота. Поэтому порт Красноярск своих лидирующих позиций по перевозкам грузов в перспективе пока не отдаст.

Речные перевозки на участке Красноярск - Лесосибирск менее эффективны, так как здесь есть ограничения по габаритам судового хода, а также сложные участки с высокими скоростями течения. Поэтому нагрузка по пробегу для тяги здесь существенно меньше, чем на нижнем участке. Также ситуацию усугубили серьезные падения глубин в 2022 и 2023 году.

Помимо магистральных перевозок на Енисее в первый период навигации осуществляется завоз на боковые реки, что существенно усложняет работу из-за большого объема перевозок грузов, который необходимо доставить на притоки. Основные грузовые потоки приходятся на реки Подкаменная Тунгуска, Нижняя Тунгуска и Большая Хета. На прилегающих к ним территориях сосредоточены крупные нефтегазовые месторождения. В границах данных территорий реализуется масштабный проект компании Роснефть под названием "Восток Ойл". Основная доля полезных ископаемых сосредоточена в группе месторождений Ванкорского кластера, которые расположены в границах реки Большая Хета. Помимо этого, в последние годы активно ведется строительство порта в бухте Север, который в дальнейшем будет выполнять роль хаба по перекачке ресурсов с ближайших месторождений, находящихся на территории Восточно-Таймырского кластера [3].



Рисунок 1 – Проводка судов флотом Туер «Енисей»

Освоение северных территорий Красноярского края возможно морским флотом по средствам Северного морского пути и при помощи речного транспорта. Речной транспорт не имеет конкуренции при освоении группы Ванкорского кластера, так как другими видами транспорта доставка в эти пункты проблематична. Маршрут Красноярск – Тухарт, Сузун и Ванкор

ежегодно является перспективным направлением перевозок в Енисейском бассейне, а ограниченный период завоза требует большой концентрации провозных возможностей практически всего флота Енисейского бассейна [4]. При этом все потребности в грузах полностью не реализуются, а лишь на 70%. Остальной грузопоток осваивается по средствам зимников с накоплением грузов в пункте Прилуки. Причина использования речного транспорта – это его стоимость перевозки, которая значительно ниже других.

На севере и в отдаленных районах Красноярского края развита сеть зимников. Общая протяженность автозимников на территории Красноярского края составляет 10102,4 км. Основные направления зимников – это Лесосибирск – Брянка протяженностью 168 км, Красноярск – Брянка протяженностью 470 км, Красноярск – Байкит протяженностью 1048 км, Красноярск – Ванавара протяженностью 1566 км, Красноярск – Тура протяженностью 1505 км, Заполярное месторождение – Ванкорское месторождение протяженностью 214 км, перевалочная база Прилуки – Ванкорское месторождение протяженностью 178 км [5].

Наибольший интерес представляет схема завоза с использованием депокации грузовых потоков из-за такого преимущества как максимальное использование магистрального транспортного флота (рисунок 2).

Депонированным грузом называется груз, который, как правило, в осенний период навигации остается в одном из промежуточных пунктов и по ряду причин не может быть доставлен потребителю во время текущей навигации.

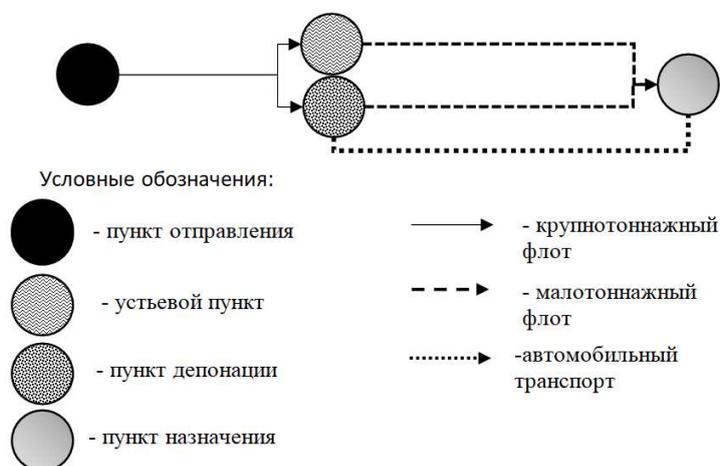


Рисунок 2 – Схема с депонацией грузов в пункте концентрации грузопотоков

В случае организации перевозок по этой схеме можно ожидать, что показатели использования флота окажутся наилучшими. В первую очередь, это связано с выделением участков работы для крупнотоннажного и малотоннажного флота.

Так как на участке от пункта отправления до пункта депокации можно подобрать такое судно или такой состав, которое будет в максимальной степени использоваться в данных путевых условиях и обеспечивать полную загрузку флота. То же самое можно сказать и об участке от устьевого пункта, где подбирается оптимальный тип малотоннажных судов и составов. После окончания навигации накопленный груз доставляется автомобильным транспортом до пункта назначения.

По такой схеме происходит доставка грузов на базы Ванкорского и Сузунского месторождений, который отдален от железнодорожных дорог и круглогодичных автодорог с твердым покрытием. Поэтому основными способами завоза грузов для освоения этих месторождений является использование водного транспорта и автозимников.

Енисейский бассейн обладает большим потенциалом по перспективным грузовым потокам, которые имеют важное значение для обеспечения функционирования элементов сырьевой базы. Принципы работы по доставке грузов имеют свои особенности, связанные с большой концентрацией грузовых потоков в короткий промежуток времени. Поэтому при организации перевозок грузов здесь необходимо использовать элементы системного подхода, которые позволят комплексно решить проблемы, связанные с нехваткой провозных возможностей и пропускных способностей [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сеницын, Г. Я. Транспортное обеспечение предприятий труднодоступных регионов на принципах логистики / Г. Я. Сеницын // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2024. – № 3. – С. 32-35. – EDN EONASW.
2. Сеницын, М. Г. Логистика как драйвер развития коммерческих предприятий труднодоступных регионов на примере Норильского промышленного района / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников, Г. Я. Сеницын // Транспортное дело России. – 2023. – № 5. – С. 92-95. – DOI 10.52375/20728689_2023_5_92. – EDN OZMRQR.
3. Архипов, А. Е. Ямало-Ненецкий Автономный округ: ресурсная и транспортная составляющая интенсивного развития / А. Е. Архипов, А. И. Карасева, К. А. Ретунская // Глобальные проблемы научной цивилизации, пути совершенствования: Материалы XV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ставрополь, 28 февраля 2022 года. Том Часть 1. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф", 2022. – С. 278-282. – EDN WVJHAI
4. Сеницын, Г. Я. Экспедиционно-маршрутная система организации перевозок грузов в Енисейском и Ленском бассейнах / Г. Я. Сеницын // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 4. – С. 75-78. – EDN LHQXPT
5. Масленников, С. Н. Перспективы развития автомобильных дорог в районах Крайнего Севера / С. Н. Масленников, И. Д. Шеремет // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (АВАТ-2023) : Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15 декабря 2023 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2024. – С. 98-102. – EDN CUDRGF.
6. Архипов, А. Е. Логистическая концепция: содержание, тренды, эффективность / А. Е. Архипов, С. В. Ляшенко // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2022. – № 1. – С. 98-104. – DOI 10.24143/2073-1574-2022-1-98-104. – EDN ACKVVJ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Енисей, Лесосибирск, Красноярск, Северный морской путь, Ванкорское месторождение, Сузунское месторождение, речной транспорт, депонация*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Сеницын Михаил Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Ноздрачева Надежда Владимировна, старший преподаватель, кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Преснякова Арина Вячеславовна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЛОТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.М. Бунеев, Е.Ю. Марченко

Изложены результаты исследования проблемы эффективности работы флота. Разработана методика оптимизации стратегии использования флота при организации грузовых перевозок с учётом факторов нестабильности грузопотоков и вероятностного характера колебания глубин судового хода. Она реализована на примере судоходной компании в условиях Обь-Иртышском бассейна и рекомендована к использованию на практике.

Транспортный процесс доставки грузов речным транспортом характеризуется сложностью и многообразием его элементов и связей. Отмечается динамичность транспортного процесса, которая выражается зависимостью технологического процесса работы флота в каждый зафиксированный момент времени от предыдущего состояния. Флот рассредоточен в бассейне на сотни и тысячи километров, его дислокация постоянно меняется: нахождение под обработкой в портах, осуществление перегрузочных работ; обработка транзитных судов и составов производится вспомогательным флотом. Системным свойством является стохастический характер взаимодействия между фазами и операциями транспортного процесса и

взаимодействие его с окружающей средой, что существенно усложняет получение количественных характеристик. Кроме того, он подвержен влиянию случайных факторов, связанных с климатическими условиями района плавания - метеорологические, гидрологические и другие изменения, которые вызывают хаотические изменения глубины судового хода в течение навигационного периода - весеннее половодье и маловодная межень.

Существенное влияние на эффективность деятельности судоходных компаний по осуществлению оказывают рыночные факторы. В частности, нестабильность грузовых потоков. Вероятностный характер изменения объемов и направлений перевозок грузов из-за конъюнктуры на рынке транспортных услуг. Особенности управления и организации работы флота судоходных компаний в новых экономических условиях посвящены публикации [1, 2]. Первая из них касается основных принципов управления работой флота морской судоходной компании в современных рыночных условиях, сформулированных на основе анализа отечественных публикаций. Справедливости ради следует отметить, что имеется опыт работы морской флота за рубежом. Следовательно, для морских судоходных компаний период адаптации проходит быстрее чем на речном транспорте. Во второй работе проведено исследование единого процесса морских контейнерных перевозок, начиная с загрузки, далее, транспортировка груза и передача контейнеров заказчику. Заслуживает внимание алгоритм минимизации комплексных затрат, разработанный на основе использования корреляционно-регрессионных методов и математической модели стохастической игры *sportnoy-logistiki*. В работе [3] авторы рассматривают задачу обоснования использования флота на перевозках грузов с учетом нестабильности грузопотоков и навигационного изменения глубин судового хода в рамках проблемы формирования системы стратегического управления судоходной компании Енисейского бассейна. Предлагаемое решение предусматривает при его реализации мониторинг процессов перевозок и движение флота, контроль и регулирование дислокации флота. При этом снижается уровень риска за счёт минимум потерь.

Методы оптимизации грузоперевозок на примере железнодорожного транспорта изложены в работе [4], оптимизации перевозки грузов по распределительной сети – [5] учитывают особенности и специфику транспортного процесса каждого из видов перевозок. Так, на железной дороге – задачи перегрузки вагонов, маршрутизации и др., на распределительной сети – типы логистических операций распределения ресурсов между потребителями, транспортной, информационной и финансовой логистики. Особое внимание уделено контролю операций перевозки различных грузов, который часто является ключевым фактором при оптимизации распределительной логистики. Способы оптимизации процесса грузоперевозок рассмотрены в работе [6]. Основными задачами здесь является: выбор транспортного средства под каждый конкретный груз; возможность снизить расходы на процесс упаковки груза; сократить время простоя транспортных средств; распределение их по маршрутной сети, изложены способы решения оптимизационных задач. В зарубежной публикации [7] рассматривается оптимизация транспортных процессов в логистической цепочке поскольку это способствует получению результатов по улучшению бизнес-процессов. Всё большее внимание уделяется качеству и высокому уровню предоставляемых услуг. Решению этой задачи способствует применение методов оптимизации в логистических процессах. Исходя из анализа изложенных факторов и обстоятельств, отмечается актуальность проблемы. Целью её исследования определена оптимизация стратегии использования флота судоходной компании при организации грузовых перевозок в условиях Обь-Иртышского бассейна. В качестве объекта исследования принята система организации перевозок и движения флота, а предмета- методы решения комплекса оптимизационных задач.

Методы исследования проблемы базируются на научных принципах системного и комплексного подходов. В соответствии с этим проблема исследования рассматривается как система, состоящая из комплекса оптимизационных задач. Определён их перечень и последовательность решения (рисунок 1). Одновременно, исследуемая проблема рассматривается как составляющая системы более высокого уровня – формирование системы конкурентной стратегии судоходной компании [8].

На первом этапе исследования проблемы формируется план перевозок грузов и составляется корреспонденция грузовых потоков. При этом грузопотоки по степени достоверности делятся на две группы: договорные и прогнозируемые. Договорные основаны на договорах перевозки грузов и договорах об организации перевозок. К договорным грузопотокам можно отнести перевозки грузов, выигранные на конкурсной основе (тендеры, конкурсы, торги и т.д.).

Степень достоверности таких грузопотоков достаточно высокая. Прогнозируемые грузопотоки определяются на основе проведения маркетинговых исследований и прогнозирования развития экономических процессов. Достоверность прогнозируемых таких грузопотоков зависит от множества факторов и, как правило, не высокая. В связи с этим формируется несколько вариантов плана перевозок и рабочей корреспонденции грузовых потоков в зависимости от оценки степени их достоверности. В результате анализа план перевозок грузов формулируется в трех вариантах:

- пессимистический, обеспеченный договорами;
- расчётный (базовый, дополненный заявками и намерениями);
- оптимистический – с учётом прогноза.

Далее исследуются условия судоходства и обслуживания флота в пункте его обработки. Особое внимание уделяется определению глубин судового хода, их изменению в течение навигации, продолжительности весеннего половодья. На основании эти данных и характеристик грузовых потоков разрабатываются требования к судам, формируются типовые составы, осуществляется нормирование работы флота и определяется его структура.

В качестве эксплуатационно-экономических показателей использования флота рассчитываются провозная способность и эксплуатационные расходы по содержанию флота [8]. Эти показатели, а также грузооборот и наличие флота вносятся в матрицу. Для её решения может быть использован любой из методов линейного программирования [8].



Рисунок 1 – Последовательность решение комплекса задач в системе исследования проблемы оптимизация использования флота при организации грузовых перевозок

Поскольку оптимизация стратегии использования флота для освоения перевозок грузов осуществляется с учётом факторов риска экономико-математическая модель задачи применяется в параметрической постановке. Диапазон изменения параметров определён на основе оценки вероятности событий нестабильности грузопотоков и изменения глубин судового хода, влияющих на провозную способность флота и нестабильность потребности в нём. Решение задачи по периодам навигации находится в определенном диапазоне:

$$X = \{x_{ij} \pm \Delta x_{ij}\} \quad (1)$$

Функция цели имеет вид:

$$\sum_{ij} (\Theta_{ij} \pm \Delta\Theta_{ij})(x_{ij} \pm \Delta x_{ij}) \rightarrow \min \quad (2)$$

где $\Delta\Theta_{ij}$ – граница изменения эксплуатационных расходов по флоту вследствие действия различных факторов, руб.

Условие выполнения транспортной работы:

$$\sum_i (Z_{ij} \pm \Delta Z_{ij})(x_{ij} \pm \Delta x_{ij}) \geq A_j \quad (3)$$

где i – признак типа судна;

j – признак грузооборота на линии;

A_j – диапазон изменения объема транспортной работы, т км;

ΔZ_{ij} – величина отклонения провозной способности в зависимости от прогноза глубин судовых ход на предстоящую навигацию, т км.

Ограничение по флоту:

$$\sum_j (x_{ij} \pm \Delta x_{ij}) \leq \Phi_i \quad (4)$$

При нестабильности грузопотоков в модели (1–4) условие (3) изменяется:

$$\sum_i Z_{ij}(x_{ij} \pm \Delta x_{ij}) \geq A_j \pm \Delta A_j \quad (5)$$

где ΔA_j – диапазон изменения грузооборота на линии, ткм.

Оценка экономического риска из-за нестабильности грузовых потоков, падения глубин и других неблагоприятных обстоятельств осуществляется по показателю доходов либо прибыли, как соотношения математического ожидания и среднеквадратического отклонения [8].

Таблица 1 – Характеристика плана перевозок по вариантам прогноза, тыс.т.

Пункты		Род груза	Пессимистический	Расчетный	Оптимистический
Отправления	Назначения				
Томск	Сургут	Щебень	210	250	300
Томск	Нижневартовск	Гравий	100	120	130
Томск	Нефтеюганск	Песок	50	60	75
Новобибеево	Сургут	Щебень	100	160	200
Итого			460	590	705

Оценка влияния нестабильности грузовых потоков на эффективность использования флота и результаты обоснования его стратегии выполнены на условном примере деятельности Томской судоходной компании. Принята корреспонденция грузовых потоков в 3-х вариантах (таблица 1), структура транспорта: буксиры – толкачи проект – 428; 1741; 908. В качестве

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

критерия оценки риска принят показатель доходов, рассчитанных: 428–2 ед., 1741 – 5 ед., 908 – 4 ед.; баржи проект – Р-56 – 22 ед., типовые составы: 428+2хР-56+2хР-56, исходя из уровня рентабельности 10%. В результате решения задач обоснования стратегия использования флота установлено, что сокращение объёмов перевозок на 150 тыс. т. из-за непредъявления грузов в пессимистическом варианте по сравнению с расчетным приводит к потере 58,6 млн рублей доходов. Снижение объёмов перевозок на 115 тыс. т в следствие аналогичных причин в расчетном варианте по сравнению с оптимистическим снижает уровень доходов на 96,7 млн рублей. Кроме потери возможных доходов компания несёт реальные убытки – непокрытые расходы по содержанию флота.

Таблица 2 – Характеристика рисковых решений с учётом вероятности плана перевозок грузов

Доходы от перевозок в зависимости от вероятности плана перевозок, млн. руб.			Ожидаемые доходы (Dij), млн. руб.	Риск (δi), млн. руб.
G=460 тыс.т. P ₁ =0,50	G=590тыс.т. P ₂ =0,35	G=705тыс.т. P ₃ =0,15		
305,1	363,7	463,4	343,4	48,9

Таблица 3 – Потребность во флоте по вариантам оптимального плана.

Варианты прогноза		Потребность в судах по проектам, ед.			
План перевозок	Период навигации	4	1741	908	Р-56
Пессимистический	Весна	2	5	4	22
	Межень	0	3,91	0	7,82
	Весна	1	7	4	19
	Межень	0	4,73	0	9,46
	Весна	1	7	1	19
	Межень	0,6	5,91	0	11,82
Расчетный (базовый)	Весна	2	5	4	22
	Межень	0,6	5	0	12,4
	Весна	1	7	4	22
	Межень	0	6,62	0	13,24
	Весна	1	7	1	19
	Межень	0,18	7	0	15,72
Оптимистический	Весна	2	5	4	22
	Межень	0,87	5	0	16,8
	Весна	1	7	4	19
	Межень	1	7	0	18
	Весна	1	7	1	19
	Межень	1	7	0,84	18,84

Проект стратегии использования флота судоходной компании при организации перевозок грузов разработан с учётом влияния факторов риска. Рассмотрено три возможных варианта плана перевозок грузов (таблица 1). В качестве ограничений по флоту принята следующая его структура: первый вариант – буксиры – толкачи проектов 428 – 2 ед., 1741 – 5 ед., 908 – 4 ед.; баржи проект Р-56 – 22 ед. (2-1-4); второй – соответственно, 1-7-4; третий – 1-7-1. В результате определена потребность во флоте в зависимости от факторов влияния на эффективность работы флота (таблица 3) По существу это индикаторы выбора той или иной стратегии из 9 возможных вариантов. Так, при снижении объёмов перевозки грузов в пессимистическом варианте на 150 тыс. т. по сравнению с базовым выводится из

эксплуатации 2 буксира проекта 428, 1 – проект 1741 и 4 – проекта 908, а также баржи проекта Р-56 – 14 ед. При увеличении объёмов перевозок грузов в оптимистическом варианте на 115 тыс.т. по сравнению с базовым потребуется эксплуатировать всю навигацию 2 буксира проекта 428, 5 – проекта 1741 и 4 – проекта 908 в весенний период. При этом с наименьшими эксплуатационными расходами по сравнению с другими вариантами структуры флота. Экономия составит от 30 до 60 млн .руб.

Оценка эффективности реализации рациональной стратегии использования флота на перевозках грузов выполнена с учётом факторов риска, обусловленных нестабильностью грузовых потоков и вероятностным характером изменения глубин судового хода по периодам навигации и вариантам принятой структуры флота. В качестве критерия оценки принята прибыль от перевозок грузов. Ожидаемая прибыль по рисковому решению определена как среднее значение исследуемой случайной величины (математическое ожидание). Затем рассчитано среднеквадратичное отклонение от этой величины. В результате получен диапазон значений будущей прибыли (δ_i) относительно ожидаемой (Π_{ij}), который отражает степень экономического риска.

Таблица 4 – Оценка факторов риска в связи с нестабильностью грузовых потоков, периодов навигации и вариантам принятой структуры флота.

Индекс варианта структуры флота	Прибыль в зависимости от оценки вероятности плана перевозок, млн. руб.			Ожидаемая прибыль (Π_{ij}), млн. руб.	Риск (δ_i), млн. руб.
	$P_1=0,50$	$P_2=0,35$	$P_3=0,15$		
2-5-4	27,73	33,0	60,5	34,29	10,93
1-7-4	21,36	11,22	20,24	17,64	4,43
1-7-1	1,19	1,57	1,9	1,43	0,01

При анализе приведенных оценочных показателей учитывается склонность к риску либо ее отсутствие. Сопоставляя их по альтернативным вариантам ограничений по флоту с учетом указанного фактора, следует отметить, что ожидаемая прибыль может сопровождаться как увеличением, так и уменьшением риска. Другими словами – степень риска характеризует шансы повышения будущей прибыли относительно ожидаемого уровня либо возможность их уменьшения. Если при принятии решения стремятся уменьшить отклонения будущей прибыли относительно ожидаемой, то речь идет об отсутствии склонности к риску. Если же наоборот, предпочтение отдается решениям с большим отклонением будущей прибыли от ожидаемой, то подразумевается склонность к риску. Отдавая предпочтение решениям с большим либо с меньшим риском, следует учитывать, также величину ожидаемой прибыли, так как риск характеризует только ожидаемое отклонение будущей прибыли от ожидаемой величины.

Разработанный проект стратегии использования флота на перевозках грузов позволяет контролировать дислокацию флота и её регулировать в течение всего навигационного периода. При снижении объема перевозок и транспортной работы из-за непредъявления грузов определённая часть судов выводятся из эксплуатации. Степень риска в этом случае снижается на величину эксплуатационных расходов, связанных с их содержанием. Типы и количество выводимых из эксплуатации судов устанавливаются путем сравнения вариантов стратегии использования флота. В начальный период навигации такая информация может быть использована для разработки графика ввода судов в эксплуатацию. Если ситуация изменяется таким образом, что объем перевозок и транспортной работы возрастают, то количество дополнительно вводимых в эксплуатацию судов устанавливается, на основании других вариантов стратегии использования флота. В общем виде наличие нескольких таких вариантов позволяет оперативно переходить от одного к другому и снизить уровень экономического риска и потерь судоходной компании в результате влияния различных факторов и неблагоприятных обстоятельств на рынке транспортной продукции.

При реализации разработанной стратегии важное значение имеет мониторинг процессов перевозок и движения флота, ситуация на рынке транспортных услуг и условия эксплуатации флота, контроль показателей оценки эффективности и регулирование работы флота путём изменения его дислокации с учётом поступающей оперативной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кирнос Д.А. Основные принципы управления работой флота морской судоходной компании в современных рыночных условиях /Д.А. Кирнос // Научное обозрение. Технические науки. – 2020. – № 5 – С. 58-64.
2. Михайлова А.В. Особенности управления судоходными компаниями в современных условиях развития отрасли / А.В. Михайлова, С.А.Бородулина // Вестник Сиб.АДИ , 2016 ,стр. 129 - 136
3. Бунеев, В. М., Ноздрачев С. В. (2023). Формирование системы стратегического управления судоходной компании. Научные проблемы водного транспорта, (77), 108-118.
4. Саламахина К. В., Кириллова Т. К. Методы оптимизации грузоперевозок на примере железнодорожного транспорта // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-optimizatsii-gruzoperevozk-na-primere-zheleznodorozhnogo-transporta> (дата обращения: 04.03.2025).
5. Брынских И. Д., Синенков М. В. Методы оптимизации процессов перевозки грузов по распределительной сети // Вестник науки. 2024. №4 (73). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-optimizatsii-protsesta-perevozki-gruzov-po-raspredelitelnoy-set>
6. Способы оптимизации процесса грузоперевозок (электронный ресурс) <https://perevozka24.ru/pages/sposoby-optimizacii-processa-gruzoperevozk>
7. Lumír Pečený, Pavol Meško , Rudolf Kampf , Jozef Gašparík Optimisation in Transport and Logistic Processes of Transportation Research Precede Volume 44, 2020, Pages 15-22
8. Бунеев В.М., Марченко Е.Ю, Система конкурентных преимуществ судоходных компаний /Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока.- Новосибирск : СГУВТ 2021. № 3. С. 5-10.
9. Бунеев, В. М. Менеджмент на внутреннем водном транспорте: учебник / В. М. Бунеев, А. В. Зачёсов, Ю. В. Турищев; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. агентство мор.и реч. транспорта, ФБОУ ВПО "Новосиб. гос. акад. вод. трансп.". – Новосибирск :НГАВТ, 2013. – 429 с.: ил. - Посвящается 60-летию кафедры "Управление работой флота". - ISBN 978-5-8119-0533

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Грузовые перевозки, использование флота, стратегия, оптимизация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бунеев Виктор Михайлович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Управление транспортным процессом» в ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Марченко Екатерина Юрьевна, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

НЕОБХОДИМОСТЬ В МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИБИРИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

А.А. Бутузов, В.Р. Пичхадзе, А.С. Соловьев

Для эффективной застройки развивающихся регионов Сибири требуется относительно невысокая стоимость нерудных строительных материалов (НСМ). Основной способ добычи НСМ – разработка русел рек земснарядами. Для уменьшения стоимости разработки НСМ требуется повышение производительности устаревшего парка земснарядов. Основной путь решение проблемы – модернизация технологического процесса добычи. В статье рассмотрены способы модернизации технологического процесса добычи НСМ земснарядами на примере Проекта 299 (180-60).

Нерудные строительные материалы (НСМ), такие как песок, гравий и песчано-гравийная смесь (ПГС) наиболее часто встречаются в виде отложений в руслах рек, водохранилищах, на прибрежных участках морей и т.п. Такие материалы активно применяют в народном хозяйстве как наполнители для строительных смесей, отсыпки территорий, возведения дренажей, строительства дорог, обустройства искусственных водоемов и т.д.

Строительная отрасль является одним из основных двигателей экономического развития любого региона. Высокая стоимость добычи нерудных строительных материалов непосредственно влияет на стоимость строительства, из-за их активного повсеместного использования. Решение проблемы – удешевление стоимости добычи НСМ путем упрощения технологий добычи или повышения производительности добывающих установок.

В настоящее время наиболее распространенные и эффективные способы добычи – это использование землесосных и черпаковых снарядов с применением комплексной гидромеханизации и баржебуксирного, либо трюмного флота для дальнейшей перегрузки и транспортировки. Для повышения качества материалов используют обогатительные установки.

В статье наиболее подробно будет рассмотрен способ добычи землесосными земснарядами. Землесосный снаряд – судно, состоящее из палубной надстройки, понтона и размещенного на нем рабочего оборудования.

Рабочее оборудование включает в себя:

- грунтовый насос;
- грунтозаборное устройство;
- разрыхлитель;
- всасывающий трубопровод;
- стрелу для подъема-опускания грунтозаборного устройства;
- лебедки для маневрирования.

Выемка НСМ из-под воды такими земснарядами осуществляется путем смешивания воды с материалами, создавая пульпу. Далее происходит всасывание пульпы и перемещение ее по пульпопроводу к месту намыва или сброса (зачастую на караванные баржи).

Добыча НСМ землесосными земснарядами имеет ряд преимуществ по сравнению с открытой разработкой месторождений [1]:

- большая производительность, по сравнению с другими видами добычи;
- добыча земснарядами не требует создания карьера и его ограждения;
- возможность работы практически в любую погоду;
- возможность использования водного транспорта для перегрузки и транспортировки НСМ;
- в речных НСМ мало посторонних примесей в виде глины или органики;
- речные НСМ отсортированы и в дальнейшем требуют меньшей обработки, чем материалы из других источников [2];
- зачастую место добычи расположено близко к рынкам сбыта и транспортным маршрутам источников [2];
- универсальность работ. Земснаряды помимо добычи НСМ могут применяться для дноуглубительных работ и очистки водоемов, намыве площадей, насыпей и штабелей [3].

Рассмотрим способы модернизации земснаряда. Основной парк земснарядов России – земснаряды проекта 299 (180-60), применяющиеся в Новосибирске, Омске, Саратове, Ростове-на-Дону, Казани, Перми. Применение земснарядов проекта 299 в Сибири оказалось малоэффективным из-за низких эксплуатируемых температур и относительно глубоких мест разработки НСМ, не говоря уже о моральном устаревании систем проекта. Дальнейшая эффективная эксплуатация земснаряда требует его модернизации.

Один из способов повышения производительности земснаряда – повышение концентрации всасываемой пульпы. Это достигается путем применения специальных грунтозаборных устройств. С проекта 299 снимается фрезерное грунтозаборное устройство и устанавливается грунтозаборное устройство свободного всасывания с гидравлическим рыхлением и вспомогательными соплами, направленными в сторону всасывающего зева, что позволяет увеличить насыщение пульпы с 10% до 25% [3]. Вместе с заменой грунтозаборного устройства как правило увеличивают и глубину грунтозабора удлинением грунтозаборной рамы, что для условий добычи НСМ в реках Сибири необходимо сделать в первую очередь. Заводскую глубину добычи 10 м увеличивают до 15-30 м, в зависимости от условий эксплуатации.

Увеличение глубины добычи НСМ сопровождается другой проблемой – ограниченная мощность всасывающего насоса. Проблема решается заменой основного насоса на более мощный, либо установкой вспомогательного насоса.

Уменьшение стоимости разработки НСМ можно добиться путем уменьшения стоимости обслуживания и ремонта земснаряда. Как показала практика у проектов современных

земснарядов изнашивание рабочих деталей узлов, кинематики, гидравлики и полиспастных систем меньше в 3-5 раз, чем у проектов 80-х годов прошлого века. Связано это с использованием новейших разработок в машиностроении и электротехнике. Замена приводов механизмов на современные приводит к увеличению их КПД и износостойкости. Модернизация релейной автоматики и защиты позволяет автоматически отслеживать процессы, происходящие в механизмах, и своевременно принимать требуемые меры. Грунтозаборные устройства подвержены усиленному гидроабразивному изнашиванию, что приводит к частой замене рабочих колес насосов и заварке отверстий в пульпопроводах. Для увеличения износостойкости могут применяться легирующие наплавки на основе хрома, марганца, ванадия и титана [5], повышающие стойкость металла в 1,3-1,5 раза.

В механизмах земснаряда используются асинхронные электродвигатели, работающие не только в повторно-кратковременном режиме, но и как правило с небольшой частотой, например папильонажные лебедки. Такое сочетание рабочих характеристик (режим работы электродвигателя) возникает при необходимости поддержания высокой производительности при разработке грунта различной толщины и плотности. К тому же при включении или отключении нагрузки в электрической сети земснаряда происходит просадка напряжения, что требует частотной регулировки в зависимости от питающего напряжения. Регулирование напряжения происходит по сложному многофакторному закону, индивидуальному для каждого земснаряда. Задача от части решенная, но существующие законы регулирования [6] не до конца оптимизированы и проблема все еще остается. Оптимизация позволит не только увеличить срок службы электрических двигателей, деталей механизмов лебедок, но и уменьшить потребление электроэнергии.

Похожая задача заключается в определении параметров насоса при гидрорыхлении. В данном случае удельный импульс струи зависит от произведения напора насоса на расход воды. Следовательно, регулируя эти параметры в зависимости от состава разрабатываемого грунта можно добиться оптимальных характеристик производительности от затрачиваемой энергии.

Еще одним способом повышение энергоэффективности земснаряда является переход на магистральную шину постоянного тока. Переход на постоянный ток позволяет увеличить значение передаваемого напряжения и уменьшить потерю энергии. Снижение потребляемой мощности системы можно добиться путем установки систем рекуперации на лебедках земснаряда. Активные выпрямители способны поддерживать параметры сети постоянного тока при изменении оборотов дизельной генераторной установки (ДГУ), появляется возможность снижать обороты ДГУ для уменьшения расхода топлива. В целом переход на шину постоянного тока снижает потребление мощности на 20% [7].

Сохранения окружающей среды при разработке рек земснарядами. Увеличение производительности земснаряда модернизацией непосредственно связано с ускоренным нарушением экологического состояния рек. Бездумная разработка залежей НСМ может вызывать изменения структуры речного дна, его оголение и заиление, нарушение баланса наносов из верхнего течения, а также ухудшение условий для обитания и размножения рыб. Исследования показывают [8], что добыча НСМ приводит к гибели кормовых организмов и снижению численности гидробионтов. Повышение мутности воды, вследствие разработки, ухудшает условия обитания водных организмов, засоряет их органы фильтрации и питания, снижает видовое разнообразие и биомассу. В зонах работы земснарядов погибает до 80% кормовых организмов и личинок рыб.

Конечно добыча НСМ может рассматриваться как восстановление речного ложа, но подобные проекты проходят предварительную экологическую экспертизу.

Влияние добычи НСМ определяется размерами реки, ее гидрологическим режимом, составом наносов и т.д. Бесконтрольная добыча приводит к деградации рек, снижению меандрирования, обрушению берегов и изменению геометрии русел.

Наиболее перспективными и простыми способами модернизации технологического процесса добычи НСМ земснарядами в Сибири, в частности проектом 299, является замена грунтозаборного устройства и удлинение грунтозаборной рамы, замена деталей, узлов механизмов и релейной автоматики на современные модели. Определение закона регулирования напряжения является относительно интеллектуально-трудоемкой задачей, требующую участия соответствующих специалистов, но не менее эффективной, чем предыдущие способы. Замена магистральной энерголинии на шину постоянного тока требует предварительных

технико-экономических расчетов для определения эффективности модернизации. Все перечисленные способы и методы повышения производительности сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Способы повышения модернизации и методы повышения производительности земснарядов

№	Способ модернизации / метод повышения производительности	Результат модернизации
1	Замена грунтозаборного устройства, удлинение грунтозаборной рамы, замена насоса.	– Увеличение насыщения пульпы; – увеличение производительности добычи.
2	Замена приводов механизмов, релейной автоматики и защиты.	– Увеличение КПД приводов, следовательно, уменьшение потери электроэнергии; – повышение износостойкости механизмов; – ремонт отказавших электрических систем обходится меньшими средствами.
3	Применение легирующих наплавков.	– Уменьшение стоимости ремонтов.
4	Определение многофакторного закона регулирования напряжения, определение закона удельного импульса при гидрорыхлении.	– Увеличение срока службы приводов механизмов; – уменьшение потери электроэнергии.
6	Переход на магистральную шину постоянного тока.	– Уменьшение потерь на передачу электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чебан А.Ю. Разработка русловых и обводненных месторождений песка и песчано-гравийных материалов в Приморском крае // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2016. №5 (39).
2. Беркович К.М. Природно-ориентированные подходы к добыче аллювиальных строительных материалов из речных русел и пойм / К.М. Беркович, Л.В. Злотина, Л.А., Турыкин // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2012. №3.
3. Тельных Л.Г., Арефьев Н. Н., Гореликова И. А. Повышение эффективности грунтозабора на земснарядах ООО «Октябрьский ССРЗ» / Л.Г. Тельных, Н.Н. Арефьев, И.А. Гореликова // ГИАБ. 2009. №12.
4. Овчарук С.В. Модернизация земснарядов как средство снижения влияния их работы на окружающую среду // ГИАБ. 2006. №1.
5. Восстановление рабочих устройств земснарядов износостойкими наплавками / Л.И. Погодаев, А.А. Кузьмин, Ю.Е. Ежов, Д.Ф. Донских // Вестник государственного университета морского и речного флота им. Адмирала С. О. Макарова. 2011. №2 (10).
6. Самулеев В.И. Особенности применения асинхронных частотно-регулируемых электроприводов земснарядов / В.И. Самулеев, Т.Н. Гусакова // Научные проблемы водного транспорта. 2018. №55.
7. Кечкин А.О. Повышение эффективности электроэнергетической системы земснаряда / А.О. Кечкин, А.С. Плехов, О.С. Хватов // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. 2022. №1.
8. Кондратьева Т.А. Влияние добычи нерудных строительных материалов на экосистемы Куйбышевского водохранилища / Т.А. Кондратьева, С.Д. Захаров, Л.Ю. Халилуллина, // Вестник Казанского технологического университета. 2012. №19.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Земснаряд, модернизация технологического процесса, экологичность разработки нерудных строительных материалов, перспективные способы модернизации земснарядов.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Бутузов Артем Андреевич, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Пичхадзе Вадим Рафаилович, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Соловьев Александр Сергеевич, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАДЗЕМНЫХ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ И ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Е.В. Сировайский, В.А. Шарутина

При работе краны находятся под воздействием постоянно меняющихся статистических и динамических нагрузок, что приводит к нагружению геометрии подкрановых рельсов, а это, в свою очередь, вызывает изменения положения осей ходовых колес.

Нормальный режим работы крана во многом зависит от взаимного положения ходовых колес и рельсового пути.

Способы контроля взаимного положения путей и ходовых колес бывают непосредственные и косвенные. В любом случае оптимален тот, когда все параметры определяются с требуемой точностью.

Из многообразия способов контроля позволяющий одновременно определить все основные показатели при использовании физической модели, является фотографический. Результаты, полученные на модели, переводятся в натуральные значения с применением компьютерной программы с хорошей сходимостью результатов.

Комплексный контроль надземных крановых путей обеспечивает определение параметров их плано-высотного положения, но и техническое состояние ходовых частей кранов.

Мостовые краны являются одним из основных средств механизации перегрузочных работ в промышленности и на транспорте, могут устанавливаться в закрытых помещениях и на улице. Подкрановый рельсовый путь находится на высоте нескольких метров на несущих конструкциях зданий или на специальных сооружениях – эстакадах.

При работе крана находятся под воздействием постоянно меняющихся статистических и динамических нагрузок, что приводит к деформациям подкрановых конструкций. Это приводит к нагружению геометрии подкрановых рельсов в плане (прямолинейность пути, расстояния между рельсами) и в профиле (изменения отметок головок рельсов), что, в свою очередь, вызывает изменения положения осей ходовых колес и их перекосы.

Для обеспечения безопасности и безаварийности работы мостовых кранов требуется систематический контроль значений геометрических параметров подкрановых путей и ходовой части кранов. Эти работы проходят на значительной высоте 10м и более, вблизи токоподводящих частей крана, что требует разработки специальных методик, их контроля под нагрузкой и без нее. Нормальный режим работы кранов во многом зависит от взаимного положения ходовых колес и рельсового пути, а также траектории движения крана.

В состав контролируемых геометрических параметров входят:

- прямолинейность и параллельность осей рельсов;
- ширина и высота тупиков рельсовых путей;
- наклон рельсового пути по длине;
- разность диагоналей прямоугольника, вершины которого на осях опор крана при его крайних положениях на пути [1].

Систематический контроль [2] плано-высотного положения рельсов, перекоса моста и положения осей ходовых колес крана производится в производственных помещениях в затруднительных условиях:

- насыщенность технологическим оборудованием;
- недостаточность освещения;
- вибрация;
- повышенная или пониженная температура;
- сквозные потоки воздуха и другие производственные особенности.

Учитывая особенности работы надземные подкрановые пути, с точки зрения возможности проведения контроля их технического состояния, можно разделить на:

- доступные, по которым может перемещаться персонал и устанавливаться

геодезические приборы, а также можно производить замеры с пола или промежуточных уровней;

- труднодоступные, по которым можно перемещаться только на кране, площадок для установок приборов на кране, площадок для установки приборов на путях нет, а следовательно, невозможно проводить работы на уровне рельсов;
- недоступные, на которых полностью отсутствует производство любых работ на уровне пути.

Способы контроля положения путей и ходовых колес могут быть как непосредственные, так и косвенные и наиболее оптимальным является тот, когда можно одновременно определить все параметры с требуемой точностью и четкостью регистрации информации.

Из многообразия способов контроля геометрии подкрановых надземных путей [3] для физического моделирования наиболее удобен фотографический так как:

- не требует выхода подкрановый путь;
- может быть применим для пути с любой доступностью;
- кран при натуральном обследовании задействован только один раз, что облегчает создание физической и математической моделей.

Фотографический способ позволяет объединить контроль ширины колеи, прямолинейность подкрановых рельсов и нивелирование уровня головок рельса [4]. Данный способ можно реализовать, используя любительских цифровых камер.

Реализовать этот способ возможно следующим образом (рисунок 1):

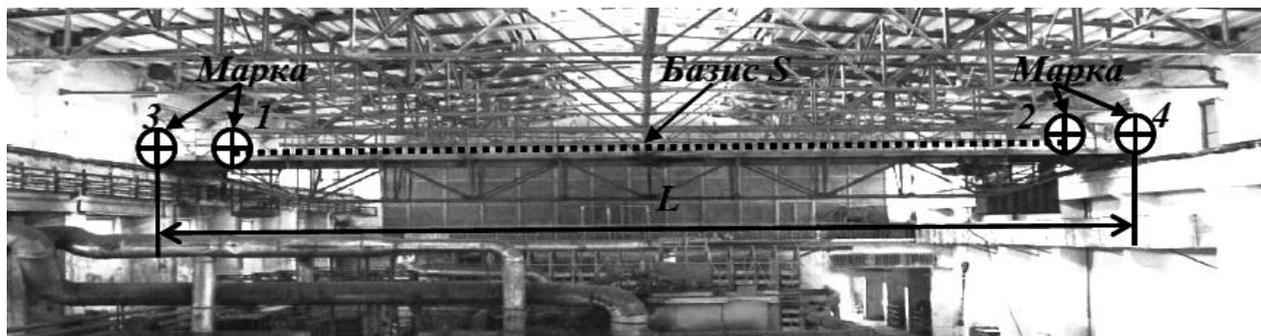


Рисунок 1 – натуральная модель измерения ширины подкранового пути

- на мост крана накладываются маркеры 1 и 2;
- в пролете работы крана на рельсах закрепляются маркеры 3 и 4;
- все четыре марки фотографируются при фиксированном фокусном расстоянии и определяется расстояние l .

Натуральная модель измерения ширины подкранового пути показана на рисунке 2

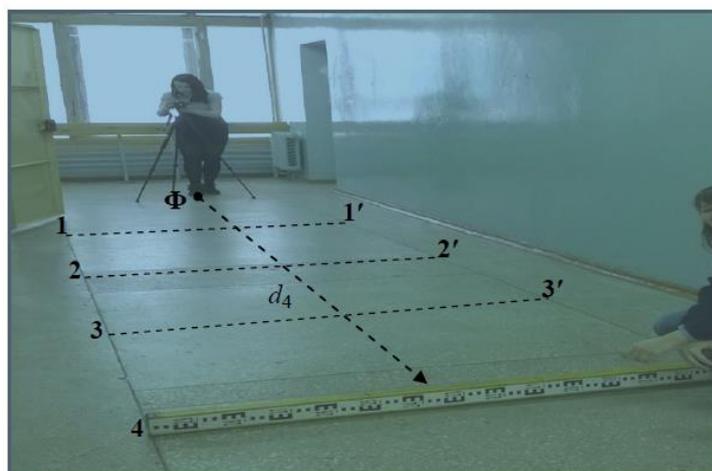


Рисунок 2 – Схема моделирования фотографического способа определения ширины колеи

Подкрановый путь предоставлен двумя полосами на полу коридора достаточной длины. Фотографирование производится аппаратом с фиксированным фокусом с использованием геодезической рейки длиной 1.5м.

Полученные на модели результаты переводятся к натуральным значениям с применением компьютерной программы Archi CAD [3]. Результаты расчетов оказывают, что получаемые фотографическим способом результаты замеров ширины колеи подкранового пути обеспечивают требуемую точность размеров.

Рассмотренную модель можно совмещать с замерами ширины подкранового пути, устанавливая две фотокамеры напротив линий, обозначающих рельс. Замеры производят по каждому базису 1-1', 2-2' и далее.

Высотное положение подкранового пути (нивелирование) производится геометрическим, гидроскопическим и фотографическим способами. При использовании электронных тахеометров или цифровых фотокамер одновременно с нивелированием можно определять нелинейность рельсов и ширину колеи.

Фотографический способ моделирования позволяет нивелирование крановых рельсов. Две базисные линии, имитирующие рельсовые нити, различают на полу коридора (рисунок 3), на каждой из которых размечены базисные точки 1, 2, и так далее. В качестве базисных можно соединять две геодезические рейки, соединенные в "крест" (рисунок 4).



Рисунок 3 – Схема закрепления точек на линиях



Рисунок 4 – Крест, необходимый для фотографического способа контроля плано-высотного положения подкрановых рельсов

Фотоаппарат центрируется в начальной точке, ориентируется на отсчет по рейке ("высоте инструмента") и фотографируется [4], устанавливая рейку в каждой точке. Результаты

замеров масштабируют в натуральную величину. Анализ результатов показывает хорошую сходимость результатов модели и натуральных замеров [3, 5].

Комплексный контроль положения подкрановых путей по всем параметрам наиболее просто проводить с помощью электронных тахеометров.

Одной из основных причин износа и разрушения подкрановых путей является перекося ходовых колес. Это приводит к не только износу рельсов, но и реборд колес. Предполагается интересным оценивать техническое состояние кранов, исследуя его и подкрановый путь как единую систему. Наибольшее влияние на износ ходовых колес оказывают величины боковых сил. Причиной боковых сил могут быть перекося моста крана и его развороты в горизонтальной плоскости при движении по подкрановому пути. Существуют методики геодезического контроля не только подкрановых путей, но и несущей конструкции крана колес.

Комплексный контроль подкрановых надземных путей должен обеспечивать не только определение параметров их и плано-высотное положение, но определяемое им техническое состояние ходовых частей кранов.

Такой контроль наиболее просто осуществлять с помощью электронных тахеометров с использованием методов физического моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин: РД-10-108-97. Москва.-1993.-235с (актуализация 01.01.2021)
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов: ПБ-10-382-00/ МПО ОБТ.-Москва.-1993.-235с (актуализация 01.01.2021)
3. Щехоцов, Г.А. Современные методы геодезического контроля ходовой части и путей мостовых кранов: монография. 2-е изд., перераб. И дополнен. / Г.А. Шевцов, О.В. Раскатина: Нижегород гос. архитектур.-строит. уни-т. – Н. Новгород: ННГАСУ.–2017.–108с.
4. Щехоцов, Г.А. Контроль пространственного положения и формы строительных конструкций с помощью не метрических цифровых камер: монография / Г.А. Шевцов, О.В. Раскатина: Нижегород гос. архитектур.-строит. уни-т. – Н. Новгород: ННГАСУ.–2017.–108с.
5. ГОСТ Р 56944-2016. Краны грузоподъемные. Пути рельсовые крановые надземные. Общие технические условия. - Москва: Стандартинформ,2016-50с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Геометрия подкрановых рельсов, ходовые колеса крана, способы контроля, комплексный контроль, модель подкранового пути, контролируемые параметры.*
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Сировайский Егор Витальевич, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Шарутина Вера Александровна, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»*
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

РЕЧНОЙ КРУИЗНЫЙ ТУРИЗМ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.Н. Масленников, Г.Я. Синицын, А.В. Преснякова

В статье анализируется текущее состояние и перспективы развития туристской индустрии в Российской Федерации. Рассматривается вклад туризма в экономику страны и регионов, динамика его развития. Богатый культурно-исторический и природный потенциал России является ключевым фактором привлечения как внутренних, так и иностранных туристов. Наряду с рассмотрением традиционных видов туризма, в работе исследуется потенциал речного круизного туризма. Анализируются вызовы, стоящие перед отраслью, включая необходимость улучшения инфраструктуры, повышения качества обслуживания и обеспечения сохранности культурного и природного наследия. На основе анализа современных рыночных тенденций, предлагаются рекомендации по дальнейшему укреплению позиций России в речном круизном туризме в условиях глобальных изменений. В статье также предложена модель таксономии водного туризма.

Туризм важная часть экономики России, играющая ключевую роль в развитии многих регионов страны и способствующая укреплению международных связей. Страна обладает огромным потенциалом для привлечения туристов благодаря своему богатому культурно-историческому наследию, разнообразию природных зон и уникальным архитектурным памятникам. Доля валовой добавленной стоимости туристской индустрии в валовом внутреннем продукте Российской Федерации составляет 2,6 процентов [1].

В период до пандемии Всемирная туристская организация (UN Tourism) отмечала, что ежегодный прирост туристов составлял около 4,5%. Исследование этой организации о развитии мирового туризма за первые 7 месяцев 2024 года свидетельствуют о полном восстановлении, несмотря на сохраняющиеся экономические и геополитические риски. Аналогичная ситуация наблюдается в туристической отрасли в России (рисунок 1.). В России в период до пандемии среднегодовой прирост валовой добавленной стоимости составил около 17 %, в период с 2020 года – около 20%.

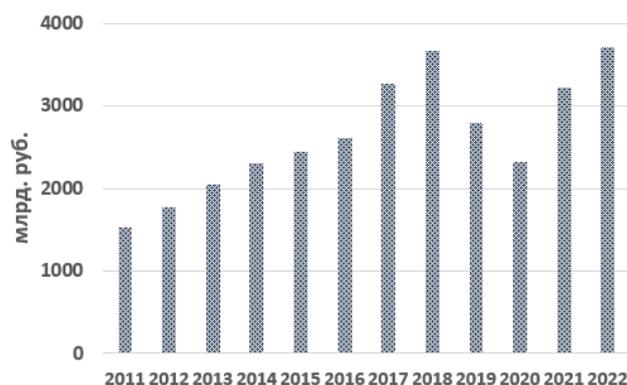


Рисунок 1 – Валовая добавленная стоимость туристской индустрии РФ

С каждым годом поток иностранных и внутренних туристов растет, что положительно сказывается на экономическом развитии, особенно в регионах, где туризм является основным источником дохода. Легендарные города, такие как Москва и Санкт-Петербург, привлекают миллионы посетителей своими музеями, театрами и историческими местами. Санкт-Петербург, известный своими белыми ночами и разводными мостами, очаровывает гостей непревзойденной атмосферой и уникальной архитектурой. Москва, будучи столицей, радует туристов многообразием культурных мероприятий и современными видами развлечений. Путешествия по Золотому кольцу России, круизы по Волге, этнические туры по традиционным деревням и национальным паркам – всё это предлагает уникальные впечатления. Пример Центральной части России показывает, что в контексте глобализации и роста числа международных передвижений, туризм становится важнейшим инструментом для презентации страны на мировой арене (рисунок 2). С помощью продуманной стратегии и поддержания высокого качества предоставляемых услуг, Россия может существенно укрепить свои позиции на мировом туристическом рынке, способствуя экономическому развитию и культурному обмену [2].

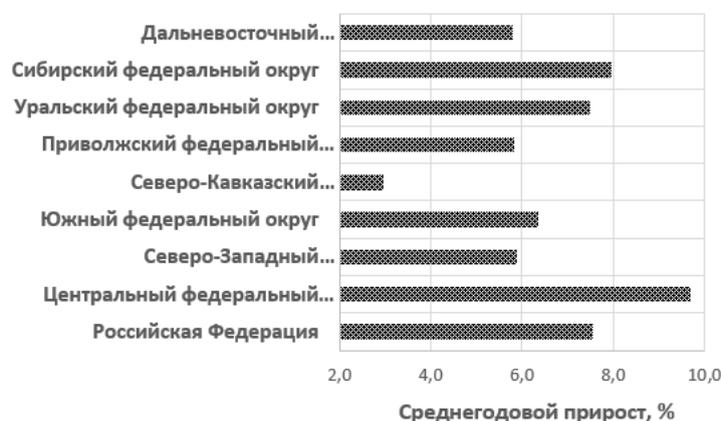


Рисунок 2 – Среднегодовой прирост валовой добавленной стоимости туристской индустрии с 2019 года по федеральным округам РФ

Кроме того, Россия славится своими природными достопримечательностями. Озеро Байкал – самое глубокое и чистое озеро в мире – каждый год привлекает тех, кто жаждет соприкоснуться с природой в первозданном виде [3]. Кавказские горы, курорты Черноморского побережья, обширные просторы Сибири и Дальнего Востока предлагают возможности для любителей активного отдыха, экстремальных видов спорта и экологического туризма [4].

С другой стороны, развитие туризма сопровождается вызовами, требующими решения. Необходимо улучшение инфраструктуры, развитие транспортной сети и обеспечение высокого уровня обслуживания, чтобы сделать пребывание гостей комфортным и безопасным. Также важно уделять внимание сохранению культурного и природного наследия.

Современные рыночные тенденции также показывают, что все больше людей ищут индивидуальный подход к отдыху, ценят возможность попасть в удаленные, нетронутые уголки планеты, где цивилизация и природа гармонично сосуществуют. И круизный туризм отвечает этим запросам. Как правило понятие круизного туризма большинство людей связывает с большими океанскими лайнерами. Такие круизы, являясь одной из самых завораживающих форм путешествий, предлагает путешественникам не только уникальную возможность исследовать обширные просторы мировых океанов, но и погрузиться в атмосферу гастрономического и культурного великолепия. Каждый круиз – это шанс отправиться в захватывающее приключение, где роскошные лайнеры, подобно плавучим курортам, обеспечивают все возможные удобства и развлечения. Сегодняшние круизные путешествия охватывают самые живописные уголки планеты, варьируясь от теплых вод Карибского моря до величественного побережья Антарктиды. Путешественники могут выбирать маршруты, которые удовлетворяют их жажду к исследованиям, будь то культурное наследие средиземноморских портов или неизведанная природа диких островов. На борту каждого лайнера усилия экипажа направлены на создание атмосферы абсолютного комфорта. Гости наслаждаются изысканной кухней, основанной на концепции «все включено», где кулинарные изыски подаются в роскошных ресторанах с панорамными видами на бескрайние морские просторы. Для любителей активного отдыха доступны плавательные бассейны, спортивные залы и развлекательные программы, которые удовлетворяют самые взыскательные вкусы. Особое внимание уделяется остановкам в портах, каждая из которых представляет собой отдельное путешествие. Экскурсии, организованные в рамках круиза, позволяют изучать местные обычаи и традиции, пробовать уникальные блюда национальной кухни, наслаждаться шопингом и посещением исторических памятников, что вносит разнообразие в тишину морской глади.

Однако река, извивающаяся через леса и города, создает для пассажиров не только комфортное средство передвижения, но и неповторимый опыт путешествия, насыщенного впечатлениями. Таким образом, речной круизный туризм с каждым годом привлекает к себе все больше и больше внимания, становясь альтернативой традиционным формам путешествий. В его плавных водах отражаются вековые традиции и современные тенденции, обещая туристам незабываемый опыт открытий и погружения в культуру и природу. Круизный туризм на реках представляет собой уникальную форму путешествий, предлагающую путешественникам возможность погрузиться в атмосферу редких природных ландшафтов, богатого культурного наследия и местного быта. Реки, такие как Волга, Дунай, Рейн и многие другие, издревле служили артериями торговли, вдохновения и обмена традициями. Сегодня они становятся популярными маршрутами для тех, кто стремится увидеть мир из новой, зачастую более интимной и подлинной перспективы [5].

Сибирский регион в последнее время уделяет продвижению региональных туристических направлений, которые еще не получили должного внимания со стороны туристов., сочетая в себе изучение культуры и отдых на лоне природы. Особенности речных круизов заключаются в их медленном темпе и внимании к деталям. В отличие от океанских лайнеров, речные суда меньшего размера способны проходить по водным артериям, добираясь до деревень и городков, зачастую недоступных другим видам транспорта. Это открывает широкие возможности для туристов исследовать как крупные мегаполисы, так и уединенные уголки с их уникальным колоритом и традициями.

Что касается возможностей, речные круизы предоставляют безграничный выбор для любителей истории, искусства и гастрономии. Туристы могут насладиться экскурсиями по старинным замкам и монастырям, посетить музеи и галереи, насладиться местной кухней и виноделием. Вдоль маршрута обнаруживаются различия в архитектуре, диалектах и даже менталитете, раскрывая перед путешественниками всю многогранность и пестроту культурного

мира. Кроме того, развитие круизного туризма стимулирует художественные ремесла и традиционные промыслы. Местные предприниматели активно участвуют в создании уникальных сувениров и товаров, что позволяет не только поощрять культурное достояние региона, но и поддерживает семейный бизнес и малые предприятия. В свою очередь, это приводит к расширению рынка и создаёт новые экспортные возможности [6].

Для систематизации туристических услуг нами разработана классификация водных круизов (таблица 1). Цель такой группировки – определение показателей и индикаторов туристического продукта и определение точек роста.

Таблица 1. – Классификация водных круизов

Специализированная ниша	Описание	Целевая группа
Экспедиционные круизы	Специальные, обычно недоступные места. Суда часто бывают небольшого или среднего размера с ограниченной осадкой, чтобы иметь возможность добраться до более отдаленных мест. Удобства на борту довольно комфортабельны.	Целевая группа экспедиционных круизов в основном состоит из любознательных, высокообразованных, интересующихся природой и любящих приключения людей.
Тематические круизы	Это круизы, которые следуют определенной теме на протяжении всего путешествия, например, оздоровительные круизы, кулинарные круизы, активные круизы, музыкальные круизы и круизы со знаменитостями.	Тематические круизы могут быть привлекательны для различных целевых групп в зависимости от темы, которую они представляют. Они особенно популярны среди миллениалов и поколения Z.
Мини-круизы	Это обычные круизы, которые длятся значительно короче. Мини-круизы начинаются недалеко от дома, стоят дешевле и суда меньше.	Мини-круизы — отличный вариант для молодых специалистов, чей рабочий график не позволяет проводить более продолжительные отпуска.
Кругосветные круизы	Кругосветные круизы — это круизы для путешествий по миру в расслабленном режиме. Они позволяют пассажирам посещать пункты назначения, разбросанные по континентам и странам. Кругосветные круизы предлагают все удобства, которые могут понадобиться пассажирам, но цены довольно высоки. Путешествия обычно длятся 60–100 дней с остановками в 30–60 портах.	Поскольку стоимость кругосветных круизов довольно высока, а путешествие, как правило, длительное, они больше подходят для путешественников старшего возраста, пожилых людей или семей без детей.
Транзитные круизы	В этом типе круиза пункт назначения служит остановкой. Пункт назначения встречает пассажиров рано утром или днем, чтобы они могли его исследовать. Продолжительность составляет от одного до нескольких дней. После посещения пункта назначения судно отправляется в следующий.	Транзитные круизы могут быть популярны среди молодых путешественников, любящих приключения, пар, а также одиночек.
Круизы с возвратом	Это круизы, которые начинаются и заканчиваются в одном и том же месте назначения. Круизные лайнеры швартуются в портах для посадки и высадки пассажиров. Для пассажиров эти порты могут не быть	Как правило, короче кругосветных круизов, они подходят как для семей, так и для пар всех возрастов.

Специализированная ниша	Описание	Целевая группа
	желаемым местом назначения, но иногда они пользуются возможностью совершить туристическую поездку.	
Чартерные круизы	Группа, которая бронирует все судно или только его часть (например, яхту, парусную лодку) для различных целей.	Чартерные круизы особенно популярны среди семей или групп друзей для всевозможных праздников. Компании также могут арендовать круизы для проведения корпоративов

Кроме этого, приведенная классификация поможет преодолеть проблемы в управлении и использовании информации и знаний, что, в свою очередь, облегчит процесс обмена и использования информации субъектами услуг пассажирского флота и его инфраструктуры.

Таким образом, круизный туризм – это не просто вид отдыха, а целая экосистема, связующая множество экономических элементов, от торговли до культуры, от местного мастерства до высоких технологий. Каждый элемент этой цепи способствует процветанию регионов, на которые влияет данный вид туризма, формируя их устойчивое развитие и процветание.

Перспективы развития круизного туризма на реках впечатляют. С одной стороны, возрастающий интерес к более экологичным и устойчивым методам передвижения способствует росту популярности именно речных маршрутов [7]. С другой стороны, развитие инфраструктуры, такие как улучшение портовых сервисов и создание современных лайнеров, приспособленных для комфортной навигации, открывает новые горизонты для туристической индустрии [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Масленников, С. Н. Оценка речных пассажирских перевозок в Обь-Иртышском бассейне на основе официальной статистики / С. Н. Масленников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2019. – № 1-2. – С. 5-9.
2. Масленников, С. Н. Совершенствование системы работы паромных переправ в условиях Сибири / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын, Н. В. Ноздрачева // Транспорт. Горизонты развития : Труды 4-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород-Новосибирск-Владивосток-Самара, 23–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород: Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. – С. 194. – EDN ULHXJD.
3. Масленников, С. Н. Транспортно-технологическая система при реализации природоохранных мероприятий на озере байкал / С. Н. Масленников, М. Г. Сеницын, Г. Я. Сеницын // Транспортное дело России. – 2024. – № 7. – С. 140-144. – EDN ALWZBK.
4. Сеницын, М. Г. Речной транспорт в системе рекреационно-туристического комплекса Алтая / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников, М. С. Сеницына // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 21-25.
5. Сеницын, М. Г. Диспетчеризация и визуализация в логистике / М. Г. Сеницын, С. Н. Масленников // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 25-28. – EDN DOXNBU.
6. Сеницын, М. Г. Влияние санкций на функционирование экономики регионов / М. Г. Сеницын // Проблемы антикризисного управления и экономики регионов (ПАУЭР-2023) : Материалы IX Международной научно-практической конференции, Новосибирск, 01 декабря 2023 года. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2024. – С. 84-88. – EDN KBPIVL.
7. Сеницын, М. Г. Оценка транспортных возможностей внутренних водных путей / М. Г. Сеницын, Г. Я. Сеницын // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 72. – С. 189-197. – DOI 10.37890/jwt.vi72.284. – EDN MUJPCM.
8. Бунеев, В. М. Некоторые аспекты формирования и развития улично-дорожной сети Новосибирска / В. М. Бунеев, М. Г. Сеницын, Н. В. Ноздрачева // Транспортное дело России. – 2024. – № 7. – С. 149-151. – EDN DFJOXU.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Туризм, круизный туризм, водный транспорт, тенденции, речной транспорт, таксономия.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Масленников Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой Управление транспортным процессом ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

*Синицын Геннадий Яковлевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным процессом» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Преснякова Арина Вячеславовна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ФЛОТА КРАСНОЯРСКОГО РАЙОНА ВОДНЫХ ПУТЕЙ И СУДОХОДСТВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Красноярский район водных путей и судоходства

М.И. Ворошилова, Н.Г. Тимошенко

Рассмотрены особенности работы гидротехнического флота, обеспечивающего безопасность водных путей Енисейского бассейна.

Одной из ключевых задач Транспортной стратегии РФ является развитие грузового и пассажирского водного транспорта. Для достижения целей транспортной стратегии необходимо иметь постоянно готовые к эксплуатации участки водных путей. Протяжённость водных путей необходимо рационализировать в соответствии с объёмами и важностью перевозимых грузов. На водных сверхмагистральных участках должны отсутствовать инфраструктурные ограничения и лимитирующие участки.

С целью увеличения пропускной способности внутренних водных путей, в рамках реализации федеральной программы «Развитие транспортной системы России», и федерального проекта «Внутренние водные пути» Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, в Енисейском бассейне выполнены мероприятия по реконструкции водных путей.

Реализован «Комплексный проект реконструкции гидротехнических сооружений и водных путей Енисейского бассейна. I этап (2 очередь)» [1].

Характеристики водных путей Енисейского бассейна на 2025 год в соответствии с распоряжением от 27.12.2024 № АТ-531-р "Об установлении категорий внутренних водных путей, определяющих для участков внутренних водных путей габариты судовых ходов и навигационно-гидрографическое обеспечение условий плавания судов, перечень судовых ходов, а также сроки работы средств навигационного оборудования и судоходных гидротехнических сооружений в навигацию 2025 года» [2], устанавливают 1 категорию участка водного пути от города Красноярск до порта Дудинка с гарантированной глубиной 3,0 метра, гарантированными ширинами от 70 до 150 м, и радиусом закругления от 600 до 1000 м.

Для достижения этих гарантированных габаритов судового хода, выполнены дноуглубительные работы на 17 перекатах с учётом постоянного повышения уровня безопасности судоходства. В 2022 на первом участке от Красноярска до устья Ангары проведены работы по дноуглублению на 9 перекатах с объёмом извлеченного грунта 113 тыс. м³. На втором участке от Ярцево до устья Подкаменной Тунгуски в 2023 году проведены дноуглубительные работы на остальных лимитирующих перекатах в объёме 187 тыс. м³.

Дноуглубительные работы выполняются гидротехническим флотом.

К Красноярскому району водных путей и судоходства в настоящее время приписаны промерные суда, плавкраны, земснаряды, несамоходные шаланды.

Работу флота обеспечивает ремонтная база Красноярского РВПиС – Ладейские РММ со слесарным, токарным, столярным цехами и электроцехом, пилорамой, слипом, складами. [3]

Основные задачи службы судового хозяйства - обслуживание судов, включающие в себя комплекс работ, направленных на поддержание судна в технически-исправном состоянии. К таким работам можно отнести устранение неисправностей, замену изношенных или вышедших из строя деталей и узлов.

Перекаты разрабатывались многочерпаковыми земснарядами.

К объектам повышенного износа многочерпакового снаряда, требующих постоянного контроля можно отнести:

- рабочие поверхности полозьев черпаков при трении на верхнем и нижнем черпаковых барабанах, а также на скатах;
- рабочие грани верхнего и нижнего черпаковых барабанов при прохождении черпаковой цепи через барабаны;

- поверхности отверстий в проушинах черпаков в результате трения в сочленениях «палец – втулка»;
- поверхности пальцев;
- внутренние поверхности втулок;
- стенки грунтового колодца, рабочие поверхности грунтового клапана, погрузочных лотков и другие, связанные с движением грунта.

Для поддержания технико-эксплуатационных характеристик земснаряда ежегодно ведется его ремонт на территории РММ.

Перед началом ремонта все места, подлежащие наплавке и сварке, очищаются от грязи, краски, ржавчины, окалины до чистого металла.

Выполняется ремонт барабанов верхнего и нижнего привода черпаковой цепи, черпаков, планок, пальцев, а также лотков. осуществляют наплавкой.

Черпаковая рама и ее элементы представлены на рисунке 1.

Для верхнего черпакового барабана изношенные элементы восстанавливают до номинальных размеров путём электронаплавки, рисунок 2.

Для восстановления нижнего барабана черпаковой цепи вал наплавляют, протачивают, изношенные втулки, вкладыши и крышки подшипников заменяют, так как они подвергаются интенсивному коррозионному износу.



Рисунок 1 – Черпаковая рама многочерпакового земснаряда



Рисунок 2 – Ремонт верхнего черпакового барабана

Также производится обслуживание лебедок, проверка их узлов и деталей.

Особое внимание уделяется состоянию подшипников, тросоукладчиков, барабанов, муфт, тормозных устройств и систем смазки.

Обслуживание двигателей на судне включает в себя систематический осмотр уплотнения вала двигателей, проверку наличия конденсата внутри машины и его удаление.

Обслуживание ГРЩ (главного распределительного щита) включает в себя включение и отключение генераторов, подключение и включение потребителей электроэнергии, поддержание на ГРЩ номинальных значений напряжения и частоты работающих генераторов, наблюдение за показателями электроизмерительных устройств и сигнализации, контроль и измерение сопротивления изоляции.

Для подтверждения класса судна ведутся работы по подготовке к ежегодному освидетельствованию Российского Классификационного Общества, целью которого является установить, что судно в достаточной степени отвечает условиям сохранения класса, а также проверить работу механизмов, устройств и установок, на которые распространяются требования Правил классификации Российского Классификационного Общества. [4]

Помимо этого, раз в 5 лет земснаряды проходят очередное освидетельствование, с подъемом на слип. Судно и его элементы проверяются на соответствие требованиям правил, при этом учитываются особенности конструкции, технические характеристики, качество монтажа, состав и комплектность, проводятся испытания в действии, производится дефектация корпуса и ремонт подводной части. После очередного освидетельствования вносят дату осмотра, подразделение Российского Классификационного Общества, где он проходил, и запись о годности судна к эксплуатации. Также судно получает акт, подтверждающий его соответствие всем необходимым требованиям.

Таким образом, процесс освидетельствования земснарядов – это комплексная процедура, направленная на поддержание их в исправном состоянии и обеспечение безопасности навигации.

В настоящее время модернизируется земснаряд «Енисейский – 204», проекта P010, происходит полная замена как корпуса, так и надстройки. Также произведена замена двигателей и электрического оборудования, что обеспечит более надежную и бесперебойную работу судна. Внедрение автоматизированных систем управления не только повысит эффективность и производительность судна, но и снизит нагрузку на экипаж, делая работу более безопасной и менее трудоемкой.

В 2024 году в Красноярске был спущен на воду новый земснаряд проекта Ц–480 ДА (рисунок 3).

Это мелкосидящий земснаряд со свайным механизмом хода и механическим разрыхлителем, оснащен современным оборудованием, которое увеличит эффективность выполнения работ по углублению русел рек и обеспечению безопасного судоходства. Сборку и монтаж оборудования выполнило АО «Цимлянский судомеханический завод».

Испытания проводились внутри затона Ладейских РММ, где земснаряд справился с поставленными задачами, но остается много вопросов, среди которых следующие:

- как земснаряд поведет себя в перекатах, где скорость течения составляет до 12 км/ч;
- устойчивость в развернутом состоянии, так как проект низкосидящий с низким бортом;
- ресурс земснаряда на песчано-галечном грунте, так как пульпопровод металлопластиковый длиной 400 метров поплавкового типа;
- буксировка в Казачинском пороге, где скорость течения доходит до 20 км/ч.

В процессе дальнейшей эксплуатации специалисты готовы к корректировке работы и усовершенствованию земснаряда.

На территории Ладейских ремонтных мастерских была построена специальная плавучая площадка, состоящая из понтона и предназначенная для размещения на ней и использования с нее технических средств, спецтехники и оборудования (рисунок 4).

Для производства дноуглубительных работ на данной площадке был установлен экскаватор DOOSAN DX520LCA. Обладая высокими техническими характеристиками, он способен эффективно работать на реках с дном, состоящим из твердых горных пород.

В навигации этого года экскаватор прошел успешные испытания при разработке скальных пород на судовом ходу в районе Таскинского мыса реки Енисей на 136 км.



Рисунок 3 – Механический разрыхлитель земснаряда проекта Ц–480 ДА



Рисунок 4 – Экскаватор DOOSAN DX520LCA

Эти испытания подтвердили его способность работать в сложных условиях, что открывает новые возможности для дноуглубительных работ на водных путях. Кроме того, использование ПЭ-2 позволяет оптимизировать затраты на выполнение работ, так как все необходимые ресурсы находятся в одном месте. Это значительно сокращает время на логистику и повышает общую эффективность производственных процессов.

Работа гидротехнического флота позволяет устранять «узкие места» на внутренних водных путях Енисейского бассейна, обеспечивая содержание внутренних водных путей, что является основой их безопасной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правительство России : официальный сайт. - Москва. - Обновляется в течение суток. - URL: <http://government.ru/docs/all/139410/> (дата обращения 11.02.2025). - Текст : электронный.
2. Министерство транспорта РФ Федеральное бюджетное учреждение "Администрация Обь-Иртышского бассейна внутренних водных путей" : официальный сайт. - 2025. - URL: <https://obirvp.ru/documents> (дата обращения 11.02.2025). - Текст : электронный.
3. Министерство транспорта РФ Федеральное бюджетное учреждение ""Администрация

Енисейского бассейна внутренних водных путей" : официальный сайт. - 2025. - URL: <http://xn--80ajaanhzfybghj3e.xn--p1ai/content/krvpis/> (дата обращения 11.02.2025). - Текст : электронный.

4. Федеральное автономное учреждение «Российское классификационное общество» : официальный сайт. - 2025. - URL: <https://rfclass.ru/> (дата обращения 11.02.2025). - Текст : электронный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Водные пути, дноуглубительные работы, земснаряд.*
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Ворошилова Марина Игоревна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Водных путей, портов и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Тимошенко Никита Геннадьевич, и.о. главного специалиста административно-управленческого персонала КРВПиС, инженер-электроник*
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»
660049, г. Красноярск, ул. Богграда, 15, КРВПиС*

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СУДОХОДСТВЕ: ИСПЫТАНИЕ СЕВЕРНЫМИ ШИРОТАМИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

К.С. Мочалин, А.А. Приваленко

Человеческий фактор играет ключевую роль в судоходстве по сибирским рекам и Северному морскому пути. В статье рассматриваются подготовка экипажей, психологическая устойчивость, командная работа и технологические аспекты, обеспечивающие безопасность и эффективность судоходства в экстремальных условиях.

Судоходство по сибирским рекам и Северному морскому пути (СМП) – это не просто логистика или перевозка грузов, а настоящая борьба с природной стихией. Моряки, работающие в этих суровых условиях, ежедневно сталкиваются с ледяным ветром, сильными морозами, ограниченной навигацией и полным отсутствием цивилизации на сотни километров вокруг. В таких условиях человеческий фактор становится решающим. Не только технологии, но и подготовка, выдержка, командная работа экипажа определяют безопасность и эффективность судоходства.

Работа экипажей судов, курсирующих по сибирским рекам и СМП, сопряжена с рядом уникальных вызовов:

- Экстремальные климатические условия. Представьте себе 40-градусный мороз, шквальный ветер, внезапно накрывающий туман или километровые ледовые поля. Работа в таких условиях требует не только технических навыков, но и способности быстро принимать решения в нестандартных ситуациях.

- Ограниченная навигационная поддержка. В удаленных районах спутниковые системы могут давать сбои, маяков и навигационных знаков практически нет, а значит, капитаны и штурманы вынуждены полагаться на собственный опыт и знания ледовой обстановки.

- Психологическая нагрузка. Недели, а порой и месяцы изоляции, однообразие пейзажа, монотонность работы, оторванность от семьи – все это может сказаться на моральном состоянии экипажа. Умение справляться со стрессом и работать в команде – не менее важные качества, чем знание навигации.

Человеческий фактор, как ключевой элемент безопасности, играет важную роль на судне. Большинство аварий на воде происходит не из-за неисправности техники, а из-за человеческих ошибок – усталости, неверной оценки ситуации, недостаточной подготовки. В арктических условиях цена такой ошибки особенно высока. Разливы нефтепродуктов, столкновения, посадка на мель – все это может иметь катастрофические последствия не только для экипажа, но и для окружающей среды. Поэтому подготовка моряков к работе в условиях севера – это не просто тренировки, а система выживания.

Рассмотрим основные моменты подготовки экипажей к работе в суровых условиях:

1. Теоретическая подготовка – знание основ.

Прежде чем выйти в море, экипаж должен пройти курс, включающий:

- специфику навигации в условиях сибирских рек и СМП;
- особенности работы с современными навигационными системами (GPS, ГЛОНАСС, электронные карты);

- ледовую навигацию – чтение ледовых карт, взаимодействие с ледоколами;

- правила безопасности плавания в экстремальных метеоусловиях.

2. Практическая подготовка – от тренажеров до реального опыта.

Обучение включает:

- работу на тренажерах, моделирующих ледовые условия, шторма и аварийные ситуации;

- практику на судне, где моряки отрабатывают навигационные маневры, взаимодействуют с ледоколами и учатся работать в экстремальных условиях;

- ледовую практику, в рамках которой изучаются особенности движения в замерзших водах и ледовая разведка.

3. Психологическая подготовка – выдержка и стрессоустойчивость.

Чтобы экипаж не сломался морально, в программу включены:

- тренинги по управлению стрессом – освоение техник релаксации и восстановления эмоционального баланса;
- обучение адаптации к условиям изоляции – как сохранять концентрацию и работоспособность в замкнутом пространстве;
- развитие командного взаимодействия – тренинги, направленные на сплочение коллектива, разрешение конфликтов и эффективную коммуникацию в критических ситуациях.

4. Лидерские качества и принятие решений в экстремальных условиях.

Каждый член экипажа должен понимать, как действовать в нештатных ситуациях. Для этого проводятся:

- обучение основам лидерства – распределение обязанностей, принятие решений в условиях неопределенности;
- моделирование кризисных ситуаций – тренировки по реагированию на пожары, пробойны, экстренную эвакуацию;
- координация действий с внешними службами – как эффективно взаимодействовать с береговыми службами и спасательными командами.

Почему это важно?

Технологии, конечно, облегчают работу, но в конечном итоге именно человек принимает решения. Даже самая продвинутая навигационная система не заменит опытного капитана, знающего, как вести судно через ледовое поле, или штурмана, умеющего ориентироваться в условиях плохой видимости.

Одной из приоритетных задач является обеспечение качественной подготовки экипажей. Современные тренажерные комплексы, моделирующие условия северных широт, позволяют отрабатывать навыки управления судном в ледовых условиях, навигации в сложных метеорологических условиях и действий в аварийных ситуациях. Однако важно, чтобы процесс обучения носил непрерывный характер и учитывал последние достижения в области технологий и нормативно-правового регулирования судоходства.

Для формирования у практикантов компетенций, необходимых для будущего функционала командного состава экипажей судов, а также для повышения уровня психологической устойчивости, развития навыков командной работы и профессиональных умений в экстремальных условиях северных широт, предлагается следующая программа:

1. Теоретическая подготовка.

1.1 Основы судовождения в северных широтах:

- особенности навигации в условиях сибирских рек и СМП;
- работа с навигационными системами (GPS, ГЛОНАСС, электронные карты);
- ледовая навигация: чтение ледовых карт, взаимодействие с ледоколами;
- правила безопасности при плавании в сложных погодных условиях.

1.2 Управление судном:

- основы маневрирования в узкостях, на мелководье и в ледовых условиях;
- использование автоматизированных систем управления судном;
- действия в аварийных ситуациях (посадка на мель, столкновение, разлив нефтепродуктов).

1.3. Морское право и документация:

- международные и национальные правила судоходства;
- оформление судовой документации;
- экологические требования и предотвращение загрязнения окружающей среды.

2. Практическая подготовка.

2.1. Работа на тренажерах:

- отработка навыков управления судном в ледовых условиях;
- моделирование аварийных ситуаций и отработка действий экипажа;
- навыки работы с радиосвязью и навигационным оборудованием.

2.2. Практика на судне:

- участие в ежедневных операциях судна (вахтенная служба, швартовка, погрузка/разгрузка);
- наблюдение за работой командного состава и участие в принятии решений;
- отработка навыков работы в команде и распределения обязанностей.

2.3. Ледовая практика:

- наблюдение за работой ледоколов и взаимодействие с ними;
- отработка маневров в условиях ледового поля;
- изучение особенностей ледовой разведки.

3. Психологическая подготовка.

3.1. Управление стрессом:

- тренинги по распознаванию и управлению стрессовыми ситуациями;
- техники релаксации и восстановления эмоционального баланса;
- работа с психологом для анализа личных стрессовых факторов.

3.2. Развитие психологической устойчивости:

- тренинги по адаптации к условиям изоляции и монотонности;
- упражнения для повышения концентрации и внимания;
- изучение кейсов успешного преодоления экстремальных ситуаций.

3.3. Командная работа:

- тренинги по командообразованию и эффективному взаимодействию;
- ролевые игры для отработки навыков коммуникации в критических ситуациях;
- разбор конфликтных ситуаций и поиск путей их разрешения.

4. Развитие лидерских качеств.

4.1. Основы управления экипажем:

- принципы лидерства и принятия решений в условиях неопределенности;
- распределение обязанностей и контроль выполнения задач;
- мотивация команды и поддержание морального духа.

4.2. Управление в кризисных ситуациях:

- отработка действий в аварийных ситуациях (пожар, пробоина, эвакуация);
- принятие решений под давлением времени и в условиях ограниченной информации;
- координация действий с внешними службами (спасательные, ледокольные).

5. Оценка и аттестация.

5.1. Промежуточная оценка:

- тестирование теоретических знаний;
- оценка практических навыков на тренажерах и судне;
- анализ психологической устойчивости и командной работы.

5.2. Итоговая аттестация:

- сдача экзамена по всем пройденным модулям;
- подготовка отчета о практике с анализом личных достижений и областей для улучшения;
- рекомендации от капитана и старшего состава судна.

6. Дополнительные мероприятия

- встречи с опытными капитанами и специалистами, работающими в северных широтах;
- участие в семинарах и конференциях по вопросам судоходства в Арктике;
- изучение кейсов реальных аварий и их разбор с точки зрения человеческого фактора.

Ожидаемые результаты программы:

- практиканты приобретут необходимые компетенции для работы в составе командного состава судов;
- повысится уровень психологической устойчивости и способности работать в экстремальных условиях;
- будут развиты навыки командной работы и лидерства, необходимые для эффективного управления экипажем.

Данная программа позволит подготовить высококвалифицированных специалистов, способных успешно осуществлять судоходную деятельность в сложных условиях сибирских рек и СМП, обеспечивая безопасность и эффективность эксплуатации судов.

Не менее важным является психологическая устойчивость членов экипажа. Работа в условиях Крайнего Севера требует от моряков не только профессиональных компетенций, но и высокой степени психологической устойчивости. Программы психологической поддержки, регулярное обновление состава экипажей и создание комфортных условий на борту судна

способствуют снижению уровня стресса и повышению эффективности профессиональной деятельности.

Внедрение программ обучения для развития психологической устойчивости членов экипажа позволяют достичь целей: повышение психологической устойчивости членов экипажа для эффективной работы в экстремальных условиях северных широт.

1. Управление стрессом.

- тренинги по распознаванию стрессовых ситуаций: обучение идентификации источников стресса и их влияния на работоспособность;
- техники релаксации: освоение методов дыхательной гимнастики, медитации и других способов восстановления эмоционального баланса;
- индивидуальная работа с психологом: анализ личных стрессовых факторов и разработка стратегий их преодоления.

2. Развитие психологической устойчивости.

- тренинги по адаптации к изоляции и монотонности: обучение способам поддержания психического здоровья в условиях длительных рейсов;
- упражнения для повышения концентрации и внимания: практики, направленные на улучшение фокусировки и снижение отвлекаемости;
- изучение кейсов успешного преодоления экстремальных ситуаций: анализ реальных примеров для формирования уверенности в своих силах.

3. Командная работа.

- тренинги по командообразованию: развитие навыков эффективного взаимодействия и взаимопомощи в коллективе;
- ролевые игры: моделирование критических ситуаций для отработки коммуникации и совместного принятия решений;
- разбор конфликтных ситуаций: обучение методам разрешения споров и поддержания здоровой атмосферы в команде.

4. Развитие лидерских качеств.

- основы управления экипажем: обучение принципам лидерства, распределения обязанностей и мотивации команды;
- управление в кризисных ситуациях: отработка действий в аварийных ситуациях, принятие решений под давлением и координация с внешними службами.

5. Оценка и обратная связь.

- промежуточная оценка: тестирование знаний и навыков, анализ психологической устойчивости и командной работы;
- итоговая аттестация: сдача экзамена по пройденным модулям, подготовка отчета о личных достижениях и областях для улучшения.

Ожидаемые результаты:

- повышение уровня психологической устойчивости членов экипажа;
- развитие навыков управления стрессом и адаптации к экстремальным условиям;
- улучшение командного взаимодействия и лидерских качеств.

Данная программа позволит экипажу эффективно справляться с психологическими нагрузками, возникающими в условиях северных широт, и обеспечит безопасное и успешное выполнение рейсов.

Не менее важным является командное взаимодействие экипажа. Слаженная работа команды является залогом успешного выполнения рейса. Капитан и старший состав судна должны обладать навыками эффективного распределения обязанностей, поддержания морального духа экипажа и оперативного реагирования на возникающие проблемы. Тренинги по командообразованию и управлению конфликтами способствуют улучшению взаимодействия между членами экипажа.

Программы обучения для развития командной работы в морских экипажах имеют конкретную цель это развитие навыков эффективного взаимодействия, коммуникации и сплоченности среди членов экипажа для успешного выполнения задач в условиях морских рейсов, особенно в экстремальных ситуациях.

1. Основы командной работы.

1.1 Теоретические основы командной работы:

- принципы эффективного взаимодействия в коллективе;

- роли и обязанности каждого члена экипажа;
- важность взаимопомощи и поддержки в условиях изоляции.
- 1.2 Коммуникационные навыки:
 - эффективное общение в условиях шума, стресса и нехватки времени;
 - активное слушание и обратная связь;
 - использование стандартизированных фраз и команд для минимизации ошибок.
- 2. Тренинги по командообразованию.
- 2.1 Командные игры и упражнения:
 - упражнения на доверие и сплоченность (например, "падение на доверие");
 - задачи, требующие совместного решения в ограниченное время.
- 2.2 Ролевые игры:
 - моделирование рабочих ситуаций на судне (швартовка, погрузка, аварийные ситуации);
 - распределение ролей и отработка взаимодействия в различных сценариях.
- 2.3 Разбор конфликтов:
 - изучение типичных конфликтных ситуаций на судне;
 - техники разрешения споров и поддержания здоровой атмосферы в команде.
- 3. Управление в кризисных ситуациях.
- 3.1 Действия в аварийных ситуациях:
 - отработка действий при пожаре, пробоине, эвакуации;
 - распределение обязанностей и координация действий в условиях стресса.
- 3.2 Принятие решений под давлением:
 - тренинги по быстрому анализу ситуации и принятию решений при ограниченной информации;
 - управление ресурсами и временем в критических условиях.
- 3.3 Взаимодействие с внешними службами:
 - координация с береговыми службами, спасательными командами и ледоколами.
- 4. Развитие лидерских качеств.
- 4.1 Основы лидерства:
 - принципы эффективного руководства экипажем;
 - распределение обязанностей и контроль выполнения задач.
- 4.2 Мотивация команды:
 - техники поддержания морального духа в условиях длительных рейсов;
 - поощрение инициативы и ответственности среди членов экипажа.
- 4.3 Управление в условиях неопределенности:
 - принятие решений в сложных и непредсказуемых ситуациях;
 - поддержание уверенности команды в действиях капитана и старшего состава.
- 5. Практические занятия.
- 5.1 Работа на тренажерах:
 - моделирование аварийных ситуаций и отработка командных действий;
 - отработка навыков управления судном в условиях ледовых полей, штормов и других экстремальных ситуаций.
- 5.2 Практика на судне:
 - участие в ежедневных операциях (вахтенная служба, швартовка, погрузка/разгрузка);
 - наблюдение за работой командного состава и участие в принятии решений.
- 6. Оценка и обратная связь.
- 6.1 Промежуточная оценка:
 - тестирование теоретических знаний;
 - оценка практических навыков командной работы на тренажерах и судне.
- 6.2 Итоговая аттестация:
 - сдача экзамена по всем пройденным модулям;
 - подготовка отчета о практике с анализом личных достижений и областей для улучшения;
 - рекомендации от капитана и старшего состава судна.
- 7. Дополнительные мероприятия.

7.1 Встречи с опытными капитанами:

- обмен опытом и разбор реальных кейсов командной работы.

7.2 Семинары и конференции:

- участие в мероприятиях, посвященных вопросам судоходства и командного взаимодействия.

7.3 Изучение кейсов аварий:

- разбор реальных аварийных ситуаций с точки зрения командной работы и человеческого фактора.

Ожидаемые результаты программы:

- повышение уровня сплоченности и взаимопонимания в экипаже;
- развитие навыков эффективного взаимодействия в штатных и аварийных ситуациях;
- улучшение способности экипажа быстро и слаженно реагировать на кризисные ситуации;
- формирование лидерских качеств у старшего состава и капитанов.

Обучения командной работе в морских экипажах направлена на создание сплоченного, профессионального коллектива, способного эффективно выполнять задачи в условиях длительных рейсов и экстремальных ситуаций. Развитие навыков коммуникации, взаимопомощи и лидерства позволит минимизировать риски и обеспечить безопасность и успешность морских операций.

С каждым годом интерес к СМП растет – это стратегический маршрут, связывающий Европу и Азию. Однако без подготовленных экипажей он не станет по-настоящему безопасным. Успешное освоение северных морских путей зависит от людей, готовых работать в экстремальных условиях. Их профессионализм, стрессоустойчивость и командный дух – залог успешной навигации в этом ледяном королевстве.

Подготовка моряков к работе в условиях Севера – это не просто обучение, это формирование новой породы специалистов, для которых холод, лед и изоляция – часть профессии. И именно они делают возможным движение судов там, где природа диктует свои жесткие правила.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев, В. И. Человеческий фактор в морском судоходстве. – Москва: Транспорт, 2019.
2. Иванов, П. А. Безопасность судоходства в арктических условиях. – Санкт-Петербург: Морское издательство, 2020.
3. Смирнов, К. Л. Подготовка экипажей судов к навигации в экстремальных условиях. – Владивосток: Дальневосточный государственный университет, 2018.
4. International Maritime Organization (IMO). Guidelines on Fatigue Mitigation and Management. – London, 2019.
5. Smith, J. Human Factors in Arctic Navigation. – Cambridge: Marine Safety Press, 2021.
6. Федеральное агентство морского и речного транспорта РФ. Правила подготовки экипажей судов для работы в условиях Севера. – Москва, 2022.
7. Lloyd's Register. Arctic Shipping Safety and Risk Management. – London, 2021.
8. Головин, С. Н. Психологическая устойчивость экипажей в условиях изоляции. – Мурманск: Арктический научный центр, 2020.
9. International Chamber of Shipping (ICS). Best Practices for Arctic Navigation. – London, 2021.
10. Попов, В. Е. Современные технологии в навигации по Северному морскому пути. – Архангельск: Северное издательство, 2019.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Человеческий фактор, судоходство, Северный морской путь, сибирские реки, подготовка экипажей, безопасность, экстремальные условия, психологическая устойчивость, командная работа, навигация.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Мочалин Константин Сергеевич, проректор по учебной работе, директор института «Морская академия» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Приваленко Алексей Александрович, соискатель, доцент кафедры Судовождения ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

МЕТОД ВЕСОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ МАЛОЗНАЧИМЫХ АМПЛИТУД КАЧКИ СУДНА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.И. Сичкарёв

Выявлены сложности получения амплитудно-частотной характеристики качки судна при представлении спектра волнения по независимым источникам и получении спектра качки из записи качки, когда в отдельных интервалах частот качки выявляются единичные колебания заметной амплитуды. Это приводит к увеличению ширины спектра качки, не обоснованной возбуждающими частотами волнения. Предложена гипотеза использования весовых коэффициентов к интервальным амплитудам качки. В качестве весовых коэффициентов предложено использовать повторяемость интервальных амплитуд. Гипотеза проверена на волнении с кажущимся спектром, на котором получена амплитудно-частотная характеристика качки. Проверка гипотезы показала идентичность её результатов по контролируемым параметрам с результатами прямых вычислений прогнозируемой качки, но существенное снижение трудоёмкости работ по получению амплитудно-частотной характеристики качки. Предложенный метод рекомендуется к применению.

В процессе обработки записи качки морского судна выполняется операция распределения значений амплитуд качки по шкале интервалов частот качки. Эта операция необходима для итогового представления качки в виде спектра её амплитуд по аргументу частоты качки, который, в свою очередь, необходим для последующего получения амплитудно-частотной характеристики качки (АЧХ) в выполняемом рейсе судна. Ширина интервалов частот качки в интервальной шкале подбирается опытным путём таким образом, чтобы разность частот $\Delta\Omega$, равная разности частот границ интервалов $\Delta\Omega_i = \Omega_{i+1} - \Omega_i$, переведённая в разность длин волн $\Delta\lambda$, не превышала 2% длины судна в значимом диапазоне частот: $\Delta\lambda \leq 0,2L$, где L – длина судна.

В процессе распределения полученных значений амплитуд $\theta_i(\Omega)$ по соответствующим интервалам частот $\Delta\Omega_i$ в каждой интервальной ячейке накапливается некоторое число n различных значений амплитуд. Далее используется методология математической статистики: для получения операционного значения интервальной амплитуды все n различных значений амплитуд необходимо осреднить и далее работать со средними интервальными амплитудами $\theta_{ср}$. Это удобно для выполнения планируемой работы, но приходится учитывать, что в каждом частотном интервале имеются амплитуды разных значений, среди которых присутствуют максимальные значения θ_{max} . Поэтому важной информацией становится изучение отношения

$$m = \frac{\theta_{max}}{\theta_{ср}}, \quad (1)$$

на которое необходимо ориентироваться при назначении допустимого значения средней амплитуды в прогностических расчётах качки.

Одновременно количество n значений амплитуд в данном интервале $\Delta\Omega$ позволяет определить повторяемость P средней амплитуды этого интервала

$$P = \frac{n}{N} * 100 \% , \quad (2)$$

где N – общее количество значений амплитуд в полученной записи качки.

Рассматривая повторяемость P по всем интервалам распределения амплитуд, можно ассоциировать её также с вероятностью появления такого частотного интервала в обработанной записи качки; с вероятностью средней амплитуды, соответствующей этому интервалу частоты; с достоверностью (значимостью, убедительностью, представительностью) этой амплитуды по сравнению с другими. Последнее утверждение нуждается в уточнении: достоверность средних интервальных амплитуд тем выше, чем больше n в данном интервале и, соответственно, P . На этом основании повторяемость P можно рассматривать как весовой коэффициент средней амплитуды каждого интервала частот.

В технических приложениях в качестве весовых коэффициентов k обычно используют величину, обратно пропорциональную дисперсии D процесса

$$k = \frac{1}{D} = \frac{n-1}{\sum(x_i - \bar{x})^2} . \quad (3)$$

Числитель этого выражения отображает количественную сторону внутриинтервальной статистики, а знаменатель – её сущностную сторону. Абстрагируясь от сущностной стороны интервальной статистики, т.е. удовлетворяясь только её средней величиной, весовой коэффициент имеет аналогию с повторяемостью (2), но (2) проще вычисляется и поэтому предпочтительней в качестве весового коэффициента.

В этой связи представляется важным рассмотреть ситуацию с теми интервалами, в которых при достаточно большом N , достигающем за период квазистационарности волнения в записи качки 200–400 значений амплитуд качки (вдвое больше количества записанных периодов качки), накапливается всего по 1–2 значения амплитуд. Для сравнения: за 20–40 минут качки судна в некотором частотном интервале обнаружилось одно-два наклонения на правый или левый борт с некоторой (иногда большой) амплитудой. По всей видимости, такой случай следует рассматривать как некую случайность в волновом гидродинамическом процессе, причины которой лежат не в области качки судна как стационарного процесса, а в гидродинамике вероятностного волнового процесса, способного иногда генерировать одиночную волну большой высоты из суммы частных волновых систем с очень малой обеспеченностью. Возникает и ситуация с противоположным результатом появления волны нулевой высоты, когда судно оказывается в состоянии свободных колебаний с собственным периодом качки, отличным от вынужденной качки с кажущимся периодом волнения. В этом случае в распределении амплитуд качки оказывается пропуск колебаний. Эти редкие частные случаи заслуживают специальных исследований, особенно в ситуации появления больших амплитуд качки.

Этот вопрос приобретает актуальность в связи с тем, что учёт этих отдельных малопредставительных колебаний в области низких и высоких частот приводит к значительному увеличению ширины спектра амплитуд качки, который не адекватен ширине спектра действующего волнения. Вследствие этого возникают проблемы с аппроксимацией распределения амплитуд качки гладкой функцией, а расчёт приводит к физически нереальным завышениям значений амплитудно-частотной характеристики качки (АЧХ) судна в области высоких или низких частот.

В связи с этим возникает задача поиска приемлемых алгоритмируемых методов отсеивания малозначимых интервальных амплитуд с низкой повторяемостью, не зависящих от произвола оператора в выборе аппроксимаций для целей получения характеристики судна как физического осциллятора. В качестве возможного метода решения задачи объективного отсеивания предлагается использовать в каждой интервальной амплитуде весовые коэффициенты, основанные на повторяемости амплитуд этого частотного интервала, что представим в виде рабочей гипотезы.

Выдвигается следующая технология реализации рабочей гипотезы: аппроксимируется распределение интервальных амплитуд θ , умноженных на весовые коэффициенты в виде повторяемости P амплитуд этого частотного интервала; полученная аппроксимация затем уменьшается по амплитуде в z раз,

$$z = \frac{(\theta P)_{max}}{\theta_{max}} ; \quad (4)$$

эта аппроксимация распределения θ принимается в качестве рабочей для получения АЧХ качки судна с применением спектра кажущегося волнения на этом курсе судна.

Для проверки действительности гипотезы рассмотрим качку судна «Селенга», для которого спектры кажущегося волнения $S_{\zeta}(\Omega)$ получены в [1], а методология получения распределения θ и АЧХ $\Phi(\Omega)$ приведены в [2, 3, 4].

Исследование качки проводилось на курсах судна 242°, 270°, 330°. Обработка записей качки на этих курсах давала результат в виде частотного распределения средних интервальных амплитуд качки $\theta_{cp}(\Omega_i)$, где Ω_i – среднее значение частоты каждого i частотного интервала. Полученные распределения в некоторых интервалах содержат отдельные нерегулярные всплески средних значений амплитуд, в связи с чем эти распределения необходимо аппроксимировать гладкими функциями.

Для каждого из этих курсов получены кажущиеся спектры суммарного волнения в виде суперпозиции частных спектров зыби и ветрового волнения, также аппроксимированные аналитическими функциями.

Интервальные значения АЧХ получены по методу Хинчина-Винера

$$\Phi(\Omega) = \frac{\theta(\Omega)}{\sqrt{2S\zeta(\Omega)}} \quad (5)$$

Приемлемость рабочей гипотезы можно проверить следующим образом. Обработать полученные интервальные распределения $\theta(\Omega)$ предложенным способом, умножая их на интервальные повторяемости $P(\Omega)$; аппроксимировать $P(\Omega)*\theta(\Omega)$; преобразовать аппроксимацию в $z*P(\Omega)*\theta(\Omega)$; с полученным преобразованием рассчитать значимую АЧХ

$$\Phi_z(\Omega) = \frac{z*P(\Omega)*\theta(\Omega)}{\sqrt{2S\zeta(\Omega)}} \quad (6)$$

Далее по значимой АЧХ $\Phi_z(\Omega)$ частных курсов рассчитать среднюю значимую АЧХ $\Phi_z(\Omega)$ по всем курсам, а по средней значимой АЧХ рассчитать качку на каждом курсе со своим кажущимся спектром волнения. Сравнить полученные распределения качки по частоте максимума Ω_m и по максимальной амплитуде $\max\theta(\Omega_m)$, сделать выводы об эффективности метода весовой фильтрации для прогнозирования качки в основном частотном диапазоне.

На курсах 242°, 270°, 330° по предложенному алгоритму проверки получены аппроксимации распределения $z*P(\Omega)*\theta(\Omega)$, рисунок 1, а, б, в.

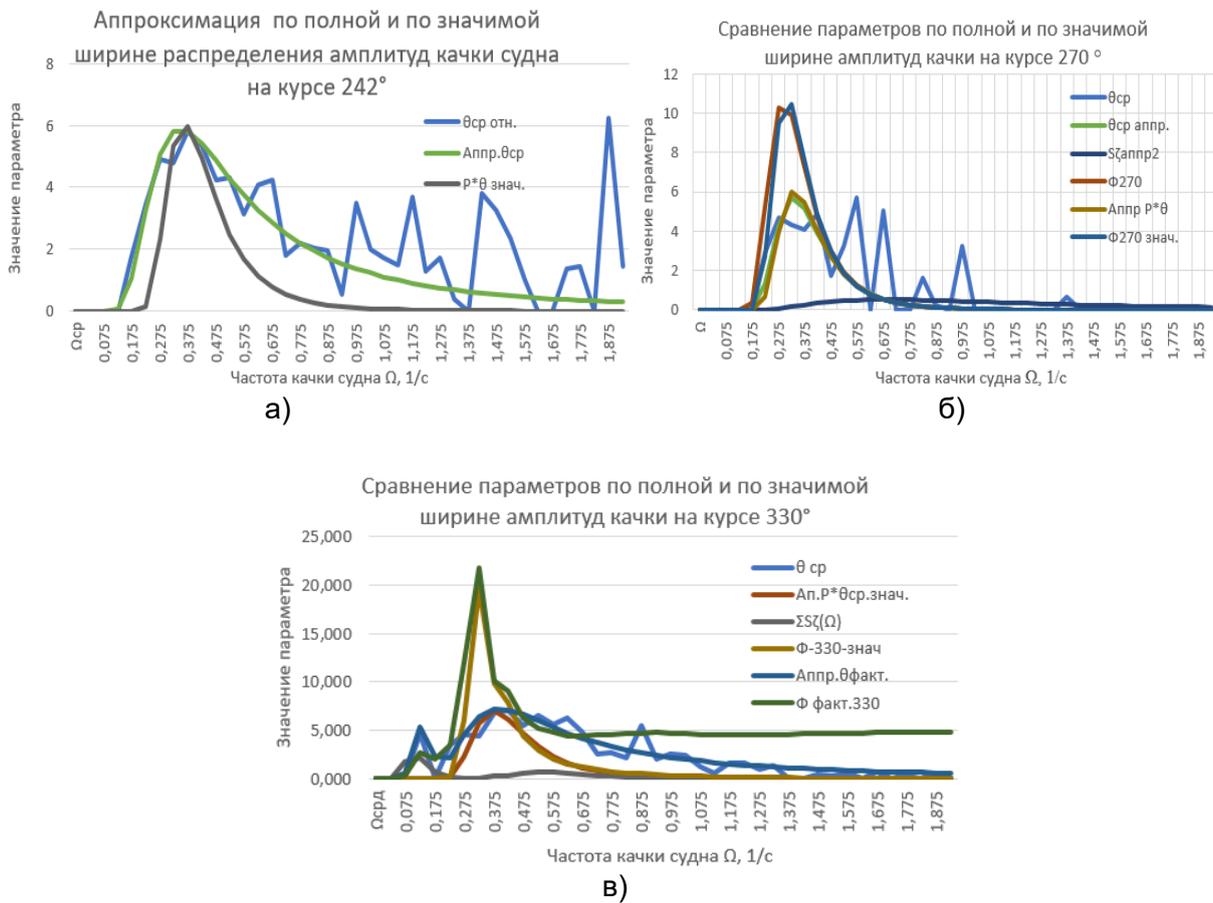
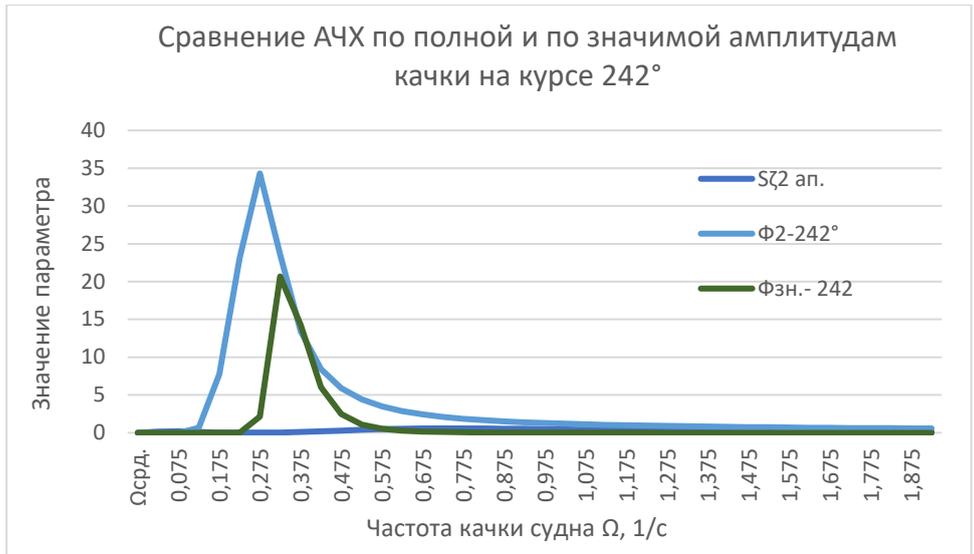


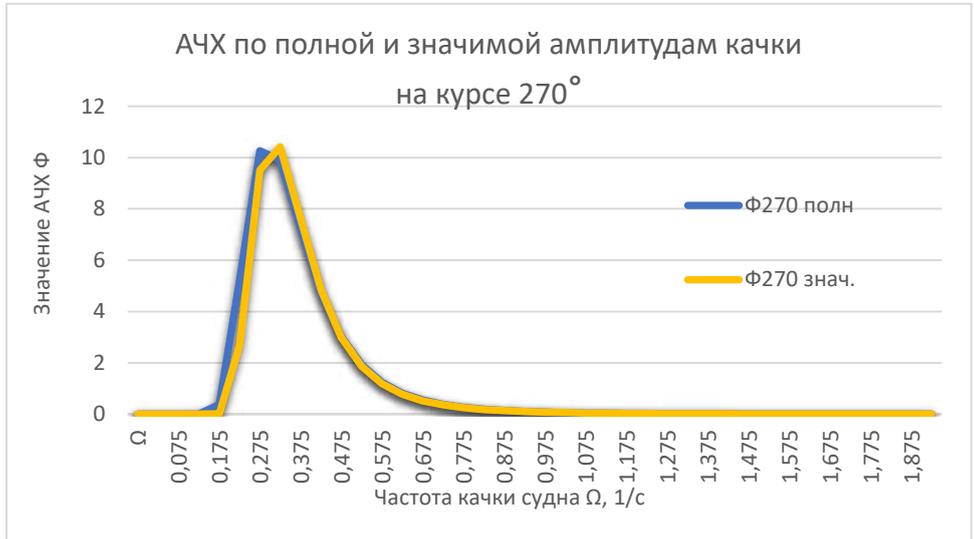
Рисунок 1 – Сравнение различных параметров качки по полной и по значимой амплитудам качки:

а – на курсе 242°; б – на курсе 270°; в – на курсе 330°;

На рисунке 2 (а, б, в) представлены АЧХ, полученные по полному и значимому распределению амплитуд качки.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – сравнение АЧХ качки по полной и значимой ширине амплитуд качки: а) на курсе 242°; б) на курсе 270°; в) на курсе 330°

Заметный сдвиг частот максимумов аппроксимаций АЧХ качки наблюдается на курсе 242°, на котором проявляется влияние эпизодических амплитуд в низко- и высокочастотных диапазонах спектра качки. На этом курсе также заметна разница в максимальных значениях АЧХ, полученных по полной и по значимой ширине диапазона частот качки. При этом максимумы АЧХ различаются на разных курсах; это различие наибольшее при полной ширине диапазона частот качки. Истинные причины различия АЧХ на разных курсах требуют дополнительных выяснений.

Обобщение полученных АЧХ на различных курсах судна представлено в виде их среднего арифметического по частотам, рисунок 3.

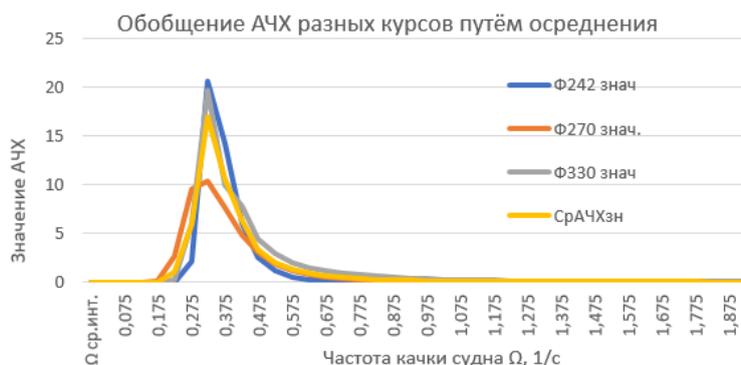


Рисунок 3 – Получение средней АЧХ из АЧХ на разных курсах

Итоговая проверка результативности рабочей гипотезы проведена расчётом качки судна по средней АЧХ на кажущемся волнении каждого курса, рисунок 4 а, б, в.

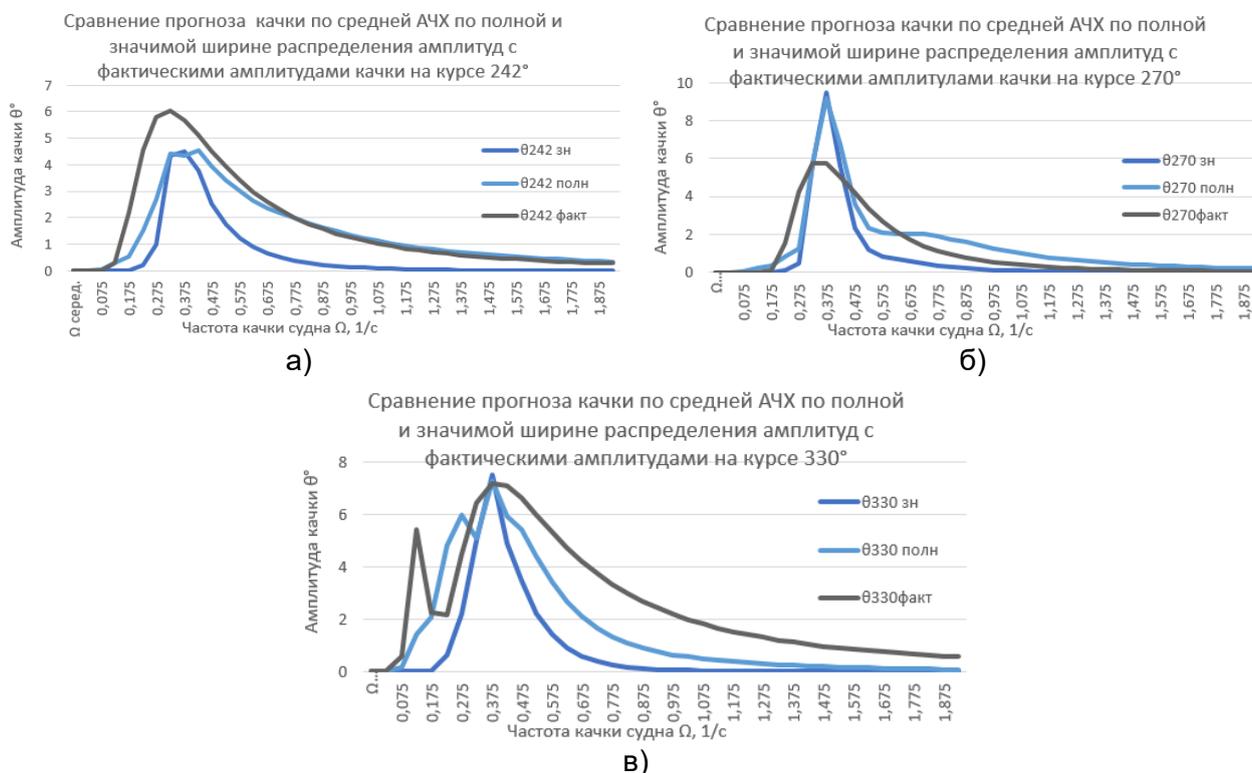


Рисунок 4 – Сравнение прогноза качки, рассчитанной со средней АЧХ по полной и значимой ширине амплитуд качки на кажущемся волнении разных курсов:

а) на курсе 242°; б) на курсе 270°; в) на курсе 330°

Одинаковые значения максимумов амплитуд качки, полученных по полной и по значимой ширине распределения амплитуд, и практически полное совпадение частот максимумов при меньшей ширине распределения значимых амплитуд позволяют сделать следующие выводы:

– метод значимых амплитуд с использованием весовых коэффициентов в виде

повторяемости P амплитуд частотного интервала не изменяет значений частот максимума амплитуд качки и значений максимальных амплитуд;

- указанный метод эффективно устраняет малозначимые единичные колебания, природа которых не относится к свойствам судна как осциллятора;
- трудоёмкость работы со значимыми амплитудами качки значительно снижается;
- рабочая гипотеза может быть принята в качестве рабочего метода обработки записей качки для получения АЧХ и прогноза качки на прогностическом кажущемся волнении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сичкарёв В.И. Идентификация волновых условий по спектру качки судна / В.И. Сичкарёв, В.П. Умрихин, М.Д. Тарасенко // Транспортное дело России, № 7, 2024. – С. 156-161.
2. Сичкарёв В.И. Теоретические основы штормового плавания / В.И. Сичкарёв, В.П. Умрихин, А.Г. Поминов, А.А. Приваленко. – Новосибирск: СГУВТ, 2021. – 210 с.
3. Сичкарёв В.И. Применение спектральных методов качки для выбора безопасного пути движения судна / В.И. Сичкарёв, В.П. Умрихин // Транспортное дело России, № 5, 2022. – С. 188 – 193.
4. Сичкарёв В.И., Умрихин В.П., Палагушкин Б.В. Способ контроля и обеспечения безопасности штормового плавания судна / Патент на изобретение РФ № 2813122 от 26.09.2023.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:	<i>Интервалы частот качки, амплитуды качки, весовые коэффициенты, аппроксимация спектра качки, аппроксимация спектра волнения, амплитудно-частотная характеристика качки, прогноз качки.</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:	<i>Сичкарёв Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры «Судовождения» ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:	<i>630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>

ПРОБЛЕМЫ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРИСУДОВОЙ СВЯЗИ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

А.Н. Мунарев

Внутрисудовая связь является основным приоритетом любой системы управления судном. Потеря внутрисудовой связи, как говорят судоводители, ведёт к потере управления судном. Одной из наиболее серьёзных проблем, затрудняющих успешную эксплуатацию судов, является аварийность. По статистическим данным в среднем каждый год из-за аварийных ситуации выходят из строя около 300 только крупнотоннажных судов. Анализ происшествий, аварий и катастроф показывает, что снижение их последствий, спасение членов экипажей судов во многом зависят от своевременных решений капитанов судов и эффективных действий членов экипажей. Важный фактор, влияющий на живучесть судов большого водоизмещения, снижения их аварийностей – это надёжная и непрерывная внутрисудовая связь, которая обеспечивает координацию действий всех членов экипажей, их аварийных партий, участвующих в ликвидации аварий и их последствий.

Аппаратура систем внутрисудовой связи в настоящее время стала значимой, востребованной, обязательной для современных судов. Это оборудование предназначено не только для управления собственным судном, но и для организации и руководства ведения борьбы за живучесть судна при аварийных повреждениях, то есть борьбы экипажа за непотопляемость судна при поступлении забортной воды, проведения мероприятий по восстановлению устойчивости и спрямлению аварийного судна, а также борьбы экипажа с пожарами во всех водонепроницаемых отсеках и помещениях судна. Кроме этого, приборы систем внутрисудовой связи обеспечивают трансляцию широкополосных радиопередач в служебные и жилые помещения судна.

Современное судно большого водоизмещения в процессе своего эксплуатационного цикла, который длится до сорока-пятидесяти лет, может оказаться в различных трудноразрешимых ситуациях без наличия внутрисудовой связи.

В своё время один из главных конструкторов современных судов среднего и большого тоннажа, оценивая сложность судовой конструкции: надстройки на верхней палубе, мачты, трубы, кран-балки, внутрикорпусные помещения, отсеки, трюмы – сравнил судно с городом. Этим сказано многое, но не всё. Ведь на самом деле подобный «город», перемещаясь в водных просторах, проходит разные географические и климатические зоны. А в низинах этого «города» - трюмах и отсеках постоянно находится большое количество горючесмазочных и взрывоопасных топливных материалов, которые при определенных нежелательных ситуациях могут воспламениться, и тогда возникнет пожар на судне. Экипаж судна, состоящий из нескольких десятков человек, действует согласно судового распорядка дня. Члены экипажа перемещаются между жилыми и служебными помещениями, выполняют различные судовые работы, несут ходовые вахты, производят швартовку судна причалом, осуществляют как минимум три раза в сутки приборку на верхней палубе, надстройках, жилых и служебных помещениях выполняют специальные мероприятия, тренировки и учения по борьбе за живучесть судна. В каждой части корпуса судна находятся кладовые сухой и мокрой провизии, морозильные камеры и хранилища для размещения различного продовольствия на длительный срок. Эти помещения требуют соответствующего контроля и обслуживания специалистами экипажа судна. На судне есть помещения для приготовления и приёма пищи, отдыха, медицинского обслуживания.

Для обеспечения живучести и непотопляемости современного судна его корпус разделен определенным количеством водонепроницаемых переборок. Оборудование и техника размещаются в различных помещениях, платформах и палубах судна. Все эти различные жилые и служебные помещения подобного «города» должны быть опоясаны подобно паутиной внутри судовой связи, которая должна быть в рабочем состоянии в любое время суток, сезона и года.

Для достижения наибольшего экономического эффекта работы каждого судна, безопасности производственной деятельности их экипажей и обеспечения безопасности судоходства, существенную роль в этом выполняет система громкоговорящей связи и трансляции.

Только внутрисудовая связь почти всегда мгновенно преобразует экипаж судна в единый слаженный организм, действующий по воле капитана судна, который своевременно координирует действия всех членов экипажа. А это может иметь огромное решающее значение при чрезвычайных ситуациях и происшествиях.

Задачи и основное назначение внутрисудовой связи:

- голосовая циркулярная громкоговорящая передача команд и распоряжений с ходового (капитанского) мостика по всем жилым и служебным помещениям судна;
- срочная двухсторонняя голосовая связь ходового мостика с машинным отделением судна;
- трансляция звонкой сигнализации колоколов громкого боя для систем одностороннего оповещения членов экипажа судна при подаче сигналов тревог;
- внутрисудовая безбатарейная телефонная связь с членами экипажа судна, в каких бы то ни было жилых и служебных помещениях они не находились;
- аварийная связь, которая обеспечивает обмен информацией ходового мостика с аварийными местами при проведении борьбы за живучесть судна;
- трансляция объявлений и широкоэвещательных радиопередач по жилым помещениям судна.

Внутрисудовая связь состоит из трех следующих составляющих частей:

- средство судовой проводной электросвязи;
- системы судовой командной безбатарейной телефонной связи (БТС);
- системы громкоговорящей связи (ГГС) и трансляции.

На современном судне транспортного флота находится большое количество разных и сложных механизмов и систем. Чтобы эффективно эксплуатировать их необходимы быстрота и слаженность действий всех членов экипажа.

Слаженность экипажа достигается при использовании многоканальной системы проводной электросвязи, которая обеспечивает постоянную оперативную связь между руководителями и исполнителями различных видов судовых работ.

Широко разветвленная на судне система проводной электросвязи обеспечивает своевременную и конкретную передачу команд и распоряжений с ходового мостика в исполнительные службы. Кроме этого средства проводной электросвязи осуществляют передачу информации о работе судовых механизмов, особенно в машинном отделении.

Многоканальная проводная электросистема поддерживает двухстороннюю связь между службами, бытовыми и жилыми помещениями судна.

Система судовой командной безбатарейной телефонной связи (БТС) предназначена для парного и избирательного циркулярного соединения между капитанским мостиком и исполнительными службами, то есть в парной связи – между двумя абонентами, в циркулярной избирательной связи – с произвольно выбранными абонентами.

Безбатарейная телефонная связь служит для соединения одного из абонентов и коммутатора либо циркулярного соединения коммутатора и несколько абонентов. Избирательная связь между двумя абонентами на судах осуществляется с помощью автоматических телефонных станций (АТС) различных типов.

В настоящее время действующие системы внутрисудовой связи с телефонными аппаратами типа СТА-1, СТА-2, СТА-3 (рисунок 1) вместе с положительными качествами – более простые, надежны в управлении, обладают некоторыми недостатками. Такими, как большие габариты и масса, большое количество, симметрирующих кабелей, высокая материалоемкость.

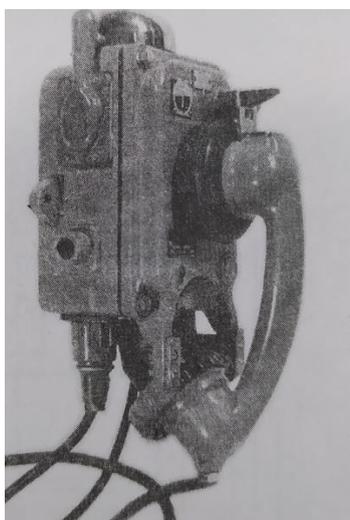


Рисунок 1 – Телефонный аппарат типа – СТА

Кроме этого, построенная на основе многоконтактных механических переключателей и реле данная аппаратура не поддается простому переводу на современную элементную базу микроэлектроники.

На замену устаревшей системы пришла новая современная система БТС «VSP» с её телефонами: VSP-211-L, VSP-213-L, VSP-223-L (рисунок 2)



Рисунок 2 – Система безбатарейной телефонной связи «VSP»

Безбатарейная телефонная система «VSP» имеет лёгкую и прочную конструкцию, которая не подвергается коррозии, особенно на верхних открытых палубах и надстройках судна. Система «VSP» предоставляет высокое качество речи при любых окружающих средах на борту судна и различных внешних воздействующих факторов.

Аппаратура с электромагнитными микрофонами, не требующая аккумуляторных батарей, называется безбатарейной. Принцип работы БТС состоит в том, что на капитанском мостике при передаче сообщений звуковая энергия (речь) с помощью микрофона преобразуется в электрическую энергию, которая передается по проводам связи в пункты приёма исполнительных команд и служб, где электрическая энергия с помощью телефона снова преобразуется в звуковую энергию (голос).

Оборудование системы БТС размещаются как во внутренних помещениях судна, так и на верхней открытой палубе и надстройках.

Преимущества системы командной безбатарейной телефонной связи «VSP» заключаются в следующем:

- упрощается конструкция корпусов телефонных аппаратов и коммутаторов;
- сокращаются массогабаритные характеристики приборов и оборудования;
- повышается помехоустойчивость системы к помехам как естественного, так и искусственного происхождения;
- повышается степень унификации приборов и устройств по условиям их применения на верхних палубах и надстройках судна-водозащищенные и брызгозащищенные;
- снижается трудоёмкость изготовления приборов и устройств системы, а вследствие чего снижается их себе стоимость;
- в период ремонта судов снижается трудоёмкость при монтаже на старую кабельную сеть новых приборов и устройств аппаратуры;
- после монтажа из-за уменьшения количества свободных вводных отверстий кабельных трасс снижается уровень радиопомех от передающих антенн радиосвязи на капитанском мостике, которые воздействуют и проникают внутрь коммутаторов и телефонных аппаратов, расположенных на верхней палубе и надстройках судна.

Телефонный аппарат VSP-211-L (рисунок 3) применяется для установки в пульт судоводителя рулевой рубке или же настенного монтажа в ходовой рубке.



Рисунок 3 – Телефонный аппарат VSP-211-L

Телефонный аппарат VSP-213-L (рисунок 4) применяется для установки в радиорубке и в постах управления судовыми системами, а также в каютах экипажа.



Рисунок 4 – Телефонный аппарат VSP-213-L

Телефонный аппарат VSP-213-L отличается от телефонного аппарата VSP-211-L тем, что он включает в себя 12-и канальную систему с 12-ю селекторными переключателями для избирательного вызова. Аппаратура может быть расширена до 20-и станций с помощью добавления дополнительной группы. Имеет микрофоны с шумоподавлением.

Телефонный аппарат VSP-223-L (рисунок 5) применяется для установки в шумных помещениях-в машинных отделениях. В конструкции аппарата предусмотрена возможность дублирования сигнала вызова прерывистым светом в тех случаях, когда окружающие шумы затрудняют приём вызова на звонок. То есть телефон имеет световую и звуковую сигнализацию при посылке вызова.



Рисунок 5 – Телефонный аппарат VSP-223-L

В качестве визуальной индикации используют вращающийся светильник на 24 вольта (рисунок 6). Кроме этого, телефон имеет красную кнопку остановки сигнала вызова (тревоги).



Рисунок 6 – Вращающийся светильник на 24 вольта

Выносные переговорные устройства предназначены для обеспечения свободы действий и перемещений абонента, а также для защиты органов слуха абонента от повышенных шумов до 130 дБ, то есть для снижения уровня акустических помех, создаваемых людьми и окружающими механизмами. В состав переговорных устройств входит головные гарнитура и шлемофоны. Головные гарнитуры являются индивидуальным средством защиты слуха от повышенного шума, они оснащены встроенными шумозащищенными микрофонами. Телефон VSP-223-L для ведения переговоров и обмена информацией имеет головную гарнитуру VSP-36-PELP (рисунок 7).



Рисунок 7 – Головная гарнитура VSP-36-PELP

Данная гарнитура при наращивании до 10 метров шнура осуществляет телефонную связь в условиях повышенного шума в машинных отделениях, где абонент может свободно перемещаться в машинном отделении в различных направлениях. Эта гарнитура взрыво- и пожарозащищенная.

В современной безбатарейной телефонной связи предоставляется высокое качество речи при любых окружающих средах на борту судна: при высоких и низких температурах, повышенной влажности окружающего воздуха, воздействия на аппаратуру атмосферных осадков и брызг воды.

Состав полной комплектации приборов и устройств системы судовой командной безбатарейной связи «VSP» указан на рисунке 8.

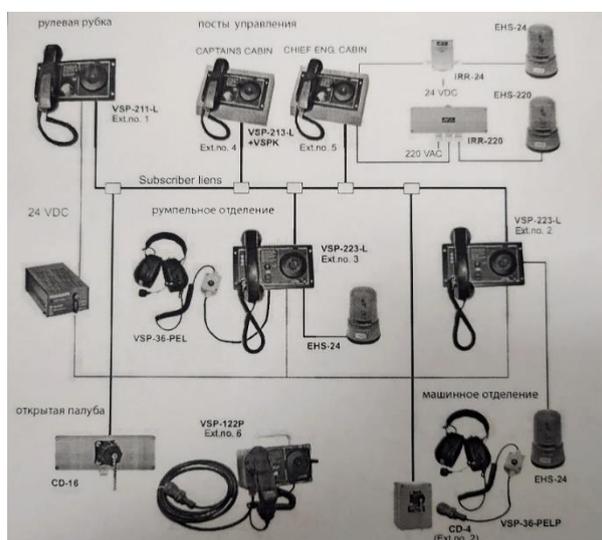


Рисунок 8 – Комплектация приборов и устройств системы «VSP»

Последняя третья составляющая внутрисудовой связи – это система громкоговорящей связи (ГГС) и трансляции.

ГГС и трансляция широко применяются на судах, заменяя в некоторых случаях установки телефонной связи. ГГС обеспечивает безопасность производственной деятельности экипажей судов. Она предназначена для передачи распоряжений и служебных сообщений во все служебные и жилые помещения, а также на открытые палубы судна. Данный вид связи представляет собой проводную связь для оперативной передачи информации при чрезвычайных

ситуациях и аварийных происшествий, когда своевременная координация действий экипажа имеет решающее значение.

Аппаратура трансляции предназначена для командных и радиовещательных передач и звукозаписи на судах всех типов.

Действующие на судах системы громкоговорящей связи и трансляции такие как, «Каштан» и «Рябина» постепенно устаревают они выработали из себя эксплуатационные возможности. Основные параметры и характеристики аппаратуры становятся менее устойчивыми и ненадежны.

Анализ технического уровня и тенденций развития и совершенствования аппаратуры и ГГС показал различные недостатки.

Известно, что на верхних надстройках капитанских мостиков судов находится определенное количество передающих антенн радиостанций различных диапазонов частот. При передаче сообщений в различные пункты приема, переменный электрический ток высокой частоты, созданной в передающей антенне, вызывает в окружающем пространстве электромагнитное поле, которое распространяется в виде электромагнитных волн.

Абонентские приборы аппаратуры громкоговорящей связи, установленные на верхних палубах и надстройках судов, постоянно подвергаются воздействию электромагнитных излучений передающих антенн, которые наводят в приборах преднамеренные помехи, мешающие нормальной работе системы ГГС, и часто делающие её невозможной.

Электромагнитное поле передающих антенн также воздействует на микрофонный двухпроводной симметричный кабель.

Отдельные средства внутрисудовой связи и соединяющие их кабельные трассы в некоторых взрыво- и пожароопасных судовых помещениях и отсеках функционируют в условиях высоких температур, давления и влажности, что приводит к понижению надежности и неустойчивой работы аварийной связи, а иногда вообще выходит из строя, из рабочего состояния. Например, это такие судовые помещения, как машинное отделение, румпельное отделение, а также верхняя палуба и надстройки судна, где влажность превышает допустимые нормы. При эксплуатации аппаратуры внутрисудовой связи уменьшается живучесть и стойкость к внешним воздействующим факторам.

При пожарах или затоплении отсеков судна возможны повреждения проводов и кабелей, которые связывают между собой все элементы, приборы, оборудование аппаратуры внутрисудовой связи. В итоге вся система может выйти из строя.

Анализ работы внутрисудовой связи показывает, что в аварийных случаях внутри судна не обеспечивается высоконадежная связь, причина – низкая живучесть оборудования и кабельных линий при поступлении в отсек воды или пожара. В результате выгорания судовых кабельных сетей или коротких замыканий становится неработоспособной система громкоговорящей связи и трансляции.

Основным направлением развития современных систем внутрисудовой связи явилось проектирование перспективной системы и её эксплуатации с применением волоконно-оптических линий связи, которые также улучшают качество работы многоканальной электросвязи. Использование волоконно-оптического кабеля даёт значительный эффект в повышении помехозащищенности абонентских приборов внутрисудовой связи, так как при этом полностью исключаются электромагнитные наводки, действующий на микрофонный кабель.

Современный комплекс аппаратуры «Крапива» как раз и используется вместо аппаратуры «Каштан» и «Рябина». Это аппаратура не подвержена преднамеренным помехам, устойчиво работает в условиях магнитных бурь.

Дальнейшее развитие и модернизация систем внутрисудовой связи будет определяться научно – техническим прогрессом и экспериментальными исследованиями в данной области, а значит и созданию новых систем устойчивой и надежной внутрисудовой связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катанович А. А. Современные системы внутрисудовой связи / А. А. Катанович – С-Петербург: «Судостроение» – 2021-234с.
2. Ковальчук В.С. Судовая радиоэлектроника / В. С. Ковальчук – М.: «Транспорт» – 1998-345с.
3. Буторин И. С. Системы внутрисудовой ГГС и трансляции / И. С. Буторин М.:- «Транспорт» – 2007-186с.

4. Любимов В.С. Система внутрикорабельной аварийной связи / В.С. Любимов – С-Петербург : “Судостроение” – 2008-178с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Судовая проводная электросвязь, системы судовой командной безбатарейной телефонной связи, системы громкоговорящей связи и трансляции, борьба за живучесть судна при чрезвычайных ситуациях и аварийных происшествиях.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Мунарев Александр Николаевич, старший преподаватель кафедры Судовождения ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ОПТИМИЗАЦИЯ НАВИГАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОКОМПЛЕКСА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

А.А. Приваленко, И.Ю. Линевич

Статья рассматривает разработку метеокомплекса для гидрометеорологического обеспечения судоходства. Основное внимание уделено современным технологиям, таким как наземные станции, судовые метеосистемы, спутниковые наблюдения и численные модели прогнозирования. Описана цель создания комплекса, который интегрирует данные с различных источников для обеспечения безопасности судоходства. Приведены технические требования к системе, включая устойчивость к экстремальным условиям, интеграцию с навигационными системами и модульность. Практические испытания подтвердили эффективность метеокомплекса в суровых условиях. В заключении обсуждается потенциал дальнейшего развития системы, включая использование искусственного интеллекта для улучшения прогнозирования.

Современные системы гидрометеорологического обеспечения включают в себя наземные станции, судовые метеорологические комплексы, спутниковые системы наблюдения и численные модели прогнозирования. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения:

1. Наземные гидрометеорологические станции обеспечивают высокую точность локальных измерений, но их пространственное покрытие ограничено, особенно в удалённых районах, таких как Арктика. Они измеряют температуру, влажность, давление, скорость и направление ветра, а также гидрологические параметры, такие как уровень воды и скорость течений.

2. Судовые метеорологические системы позволяют получать данные в реальном времени, но их точность может снижаться из-за нестабильных условий эксплуатации. Современные судовые системы оснащены датчиками температуры, давления, влажности и ветра, а также интегрированы с навигационными системами для автоматического обновления маршрутов.

3. Спутниковые системы наблюдения предоставляют глобальные данные о погодных условиях, ледовой обстановке и состоянии морской поверхности. Однако их разрешение и периодичность наблюдений могут быть недостаточными для оперативного реагирования.

4. Численные модели прогнозирования, такие как WRF и HYCOM, используются для прогнозирования погодных и гидрологических условий. Однако их точность зависит от качества входных данных и вычислительных ресурсов.

Целью разработки метеокомплекса является создание системы, способной интегрировать данные с различных источников (наземные станции, судовые системы, спутники) и предоставлять оперативную информацию для обеспечения безопасности судоходства. Основные функции метеокомплекса включают измерение метеорологических параметров (температура, влажность, давление, ветер) и гидрологических характеристик (уровень воды, скорость течений, ледовая обстановка).

Технические требования к метеокомплексу:

1. Надёжность и устойчивость: Метеокомплекс должен быть устойчив к воздействию экстремальных условий, таких как низкие температуры, высокая влажность и солёность. Оборудование должно работать в диапазоне температур от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и иметь защиту от влаги и пыли (класс защиты IP67 или выше).

2. Энергоснабжение: Система должна быть оснащена автономными источниками питания, такими как солнечные батареи или аккумуляторы, для обеспечения долгосрочной работы без частого обслуживания.

3. Интеграция с навигационными системами: Метеокомплекс должен быть совместим с судовыми навигационными системами (GPS, ECDIS) и поддерживать стандарты передачи данных (NMEA 0183, NMEA 2000, TCP/IP).

4. Модульность и возможность модернизации: Система должна быть модульной, что позволит легко заменять или обновлять отдельные компоненты.

Практическая реализация метеокомплекса

Для практической реализации метеокомплекса была разработана система на базе микроконтроллера Arduino Mega 2560. В состав системы вошли датчики температуры (DHT22, DS18B20), давления (BMP280), влажности, анемометр для измерения скорости и направления ветра, а также датчик осадков (MH-RD). Схема сборки представлена на рисунке 1.

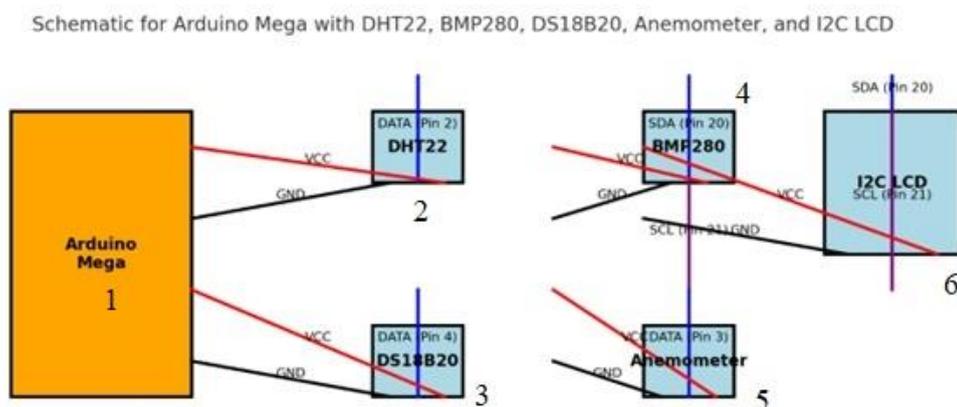


Рисунок 1 – Схема сборки метеокомплекса

Рассмотрим схема подключения метеокомплекса.

Обобщённая схема сборки прибора представлена на рисунке 1, где:

- 1 – плата Arduino Mega 2560;
- 2 – датчик DHT22;
- 3 – датчик DS18B20;
- 4 – датчик BMP280;
- 5 – анемометр;
- 6 – LCD дисплей.

Эксперимент был проведён 26 декабря 2024 года с 19:33 по 22:00. Архив погоды может подсказать температуру воздуха в этот период времени представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о погоде в Новосибирске 26 декабря 2024 года с 18:00 до 24:00

Время	Температура (°C)	Как ощущается (°C)	Влажность (%)	Ветер (м/с)	Направление ветра	Осадки	Облачность (%)
18:00	-16.1	-21.0	85	5	Юго-западный	Нет	75
19:00	-16.5	-21.5	86	5	Юго-западный	Нет	80
20:00	-17.0	-22.0	87	5	Юго-западный	Нет	80
21:00	-17.5	-22.5	88	5	Юго-западный	Нет	85
22:00	-18.0	-23.0	89	5	Юго-западный	Нет	85
23:00	-18.5	-23.5	90	5	Юго-западный	Нет	90
24:00	-19.1	-24.0	91	5	Юго-западный	Нет	90

Средняя температура воздуха в период с 18:00 по 21:00 варьировалась от -15°C до -16°C . Станция работала весь период времени бесперебойно и уверенно снимала все необходимые для эксперимента параметры, что говорит о надёжности данной системы перед агрессивной температурной средой.

Производились замеры в г. Новосибирске, точка эксперимента приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Точка эксперимента

Рассмотрим пример работы метеоконкомплекса. В работе были задействованы датчики, которые снимали показания ветра, силу и направления, давления атмосферы, температуру окружающей среды, влажность, два датчика были опущены в воду и снимали показания в резервуаре. Инсталляция приборов приведена на рисунке 3.

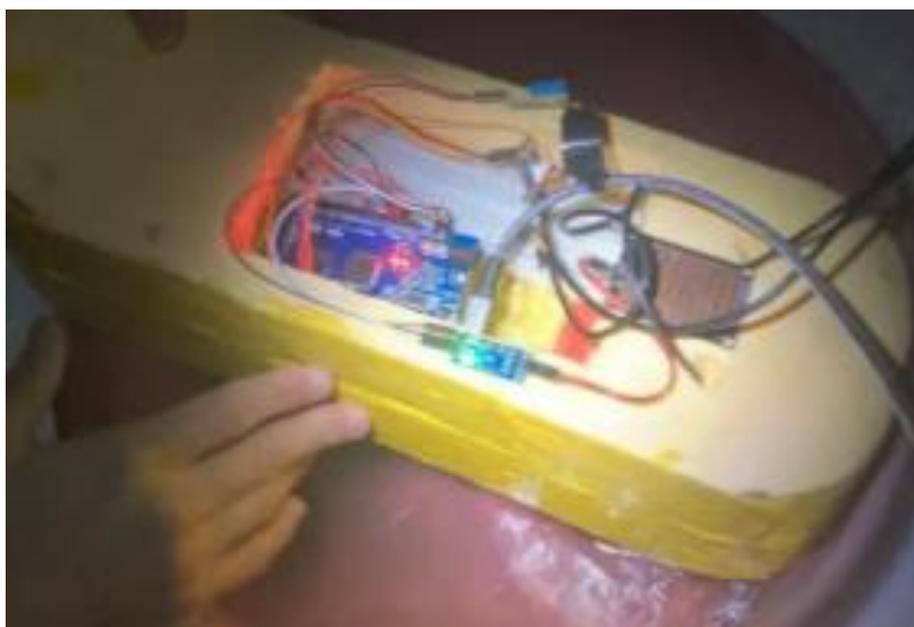


Рисунок 3 – Инсталляция приборов

Даже после обледенения значительных слоёв воды датчики продолжали успешно функционировать и передавать данные на интерфейс Excel.

СУДОВОЖДЕНИЕ

Таблица 2 – Данные записи с датчиков температуры, давления воздуха и влажности

Дата	Время	Температура воды	Температура воздуха	Влажность
26.12.2024	9:14:03 PM	-0,2	-15,1	51
26.12.2024	9:14:05 PM	-0,27	-15,1	51
26.12.2024	9:14:07 PM	-0,3	-15,1	51
26.12.2024	9:14:09 PM	-0,32	-15,1	51
26.12.2024	9:14:12 PM	-0,34	-15,1	51
26.12.2024	9:14:14 PM	-0,35	-15,1	51
26.12.2024	9:14:16 PM	-0,36	-15,1	51
26.12.2024	9:14:18 PM	-0,36	-15,1	51
26.12.2024	9:14:20 PM	-0,36	-15,1	51
26.12.2024	9:14:22 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:24 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:26 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:28 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:30 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:32 PM	-0,37	-15,1	51
26.12.2024	9:14:34 PM	-0,37	-15,1	51

Таблица 3 – Данные с датчиков

Дата	Время	Температура внутри консоли	Температура снаружи	Максимальная температура	Влажность	Направление ветра по датчику 2	Скорость ветра	Направление ветра по датчику 1	Давление
26.12.24	19:55	-5.4	-4.3	-5.4	34	SW	1.6	SW	1036.0
26.12.24	20:00	-8.9	-5.6	-8.9	43	SW	1.6	SW	1035.8
26.12.24	20:05	-11.3	-9.0	-11.3	51	SSW	8.0	S	1035.8
26.12.24	20:10	-12.7	-11.3	-12.7	57	SW	3.2	SW	1035.9
26.12.24	20:15	-13.5	-12.7	-13.5	61	SW	3.2	WSW	1035.6
26.12.24	20:20	-14.1	-13.6	-14.1	64	SW	1.6	SW	1035.7
26.12.24	20:25	-14.4	-14.1	-14.4	66	SW	6.4	SW	1035.6
26.12.24	20:30	-14.7	-14.4	-14.7	68	SW	3.2	W	1035.8
26.12.24	20:35	-14.8	-14.7	-14.8	69	W	1.6	W	1035.7
26.12.24	20:40	-14.8	-14.8	-14.8	69	SW	4.8	WSW	1035.6
26.12.24	20:45	-14.8	-14.8	-14.9	70	-	0.0	-	1035.6
26.12.24	20:50	-14.9	-14.8	-14.9	71	-	0.0	-	1035.5
26.12.24	20:55	-14.9	-14.9	-14.9	70	SW	6.4	SW	1035.6
26.12.24	21:00	-14.8	-14.8	-14.9	71	SW	1.6	SSW	1035.8
26.12.24	21:05	-14.8	-14.8	-14.9	70	SW	3.2	WSW	1035.8
26.12.24	21:10	-14.8	-14.8	-14.9	70	SSW	8.0	SW	1035.9
26.12.24	21:15	-14.8	-14.8	-14.8	70	SW	3.2	SW	1035.8
26.12.24	21:20	-14.8	-14.8	-14.8	70	SW	6.4	WSW	1035.7
26.12.24	21:25	-14.8	-14.8	-14.8	70	SW	8.0	SW	1035.6
26.12.24	21:30	-14.8	-14.8	-14.8	70	WSW	11.3	SW	1035.7
26.12.24	21:35	-14.8	-14.8	-14.8	70	SW	3.2	SW	1035.6
26.12.24	21:40	-14.8	-14.8	-14.8	70	SW	9.7	SSW	1035.4
26.12.24	21:45	-14.8	-14.8	-14.8	70	-	0.0	-	1035.3
26.12.24	21:50	-14.9	-14.8	-14.9	71	SW	8.0	WSW	1035.5
26.12.24	21:55	-14.9	-14.8	-14.9	71	SW	1.6	SW	1035.3
26.12.24	22:00	-14.9	-14.8	-14.9	71	S	1.6	S	1035.2
26.12.24	22:05	-14.9	-14.9	-14.9	71	SW	3.2	SW	1035.2
26.12.24	22:10	-14.9	-14.9	-14.9	71	WSW	6.4	WSW	1035.1

Проанализируем данные таблиц.

1. Температура воды.

Показатель температуры воды демонстрирует постепенное снижение от -0.2°C до -0.37°C за период около 30 секунд. Это может свидетельствовать о точной калибровке датчиков или о медленном охлаждении воды.

Устойчивое понижение может быть связано с внешними факторами, такими как теплообмен с более холодным воздухом.

2. Температура воздуха.

Температура воздуха остаётся стабильной на уровне -15.1°C . Это говорит о том, что в течение краткого временного интервала погодные условия в регионе не изменились.

3. Влажность.

Влажность остаётся фиксированной на уровне 51%. Такое стабильное значение может указывать на сухие атмосферные условия, характерные для морозной погоды.

Из этого можно сделать следующие выводы:

1. Температура воды.

Снижение температуры воды может быть результатом динамики охлаждения поверхностного слоя воды, взаимодействующего с холодным воздухом. Значения близки к точке замерзания, что может указывать на начальные стадии образования льда. Постоянное снижение температуры внутри консоли и снаружи свидетельствует об охлаждении среды. Стабилизация температуры к концу периода указывает на установление термодинамического равновесия.

2. Температура воздуха и влажность.

Стабильность температуры и влажности свидетельствует об отсутствии резких изменений погодных условий, таких как ветры или осадки.

Постепенное снижение температуры воды при стабильной температуре воздуха может быть связано с тем, что воздух уже достиг стабильного состояния, в то время как вода ещё продолжает отдавать тепло окружающей среде.

Проанализируем данные таблицы 3.

1. Температура.

1.1. Температура внутри консоли. Падает с -5.4°C (19:55) до -14.9°C (22:05), показывая значительное охлаждение. Вероятно, снижение связано с уменьшением температуры окружающей среды и минимальным тепловыделением внутри консоли.

1.2. Температура снаружи. Падает с -4.3°C (19:55) до -14.9°C (22:05), демонстрируя почти линейную тенденцию. Стабильность температуры снаружи на уровне -14.8°C – -14.9°C с 20:40 указывает на достижение равновесия с окружающими условиями.

1.3. Максимальная температура:

Значения повторяют тренд температуры внутри консоли, что говорит о синхронизации изменений температурных условий.

2. Влажность.

2.1. Динамика. Влажность растёт от 34% (19:55) до 71% (22:05), что естественно при падении температуры. Увеличение влажности свидетельствует о насыщении воздуха водяным паром в холодных условиях. Рост влажности коррелирует с падением температуры, так как холодный воздух удерживает меньше водяного пара

3. Ветер.

3.1. Направление ветра. Датчик 2 фиксирует направление преимущественно SW (юго-западное) с незначительными изменениями на SSW и WSW. Датчик 1 показывает схожую картину с преобладанием SW. Преобладание юго-западного направления и периодические усиления до 11.3 м/с указывают на приход воздушных масс из стабильной области.

3.2. Скорость ветра. Изменяется от 1.6 м/с до 11.3 м/с (максимум в 21:30).

3.3. Максимальные значения порывов регистрируются в те же моменты, что указывают на устойчивый характер ветра с периодическими усилениями.

3.4. Порывы. Порывы остаются стабильными на уровне 0.00 м/с большую часть времени, за исключением нескольких периодов увеличения.

4. Атмосферное давление.

4.1. Динамика. Давление остаётся стабильным в диапазоне 1035.0–1036.0 гПа с незначительным снижением к концу периода. Это указывает на устойчивую синоптическую обстановку, характерную для антициклона. Стабильное высокое давление типично для антициклональных условий с ясной и холодной погодой

5. Осадки.

5.1. Отсутствие осадков. Значения остаются на уровне 0.00 мм, что подтверждает сухую погоду. Отсутствие осадков, стабильное давление и снижение температуры свидетельствуют о морозной, сухой и ясной погоде.

Исходя из анализ можно сделать технические выводы по прибору, производившем измерения.

Высокая частота измерений (каждые 5 минут) позволяет точно отслеживать изменения в динамике параметров.

Способность фиксировать малые изменения (например, температура до десятых долей градуса, влажность с шагом 1%) говорит о высокой чувствительности сенсоров.

Измерения влажности увеличиваются с уменьшением температуры, что соответствует физическим законам. Значения скорости ветра (до 11.3 м/с) фиксируются с шагом 0.1 м/с, что указывает на использование анемометра с высоким разрешением. Высокое давление (1035-1036 гПа) измеряется с точностью до 0.1 гПа, что соответствует стандартам профессиональных барометров.

Плавное снижение давления к концу периода свидетельствует о стабильности работы сенсора. Интервалы в 5 минут указывают на возможность настройки частоты сбора данных. Прибор демонстрирует высокую точность и надёжность, но для долгосрочной работы в экстремальных условиях могут потребоваться улучшения термоизоляции, защита датчиков от обледенения и регулярное обслуживание. Внедрение автоматизированного анализа данных может повысить эффективность мониторинга и прогнозирования.

На рисунке 4 представлены графики, демонстрирующие изменения различных параметров погоды, таких как температура воздуха, давление, скорость и порывистость ветра. На начальном этапе графиков можно наблюдать резкий рост показателей, что указывает на начало процесса. Затем все кривые постепенно достигают плато, хотя некоторые из них делают это быстрее других.

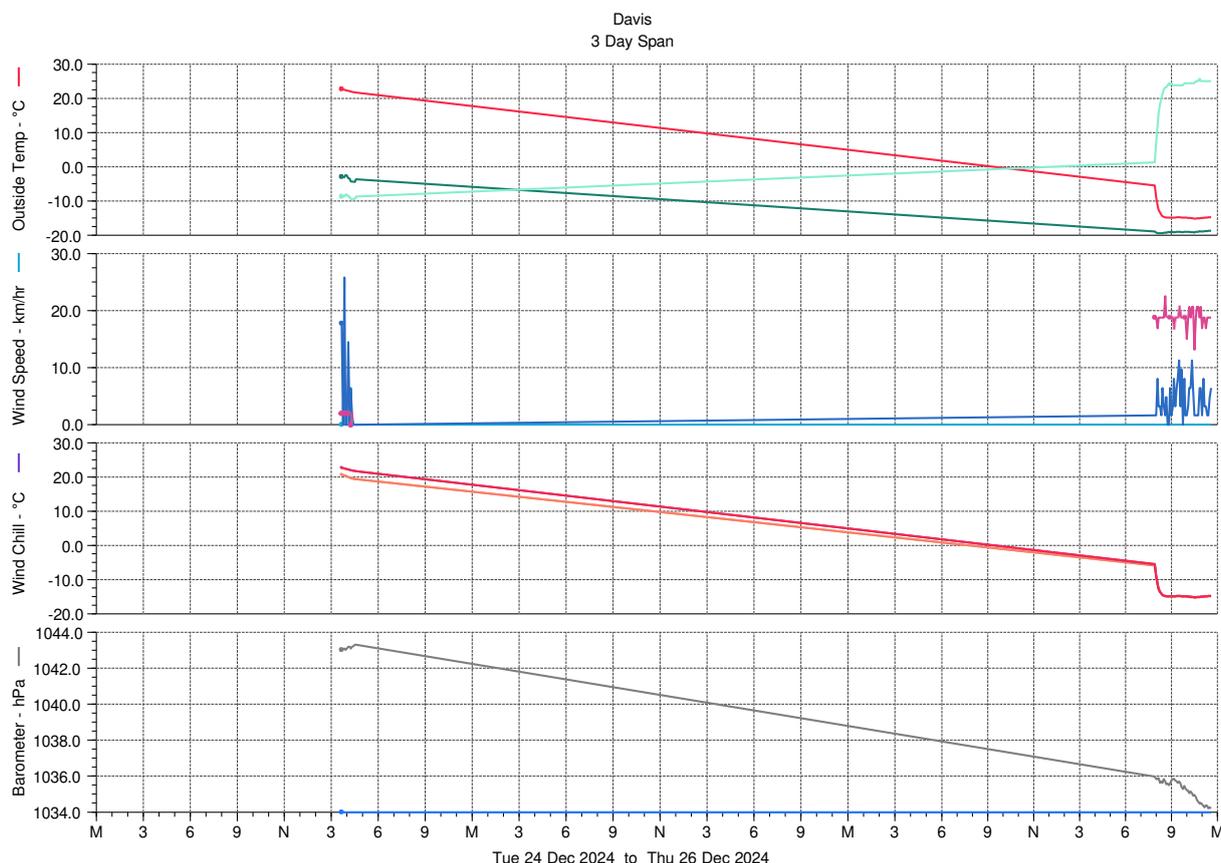


Рисунок 4 – Графики замеров с датчиков

В ходе исследования было создано комплексное решение для обеспечения навигации метеорологической информацией. Оно включает в себя набор технических, эксплуатационных и функциональных требований к метеокомплексу.

Были рассмотрены существующие технологии и оборудование для сбора метеорологических и гидрологических данных. Среди них: метеорологические станции, спутниковые системы, гидрологические буи и датчики, а также современные методы обработки и анализа данных.

В результате был разработан проект метеокомплекса, который включает системы измерения метеорологических параметров (температура, влажность, давление, ветер) и

гидрологических параметров (уровень воды, волны, течения, ледовая обстановка).

Была предложена структура системы, которая предполагает интеграцию всех данных в единую платформу для оперативного анализа и прогнозирования.

Практическая реализация проекта показала, что система работает даже при низких температурах, подтверждая свою надёжность и точность измерений.

Данные, полученные с помощью системы, позволили провести анализ погодных условий и выявить закономерности в изменении параметров.

Испытания метеоконкомплекса проводились в экстремальных условиях при температуре воздуха до -19°C . Система успешно функционировала, предоставляя точные данные о температуре, влажности, давлении и скорости ветра. В ходе эксперимента были получены следующие результаты:

- температура воздуха варьировалась от -15°C до -19°C , что соответствовало данным архивов погоды.

- влажность воздуха оставалась стабильной на уровне 51-71%, что характерно для морозной погоды.

- скорость ветра достигала 11.3 м/с, что подтверждает способность системы работать в условиях сильного ветра.

Преимущества разработки:

1. Повышение безопасности судоходства: Метеоконкомплекс позволяет оперативно получать данные о погодных и гидрологических условиях, что помогает избегать опасных участков и минимизировать риски аварий.

2. Автоматизация и оперативность: Система автоматизирует сбор и обработку данных, что сокращает время на принятие решений и повышает точность прогнозов.

3. Интеграция с другими системами: Метеоконкомплекс может быть интегрирован с навигационными системами судов, что обеспечивает полную картину состояния маршрута.

4. Поддержка судоходства в экстремальных условиях: Система особенно полезна для судов, работающих в сложных климатических условиях, таких как Арктика.

Заключение

Разработка метеоконкомплекса для гидрометеорологического обеспечения судоходства представляет собой важный шаг в повышении безопасности и эффективности морских перевозок. Практическая реализация системы на базе Arduino Mega 2560 показала её надёжность и точность даже в экстремальных условиях. Дальнейшее развитие метеоконкомплекса может включать интеграцию с искусственным интеллектом для автоматического анализа данных и прогнозирования погодных условий, что откроет новые возможности для повышения безопасности судоходства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордиенко А. И., Дремлюг В. В. Гидрометеорологическое обеспечение судоходства: Учебник для вузов мор. транс. - М.: Транспорт, 1989. 240 с.

2. Иванов А.И., Петров Б.В. "Морская безопасность". - М.: Морской Транспорт, 2018.

3. Всемирная метеорологическая организация (WMO) : официальный сайт. - Обновляется в течение суток. - URL: <https://public.wmo.int> (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

4. Российский гидрометеорологический центр : официальный сайт. - Обновляется в течение суток. - URL: <https://meteoinfo.ru> (дата обращения: 10.02.2025). - Текст : электронный.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Гидрометеорологическое обеспечение, метеоконкомплекс, судоходство, навигация, погодные условия, судовые метеосистемы, спутниковые наблюдения, численные модели прогнозирования, безопасность судоходства, автоматизированный мониторинг.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Приваленко Алексей Александрович, соискатель, доцент кафедры Судоходства ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Линевич Игорь Юрьевич, старший преподаватель кафедры Судоходства ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ПОВОРОТНОГО ЛИМБА С ИЗМЕРЯЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОВЕРЯЕМОГО СЕКСТАНА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.И. Сичкарев, С.А. Безбородов

На современном этапе появились разработки двухпараметрических секстанов, которым необходимы соответствующие поверочные стенды. Решена задача по исследованию взаимосвязи параметров высоты Δh и азимута Δa в системе сферических координат. Сделаны соответствующие выводы.

Совершенствование технических средств мореходной астрономии идёт в нескольких независимых направлениях, одно из которых состоит в увеличении одновременно наблюдаемых навигационных параметров. В последнее время появились технические разработки секстанов, предназначенных для одновременного измерения двух навигационных параметров – двухпараметрические секстаны [1].

Двухпараметрические секстаны нуждаются в соответствующих поверочных стендах, на которых имеется возможность выставлять одновременно два независимых параметра горизонтной системы сферических координат – высоту и азимут условного светила. Одновременно, что естественно для любого технического средства, должна быть обеспечена максимальная простота поверочного стенда.

Совмещение двух указанных функций приводит к схеме устройства, в котором полукруговой лимб с установленным коллиматором, функционально обозначающим второе наблюдаемое светило, может быть выставлен под некоторым углом к центральной плоскости первого наблюдаемого светила. При этом коллиматор полукругового лимба можно перемещать по дуге лимба в любое положение. Совместное изменение угла установки полукругового лимба относительно центральной плоскости и положения коллиматора по дуге полукругового лимба обеспечивает любое сочетание параметров высоты Δh и азимута Δa второго условного светила относительно первого. Учитывая, что первое наблюдаемое светило может иметь не нулевую высоту и азимут, корректно угловое расстояние по горизонтали между условными светилами обозначать как аналог разности азимутов Δa .

Однако, между двумя задаваемыми параметрами существует взаимосвязь, выявление которой представляет интерес и составляет задачу настоящей статьи.

Наглядное представление взаимосвязи задаваемых параметров удобно изобразить в сферических координатах, рисунок 1.

Представим центральную плоскость (проходящую через центр O сферы) первого наблюдаемого светила в виде большого круга $MFM'F'$, а поворотный полукруговой лимб в виде большого круга $LKFF'$, ось вращения которого совпадает с осью FF' и перпендикулярна оси MM' . Поскольку поворот лимба LFF' осуществляется вокруг оси FF' , точка F будет полюсом для точки K' , в которой установлен коллиматор, имитирующий место условного второго светила. Относительно полюса F коллиматор описывает малый круг со сферическим радиусом

$$\rho = K'F = KF, \quad (1)$$

дуга $K'K$ которого равна

$$K'K = \rho\beta, \quad (2)$$

где β – угол поворота лимба относительно центральной плоскости $MFM'F'$.

Дуга MK' представляет собой начальный горизонтальный угол α_0 установки коллиматора относительно мишени M , имитирующей прямовидимое светило.

Следовательно, сферический радиус

$$\rho = KF = 90^\circ - \alpha_0. \quad (3)$$

Тогда дуга $K'K$ согласно (2) равна

$$K'K = (90^\circ - \alpha_0)\beta. \quad (4)$$

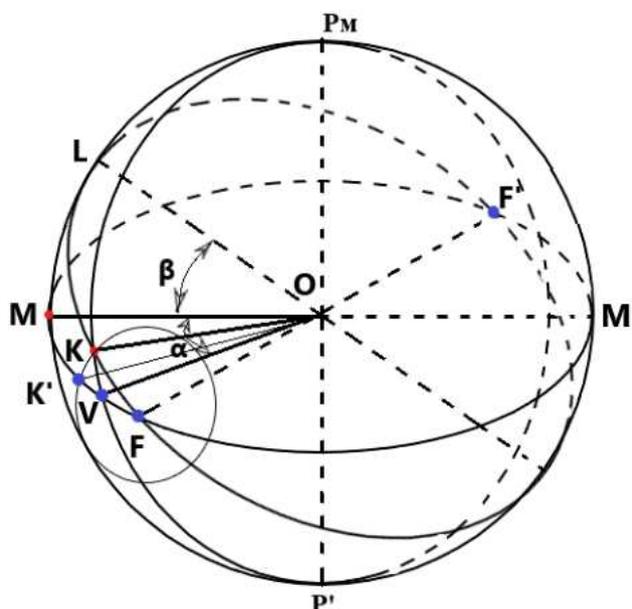


Рисунок 1 – Представление задачи поворотного лимба в системе сферических координат

Проведём через полюса PmP' центральной плоскости и через коллиматор K большой круг PmKP', в котором дуга большого круга KV представляет разность высот Δa Δh коллиматора и мишени, а дуга MV – аналог разности азимутов Δa , точнее, переходя к терминологии мореходной астрономии – разность альмукантаратов мишени M и коллиматора K.

Полученный треугольник FKV является сферическим, поскольку образован дугами больших кругов. Из этого треугольника представляется возможным определить дугу VF (и соответствующий ей центральный угол VOF) и дугу KV (и соответствующий ей центральный угол VOK). Элементы этого треугольника: сторона KF определена по (3), угол при полюсе F равен углу наклона лимба β относительно центральной плоскости, а угол KVF равен 90° . Обозначим искомые стороны: $VF = x$; $VK = \Delta h$.

По формуле котангенсов запишем

$$\text{ctg}(90^\circ - \alpha_0) \sin x = \text{ctg}90^\circ \sin \beta + \cos x \cos \beta, \quad (5)$$

откуда находим

$$\text{tg}x = \cos \beta \text{ctg} \alpha_0. \quad (6)$$

По формуле четырёх рядом лежащих элементов Δh ; 90° ; x ; β , получим:

$$\text{ctg} \Delta h \sin x = \text{ctg} \beta \sin 90^\circ + \cos x \cos 90^\circ \quad (7)$$

получаем

$$\text{tg} \Delta h = \sin x \text{tg} \beta. \quad (8)$$

Выразим $\sin x$ через $\text{tg} x$ и из последнего равенства получим

$$\text{tg} \Delta h = \frac{\text{tg}x \cdot \text{tg} \beta}{\pm \sqrt{1 + \text{tg}^2 x}}. \quad (9)$$

Подставляя (6) в (9), получим окончательно формулу для определения разности высот мишени M и коллиматора K:

$$\text{tg} \Delta h = \pm \frac{\sin \beta}{\sqrt{\cos^2 \beta + \text{tg}^2 \alpha_0}}. \quad (10)$$

Разность альмукантаратов Δa мишени M и коллиматора K, согласно рис.1,

$$\Delta a = 90^\circ - x, \quad (11)$$

что с учётом (6) даёт формулу

$$\Delta a = 90^\circ - \operatorname{arctg} \frac{\cos \beta}{\operatorname{tga}_0} . \quad (12)$$

Таким образом, задавая угол установки полукругового лимба относительно центральной плоскости β и положения коллиматора по дуге полукругового лимба α_0 относительно положения мишени М и соответствующей ей точки L на лимбе, получены расчётные выражения разности высот Δh (10) и разности альмукантаратов на уровне альмукантарата мишени М Δa (12).

Расчёты Δh и Δa по указанным формулам представлены на рисунке 2 для диапазона углов $\beta = 10^\circ - 170^\circ$ и углов $\alpha_0 = 10^\circ - 50^\circ$. Все кривые симметричны относительно угла установки лимба 90° . При этом и Δh , и Δa сначала возрастают, затем убывают. Но при любой установке углов β и α_0 достаточно просто можно вычислить контрольные параметры Δh и Δa .

Подводя итог проведённому исследованию, можно отметить, что если упрощение конструкции поверочного устройства или технологии проведения поверки создаёт преимущества перед другими конструкциями поверочного устройства, то рассмотренная схема конструкции заслуживает интереса.

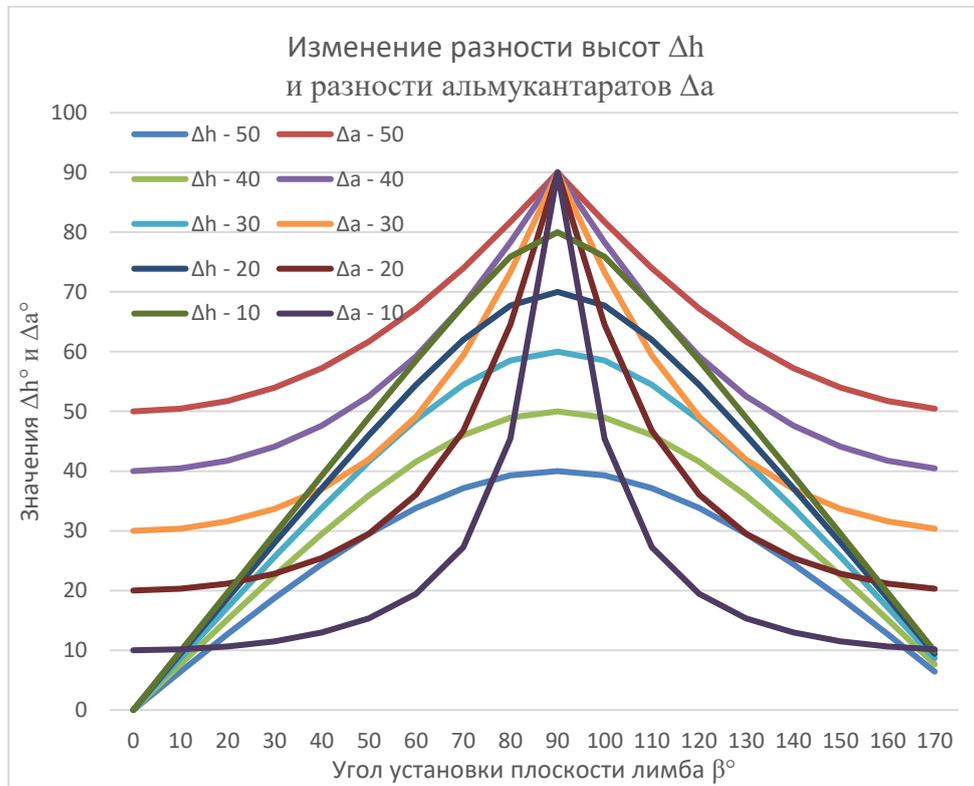


Рисунок 2 – Характер изменения разности высот Δh и разности альмукантаратов Δa мишени и коллиматора при изменении угла установки лимба относительно плоскости мишени

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сичкарёв В.И., Безбородов С.А. Однозеркальный секстан. Патент на изобретение № 2828180 С1 МПК G01С 1/08 (2006.01). Опубликовано 07.10.2024. Бюл. № 28.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Двухпараметрический секстан, высота, азимут, сферические координаты.
 СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Сичкарёв Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры Судовождения ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Безбородов Святослав Андреевич, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ВНУТРЕННЕМ ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Ю.Н. Черепанов

Внедрение искусственного интеллекта на внутреннем водном транспорте будет происходить поэтапно. Вначале будет движение судов в полуавтономном режиме с частичным участием судоводителя в управлении судном.

Введённый 01.01.2024. предварительный стандарт Российской Федерации «Системы искусственного интеллекта на водном транспорте ПНСТ 866 – 2023 позволяет охватить широкий спектр вариантов использования, отражающих разнообразные области применения технологий искусственного интеллекта на водном транспорте.

Рассмотрим применение технологий искусственного интеллекта в судовождении на внутренних водных путях, таких как автономное движение на внутренних водных путях, предотвращение столкновений, безопасность и управление рисками, системы поддержки принятия решений, мониторинг окружающей среды, управление чрезвычайными ситуациями.

Каждый вариант использования представляет собой перечень задач, требований, проблем и преимуществ применения технологий искусственного интеллекта.

Внедрение технологий искусственного интеллекта должно привести к автономному движению судов на внутренних водных путях, процессы управления которыми, в зависимости от наличия или отсутствия экипажа на борту судна частично или полностью осуществляются в автономном режиме.

Автономное судовождение на внутренних водных путях – это вариант использования, в котором технологии искусственного интеллекта должны применяться для обеспечения автономного плавания речных судов, без непосредственного вмешательства человека. Благодаря интеграции датчиков, компьютерного зрения и алгоритмов самообучения автономные системы судовождения должны позволять судам принимать обоснованные решения, обнаруживать и интегрировать навигационные знаки, избегать препятствий и обеспечивать безопасный и эффективный проход по судовому ходу на внутренних водных путях.

Для решения этих задач необходимо внедрение технологий использования, таких как контроль и оптимизация скорости судна, контроль и координация скорости судна и др.

Движение судов на внутренних водных путях связано с прохождением множества мелководных затруднительных участков (перекатов) и поворотов, где необходимо снижение скорости движения, особенно в меженный период. Решение этой задачи возможно при использовании эхолота для определения запаса воды под днищем и программы автоматического воздействия на дистанционное управление главными двигателями судна, при уменьшении запаса воды под днищем, менее указанной в правилах плавания судов на внутренних водных путях Российской Федерации. Автоматически снижать скорость движения судна до безопасной и обратно увеличивать скорость движения судна с увеличением глубины судового хода.

Кроме этого, приходится снижать скорость и при расхождении и обгоне судов. А здесь уже необходимо включать технологии принятия решений на основе гидромеханики судна, прогнозирования погоды, восприятия окружающей среды, гидродинамических явлений, возникающих при расхождении и обгоне между судами.

Встречу судов на внутренних водных путях судоводитель определяет визуально по береговым и плавучим ориентирам на местности с использованием лоцманской карты этого участка пути. Он строго руководствуется информационными знаками, учитывает скорость своего и встречного судов, а также скорость течения на данном участке. Если при расхождении одно из встречных судов идет близко к берегу (рисунок 1), носовая часть судна под действием силы отраженной волны от берега может отрыскнуть в сторону стрежня. Силы отрыскивания носовой части и сила присасывания кормы к берегу образуют пару сил, вызывающих вращательное движение судна.

Вращение судна в отдельных случаях может достичь такого значения, что судно, движущееся вдоль берега, в процессе расхождения может потерять управляемость. Воздействие гидродинамических сил и моментов сил на суда в процессе их расхождения изменяется по

характеру и интенсивности в зависимости от положения одного судна относительно другого и положения их относительно берега.

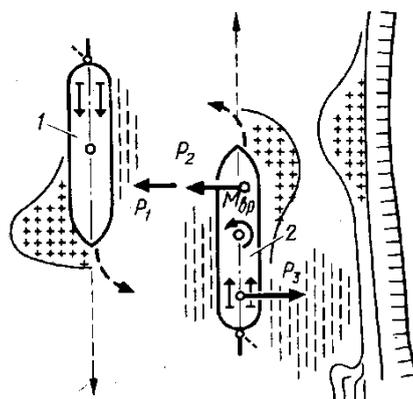


Рис. 1 – Гидродинамические силы, возникающие между встречными судами на малых траверзных расстояниях

Процесс обгона одного судна другим состоит из оценки окружающей обстановки и возможностей обгона, получения разрешения на обгон и согласования стороны (борта) обгона, выбора безопасного курса и оптимальной скорости для обгона, сближения судов и проследования обгоняющего судна мимо обгоняемого, вывода судна на полосу движения после обгона.

Влияние гидродинамических сил на суда, совершающие обгон вблизи берега или кромки судового хода, значительно усиливается. В этом случае учитывают гидродинамические явления, происходящие не только между судами, но также между судами и берегом.

Внутренние водные пути включают в себя магистральные реки, притоки, озёра и водохранилища. Движение судов и составов на озёрах, водохранилищах и устьевых участках рек можно сравнить с движением судов на море по выбранным курсам с помощью спутниковых систем, электронной картографии и авторулевого устройства. В судоходстве на море уже применяются системы искусственного интеллекта для автономного плавания.

В верхних и средних районах магистральных рек, а также на их притоках, где судовой ход имеет большую извилистость, мелководье, небольшую ширину, где отсутствует электронная картография необходимо использование множества источников и типов данных. Это установка и получение данных с видеокамер и датчиков, данные по управлению движением на внутренних водных путях и в портах, данные связи и телеметрии судов, данные автоматической идентификационной системы с других судов, эксплуатационные данные судна, гидрографические данные, данные о гидротехнических сооружениях и портовой инфраструктуре, лоцманские карты и руководства, данные о погоде и окружающей среде, данные нормативно – правовых документов на внутренних водных путях, мониторинг состояния судна.

В первую очередь необходимо создать систему распознавания объектов с видеокамер. Кроме навигационной береговой и плавучей обстановки, на внутренних водных путях встречаются много различных плавучих и береговых объектов, таких как самоходные сухогрузные суда, танкеры, пассажирские суда, буксирующие и толкаемые составы, плотоводы, скоростные суда, множество различных маломерных судов, плавкраны, земснаряды с рефулёрами и без них, дебаркадеры, брандвахты, плавучие мастерские и т.д. Также необходимо распознавать плавающие на воде брёвна и другие плавающие объекты создающие опасность для судоходства. Необходимо также распознавание берегов. Дальше необходимо определение дальностей до любых встречных объектов и берега, причём необходимо определять дальности до всех встречающихся объектов и берегов одновременно и постоянно осуществлять мониторинг этих расстояний в процессе движения судна.

Если нет электронной картографии района внутренних водных путей, тогда система искусственного интеллекта должна уметь распознавать местность и переносить её на лоцманскую карту и обратно и осуществлять движение по судовому ходу. Иногда встречается несколько протоков на пути, где нет навигационных знаков и судоводитель, бывает, теряется в выборе правильного пути, но система искусственного интеллекта должна находить этот правильный путь безошибочно.

Самое сложное в судовождении быстро принимать решения и эти решения должны быть правильные. От выбора правильного решения при движении судов и составов по внутренним водным путям зависит судьба судна, перевозимого на нём груза, пассажиров и самого экипажа. И не всегда судоводитель справляется с правильным выбором решения в той или иной сложной ситуации, как при расхождении, обгоне, прохождении затруднительных участков рек (крутых поворотов, перекаатов), чрезвычайных и аварийных ситуациях.

Правильный выбор принятия решения в судовождении на внутренних водных путях зависит от множества факторов. Это быстрый анализ ситуации, сложившейся при движении судна или состава по внутренним водным путям, который складывается из теоретических знаний, практического опыта, знания маневренных характеристик своего судна, характера и усталости судоводителя. Иногда судоводителю очень сложно принять правильное решение из-за наличия сложной ситуации и воздействия различных факторов, таких как сильный ветер, прижимное и свальное течения, ограниченная видимость, мелководье, наличие судов и составов, маленькие габариты судового хода, нехватка мощности двигателей плохие маневренные характеристики судна или состава для сложившейся ситуации. Система искусственного интеллекта сможет намного быстрее осуществить анализ всех запрограммированных возможных аварийных ситуаций, нормативных документов, учесть все риски и автоматически передать команду на дистанционное управление главными двигателями и рулевое управление.

Решения судоводителя в сложной опасной ситуации зависят от психологии его характера, как человек он может испугаться, стать в ступор и, если у него не хватает опыта, принять неправильное решение и потерять время необходимое для принятия решения. В таких случаях огромное значение имеет «человеческий фактор».

Но в то же время при движении судов и составов на внутренних водных путях встречаются ситуации, когда необходимо принять нестандартное решение, нарушив при этом все нормативные правила, чтобы избежать аварийной ситуации и в этих случаях человек, вернее опытный судоводитель, незаменим. И тогда судоводитель будет помощником искусственному интеллекту в принятии нестандартных решений.

Судам при движении на внутренних водных путях приходится выполнять обороты с резкой перекладкой рулевого органа, в связи с этим необходимо оснащение судов авторулевыми устройствами способными технически к резкой перекладке на большие углы рулевого управления судна. Совершенствование всех технических средств судовождения и эксплуатации судовых двигателей и оборудования на основе внедрения систем искусственного интеллекта позволит в первую очередь сократить количество экипажа обслуживающие эти машины и механизмы.

С частичным внедрением систем искусственного интеллекта изменится труд судоводителя, он будет работать как оператор, следя за показателями движения судном и работой систем и механизмов, не участвуя напрямую в процессе судовождения, только в крайних случаях корректируя его. Это приведёт к минимальному влиянию «человеческого фактора» на процесс движения судов и составов на внутренних водных путях.

Для увеличения безопасности плавания необходимо уже сейчас помимо всего использовать квадрокоптер в режиме, где программное обеспечение квадрокоптера автоматически распознаёт объекты и следует за ними, снимая их в движении (рисунок 2).

Эта технология способна распознавать суда, навигационное оборудование, затонувшие объекты и лодки рыбаков днём и ночью, обеспечивая следование квадрокоптера за объектом съёмки.



Рисунок 2 – Работа квадрокоптера в сумерках

Наличие квадрокоптера позволяет получить более точную и полную картину препятствий на судоходном пути, так как даёт возможность рассмотреть их с разных ракурсов и высот. Это повышает безопасность и эффективность судовождения, особенно в сложных условиях, таких как яры с их естественными препятствиями. Необходимо просто нарисовать траекторию движения на экране, а квадрокоптер будет следовать по заданному маршруту, сохраняя постоянную высоту (рисунок 3). Важно спланировать маршрут так, чтобы максимально эффективно использовать возможности квадрокоптера на конкретном участке водного пути. Таким образом, судоводитель сможет сосредоточиться на управлении судном на сложных участках, а безопасность полёта будет обеспечивать квадрокоптер.



Рисунок 3 – Работа квадрокоптера по нарисованному маршруту

Основным принципом обеспечения безопасности плавания судов по внутренним водным путям должен быть принцип проверки и перепроверки курса судна.

Использование квадрокоптера также значительно облегчает и улучшает качество манёвров при подходе и отходе от причала (рисунок 4), расхождении и обгоне судов, движении в портах и узких местах, подходе к гидротехническим сооружениям и работе с ними, выполнении поворотов судов и составов, а также при плавании в тумане.



Рисунок 4 – «Работа в режиме при маневрировании у причала»

Как показала практика использования, в воде с небольшим количеством взвешенных частиц (при небольшой мутности), с высоты полета квадрокоптера, можно обнаружить различные косы, крупные гряды и т.д.

Стоит отметить, что в значительной степени упрощается выполнение оборота судна в стесненных условиях (рисунок 5, а).

Подход к причалу становится гораздо проще, потому что можно перенести место наблюдения с ходового мостика, расположенного в носовой части, на корму и береговую линию. Это позволяет точно определить расстояние от кормы до причала и спуститься выше или ниже при необходимости, не упуская из виду важные детали (рисунок 5, б).

Во время обгона также полезен беспилотный летательный аппарат, поскольку его использование позволяет судоводителю не следить постоянно за траверзом и кормой судна, особенно на судах без заднего окна на ходовом мостике или с ограниченным обзором через это окно. Квадрокоптер самостоятельно следит за обгоняющим или обгоняемым судном (рисунок 5, в).

Использование в судовождении на внутренних водных путях квадрокоптеров упростит работу судоводителя и поможет внедрению систем искусственного интеллекта.



Рисунок 5 – Выполнение различных маневров судна:
а – оборот судна; б – маневрирование у причала при швартовке; в – обгон судна

Внедрение системы искусственного интеллекта в этом случае будет вводиться поэтапно, высвобождая влияние судоводителя от проверки и решения задач судовождения, тем самым поэтапно устраняя влияние «человеческого фактора» и уменьшая количество экипажа на судне.

Это приведёт к безопасности плавания на внутренних водных путях, к повышению эффективности перевозок, к снижению рабочей нагрузки на человека, повышению реагирования на чрезвычайные ситуации, расширению возможностей для принятия обоснованных решений, минимизации риска человеческих ошибок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Предварительный национальный стандарт РФ, Системы искусственного интеллекта на водном транспорте ПНСТ 866 – 2023.
2. Черепанов Ю.Н. Судовождение на внутренних водных путях./ Ю.Н. Черепанов – Новосибирск: СГУВТ, 2022.- 198с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Гидродинамические силы, искусственный интеллект, траверзное расстояние.
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Черепанов Юрий Николаевич, кандидат технических наук, профессор ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ШУМА СУДОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.В. Викулов, А.Н. Спиридонова

В работе проведен анализ существующих систем виброзащиты. Отмечено, что традиционные методы исчерпаны, и необходим новый подход. Предлагается метод снижения до нуля жесткости виброизоляции за счет использования сил сухого трения. Проведено математическое моделирование в программном пакете Mathcad, при котором рассмотрено поведение системы при различных частотах вибрации и скоростей скольжения. По результатам эксперимента сделан вывод о существовании критической скорости скольжения, при которой сила сухого трения не изменяется. Это приводит к полной виброизоляции защищаемого объекта.

Судовой корпус как добротная оболочка является проводником высокочастотной вибрации [1], ухудшающей комфортабельность обитания на борту судна и нередко приводящей к профессиональным заболеваниям плавсостава.

Распространены способы минимизации структурного шума (СШ), предполагающие создание перепада акустического сопротивления, например, за счет монтажа пружинных или резиновых опор и добавочных масс между опорой и полкой фундамента. Однако предложенные способы далеко не всегда устраняют проблему шумности в помещениях на флоте.

Агрегаты, не связанные валопроводом с гребным винтом, допускается размещать на низкочастотных опорах. В современных конструкциях частоту свободных колебаний удастся сократить до 5-8 Гц. Недостатком таких мягких подвесок является раскачка оборудования на волнении и уменьшение срока эксплуатации трубопроводов и гибких вставок.

Известны исследования виброизолирующих подвесок на основе небольших пружин, количество которых достигает нескольких сотен на одну опору [2]. Они позволяют существенно повысить эффективность в области средних частот, но не исключают полного разделения источника колебаний и судовой конструкции. Самым эффективным, хотя и нашедшим применения в практике судостроения, можно считать принцип снижения жесткости до нуля. Его недостаток заключается в низкой устойчивости объекта защиты и падении эффективности при переходе на иную нагрузку [3]. В целом важно отметить, что традиционные методы исчерпаны, и необходим новый подход.

В начале XXI века профессор А.К. Зуев предложил использовать силу сухого трения для компенсации веса источника вибрации, Базовый эксперимент, проводившийся для обнаружения этого явления, был основан на сухом трении двух соосных поверхностей (рисунок 1).

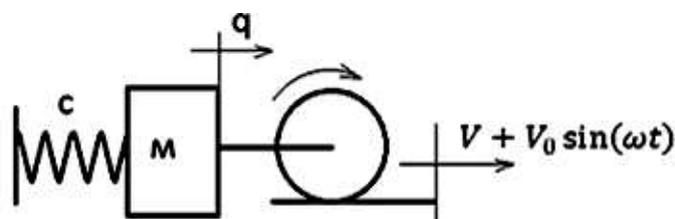


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

Одна поверхность вращалась и вибрировала, а другая служила датчиком вибрации. Скорость скольжения V находилась в диапазоне 7-140 мм/с. Исследованы были октавные полосы – 4, 8, 16 Гц. Удалось выявить, что при вращении одной поверхности с большой скоростью вибрация не передается.

Все эксперименты продемонстрировали критическую скорость скольжения равную амплитуде виброскорости. Аналогичный результат наблюдается в математической модели этого опыта. При равенстве амплитуды скоростей колебаний и скольжения передача вибрации уменьшается до нуля. Взаимодействие зависит от импульса силы сухого трения в течение периода колебаний. Импульсы имеют форму меандра, скважность которого определяет передачу усилия на основание (рисунок 2).

Если скорость скольжения меньше скорости колебаний, импульсы силы трения передаются, с ростом скорости скольжения переменная сила снижается до нуля. Графическая зависимость этого явления (рисунок 3) описывается формулой:

$$e = \frac{\arccos v}{\pi - \arccos v}. \quad (1)$$

Уравнение динамики содержит силу трения, которая определяется условным оператором, зависящим от разницы виброскорости и скорости скольжения.

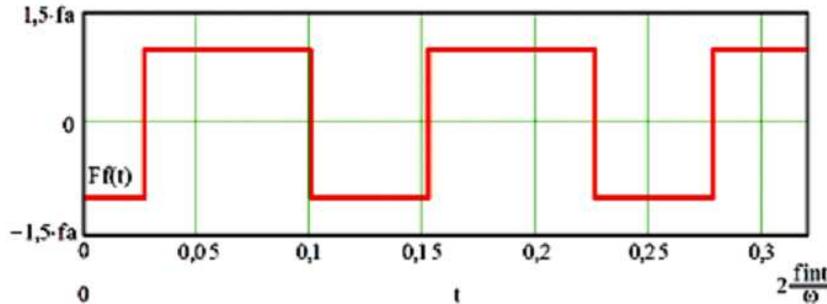


Рисунок 2 – Сила трения при скорости скольжения в зависимости от амплитуды виброскорости

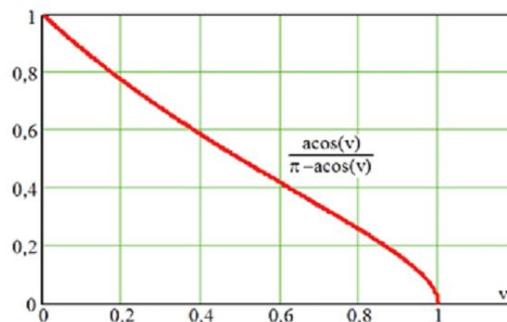


Рисунок 3 – Влияние скорости скольжения на передачу вибрации

Применим следующую логику: сила компенсатора $F(q)$ равна и противоположна весу источника вибрации G в том случае, когда амплитуда скорости колебаний q_2 ниже заданного значения v . На языке программирования Mathcad:

$$F(q) := \text{if}(q_2 < v, G, 0). \quad (2)$$

Планом эксперимента предусматривалось изучение вибрации защищаемого объекта на подвеске традиционного типа (с пружиной и демпфером) и на подвеске, использующей только силу трения. Эффективность обеих подвесок находилась как перепад вибрации от источника к основанию. Это позволило сравнивать традиционную защиту от вибрации и новый метод защиты, при котором не задействуются упругие и вязкие элементы.

Комплект опытного оборудования включал генератор синусоидальных колебаний, магнитоэлектрический вибратор, привод муфты, тахометр, виброметр «Октава 110А».

Перевод ускорения в скорость выполнялся с помощью уравнения:

$$v = \frac{a}{2\pi f}. \quad (3)$$

Амплитуда виброскорости

$$v_{\max} = 1,41 v. \quad (4)$$

Диапазон был выбран между первым резонансом контрольной массы и собственной частотой электромагнитного вибратора (таблица 1).

Таблица 1 – Расчет виброскорости через виброускорение вибратора

Частота f , Гц	Ускорение, m/c^2	Уровень ускорения, дБ	Виброскорость, m/c	Амплитуда виброскорости, m/c
4	0,15	103,5	0,006	0,0084
8	0,60	115,6	0,012	0,0168
16	2,40	127,6	0,024	0,034

Рассматривалось поведение системы на каждой частоте и при различных скоростях скольжения. В зависимости от частоты источника колебания защищаемого объекта были пропорциональны динамичности системы и вынуждающей силе.

В таблицах 2, 3 и 4 представлены результаты измерений виброметром «Октава 110А», а на рисунках 4, 5 и 6 показано математическое моделирование системы при тех же параметрах.

Таблица 2 – Вибрация контрольной массы на частоте 4 Гц при уровне ускорения источника 104 дБ и критической амплитуде скорости источника $v_{max} = 0,0084 m/c$

Напряжение тахометра, В	0,72	1,0	1,55	2,25	3,94
Частота вращения n , $мин^{-1}$	204	284	440	639	1119
Скорость скольжения v , m/c	0,00816	0,0114	0,0176	0,026	0,045
Уровень ускорения массы	120	119	117	110	102
Перепад	16	15	13	6	-2

Таблица 3 – Вибрация контрольной массы на частоте 8 Гц при уровне ускорения источника 115,6 дБ и критической амплитуде скорости источника $v_{max} = 0,0168 m/c$

Напряжение тахометра, В	1,12	1,36	2,0	2,2	2,9	3,3
Частота вращения n , $мин^{-1}$	318	386	568	625	824	937
Скорость скольжения v , m/c	0,0127	1,0154	0,023	0,025	0,033	0,0375
Уровень ускорения массы	100	96	86	89	79	80
Перепад	-15	-19	-29	-26	-36	-35

Таблица 4 – Вибрация контрольной массы на частоте 16 Гц при уровне ускорения источника 127 дБ и критической амплитуде скорости источника $v_{max} = 0,034 m/c$

Напряжение тахометра, В	0,35	0,42	2,7	4,0
Частота вращения n , $мин^{-1}$	99,4	119,28	766,8	1136
Скорость скольжения v , m/c	0,004	0,0048	0,031	0,045
Уровень ускорения массы	121	126	105	97
Перепад	-6	-1	-22	-30

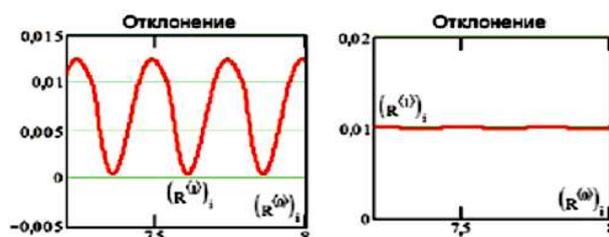


Рисунок 4 – Скорости скольжения: докритическая (0,00816 м/с) и закритическая (0,045 м/с)

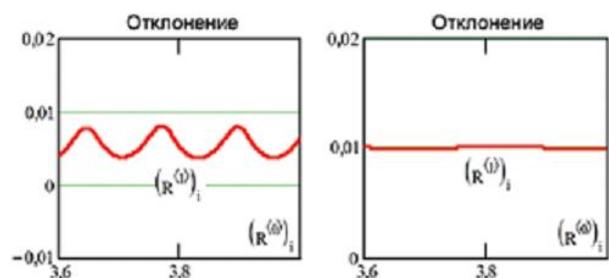


Рисунок 5 – Скорости скольжения: докритическая (0,0127 м/с) и закритическая (0,0375 м/с)

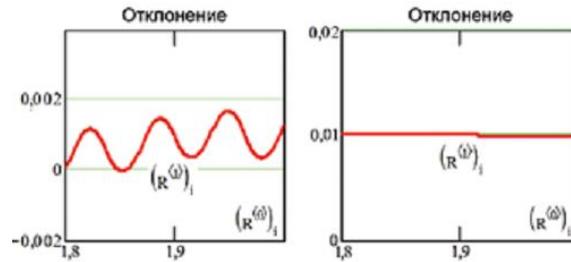


Рисунок 5 – Скорости скольжения: докритическая (0,004 м/с) и закритическая (0,045 м/с)

Вывод: приведенные графики подтверждают существование критической скорости скольжения равной амплитуде виброскорости, а также факт повышения эффективности при увеличении скорости скольжения в соответствии с моделью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский А.М. Шумозащитная опора судового двигателя / А.М. Барановский // Речной транспорт (XXI век). 2010. – №3. – С.72-73.
2. Барановский А.М. О вибрации на судах / А.М. Барановский, Ю.И. Ришко, М.А. Федосеева // Речной транспорт (XXI век). 2016. – №3. – С.42-45.
3. Барановский А.М. Виброзащитная подвеска с гибким основанием / А.М. Барановский, Ю.И. Ришко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013. – №1.. – С.250-254.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Виброизоляция, сухое трение, численное моделирование, критическая скорость скольжения, нулевая жесткость.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Викулов Станислав Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры Естественно-научных дисциплин ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Спиридонова Анна Николаевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Техносферной безопасности и физической культуры ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

О.И. Шелудяков, В.В. Загоровский

Статья содержит анализ работы двухконтурных гидравлических тормозных систем легковых автомобилей.

Исторически сложилось так, что развитие техники сопровождалось ее усложнением, но вместе с тем повышалась надежность и безопасность техники. Однако это развитие в современном мире приняло особую форму благодаря маркетингу.

От тормозной системы автомобиля зависит жизнь любого участника дорожного движения, поэтому тормозная система должна быть сверхнадежна и достаточно проста. Посмотрим исторический процесс изменения этой системы.

На заре автомобилестроения скорости передвижения автомобилей были невелики, интенсивность движения была слаба, и простой тормоз на одну пару колес был вполне достаточен.

С повышением массы, скорости и мощности автомобилей возникла задача получать большие усилия на тормозных колодках всех колес автомобиля. Эта задача легко решалась применением гидравлической тормозной системы. Первые тормозные системы были одноконтурные. В случае разгерметизации такой системы вся тормозная система отказывала полностью. Для контроля тормозной системы вводились поплавки в расширительных бачках тормозной жидкости.

В XX веке для повышения надежности торможения стали применяться двухконтурные системы. Они были разных типов.

Мостовая двухконтурная система иначе называется «перед-зад» [1]. Два контура,

изолированных друг от друга приводят в действие гидроцилиндры тормозных колодок одной оси (моста) автомобиля. Один контур для передней оси, другой для задней. В случае разгерметизации заднего контура автомобиль тормозит только передними колесами. Как правило, экстренное торможение имеет место при движении автомобиля вперед. При этом сильно нагружается передняя ось. Тормозные механизмы передней оси достаточно эффективно работают и тормозной путь увеличивается на 20...30%. При отказе переднего контура эффективность торможения только задними колесами резко снижается и тормозной путь увеличивается в три раза. Мостовая двухконтурная схема представлена на рисунке 1.

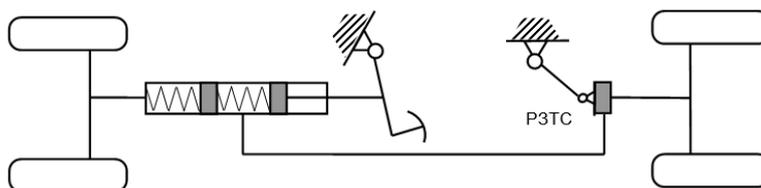


Рисунок 1 – Мостовая двухконтурная схема:
РЗТС – регулятор задних тормозных сил (колдун)

Тормозная схема «4+2» предусматривает два изолированных тормозных контура: один контур соединен с передними тормозными цилиндрами большего диаметра. Второй контур соединен с задними тормозными цилиндрами и передними цилиндрами малого диаметра [2]. То есть переднее колесо имеет по два тормозных цилиндра разных диаметров, принадлежащих разным контурам. В случае отказа одного из контуров эффективность торможения снижается на 20...30%. Тормозная схема «4+2» более сложная и дорогая, чем мостовая, но и более надежная в эксплуатации. Схема «4+2» представлена на рисунке 2.

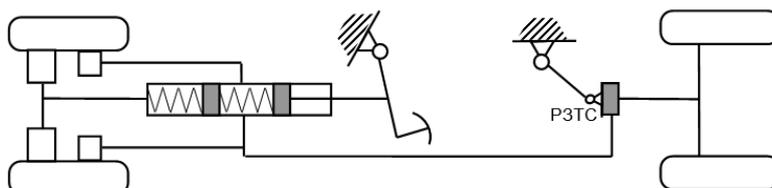


Рисунок 2 – Схема «4+2»

Диагональная тормозная схема имеет симметричные контура: один контур соединен с тормозными цилиндрами переднего правого и заднего левого колеса. Другой контур соответственно соединен с тормозными цилиндрами переднего левого и заднего правого колеса [3]. В случае отказа одного из контуров эффективность торможения падает наполовину. Кроме того, автомобиль срывается в занос, ибо тормозные силы справа и слева от оси автомобиля различны. Диагональная схема представлена на рисунке 3.

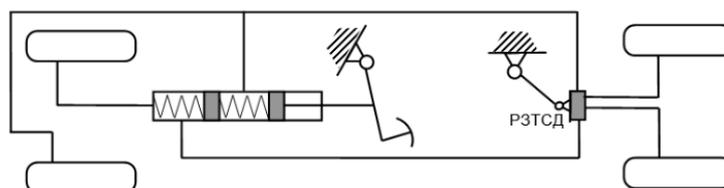


Рисунок 3 – Диагональная схема:
РЗТСД – регулятор задних тормозных сил (колдун) двухпоточный

Тормозная схема «3+3» имеет симметричные контура и устанавливается на автомобили премиум класса. Каждый контур приводит в действие тормозные цилиндры передних колес и одного заднего колеса. В случае отказа одного из контуров полностью перестает тормозить одно заднее колесо, а эффективность передних тормозов снижается. Тормозной путь при этом увеличивается на 20...30% с небольшой вероятностью заноса. Схема «3+3» представлена на рисунке 4.

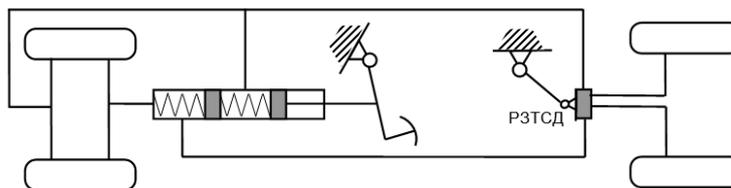


Рисунок 4 – Схема «3+3»

На грузовом транспорте применяется полностью дублирующая тормозная система. Каждое колесо имеет одинаковые тормозные механизмы от обоих тормозных контуров. Отказ одного из контуров определяется в основном по увеличенному свободному ходу тормозной педали. Эта система не нашла широкого распространения на легковых и малогрузных транспортных средствах, хотя по надежности лучше всех остальных.

Во всех современных тормозных системах (кроме систем с антиблокировочной системой) есть регулятор задних тормозных сил. Он нужен для предотвращения заноса пустого автомобиля на сухой дороге при экстренном торможении. Регулятор ограничивает тормозные силы задних колес при разгрузке заднего моста. Этот регулятор при диагональной схеме также двухконтурный (рисунок 3). Эта конструкция уступает по надежности одноконтурным регуляторам, которые применяются в остальных тормозных схемах.

Для упрощения регулирования тормозных сил задней оси на автомобилях «Ока», «Газ-Шанс» и «Шевроле-Ланос» установлены так называемые статические регуляторы тормозных сил. Поскольку схема у этих транспортных средств диагональная, на каждую тормозную систему приходится два регулятора. Они представляют собой обычные дроссели, которые пропускают жидкость при превышении давления свыше установленных пределов. Простота такого регулирования оборачивается увеличением тормозного пути при загрузке транспортного средства.

Очевидно, что по безопасности на первом месте схема «3+3», на втором месте «4+2». Остальные схемы имеют широкое распространение в виду их низкой стоимости.

Контроль исправности тормозной системы прежде всего осуществляется по наличию утечки тормозной жидкости. Этот контроль осуществляется двумя способами.

Первый способ заключается в устройстве сигнального поплавка в расширительном бачке главного тормозного цилиндра. При снижении уровня жидкости поплавок замыкает контакт и на панели приборов загорается сигнальная лампа неисправности тормозной системы. В этом случае факт разгерметизации системы обнаруживается с запозданием, иногда значительным.

Второй способ заключается в установке поршневого сигнального устройства разности давлений в контурах. [2, 3] При возникновении заданной разности давлений происходит перемещение поршня, который замыкает контакты сигнального устройства. Загорается сигнальная лампа неисправности тормозной системы. В этом случае факт разгерметизации обнаруживается практически мгновенно. Есть небольшая вероятность разгерметизации обоих контуров. При этом сигнальное устройство не сработает. Конструкция данного устройства представлена на рисунке 5.

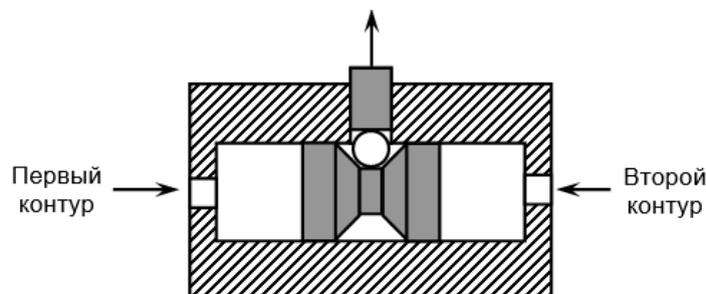


Рисунок 5 – Сигнальное устройство разгерметизации тормозного контура

Вывод: для повышения надежности тормозных систем необходимо применять схемы «4+2» и «3+3» при этом в качестве сигнальных устройств применять как поплавки в расширительном бачке, так и поршневое сигнальное устройство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шувалов Л.П. Автомобиль «Жигули» (ВАЗ-2101), Издательство ДОСААФ, М., 1972.
2. Москвич-2141, Святогор с двигателями 1,6; 1,7; 2,0i. Устройство, диагностика, обслуживание и ремонт. Иллюстрированное руководство. – М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2008 – 216 с: ил.
3. Иж-2126 «Ода», Иж-2717, Иж-21261 «Фабула», Иж-27171. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту. – М.: Издательский Дом Третий Рим, 2005. – 336 с: ил.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Особенности различных тормозных систем легковых автомобилей.
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Шелудяков Олег Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры «ТМиПТМ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
 Загоровский Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры «ТМиПТМ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

РАСЧЕТ РЫЧАГА КОМПЕНСАТОРА ВЕСА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.В. Викулов, А.Н. Спиридонова

В статье рассмотрены результаты компьютерного расчета модели рычага компенсатора веса энергетического оборудования. Показано, что для сохранения устойчивости рычаг должен быть горизонтальным или наклоненным вниз. Дальнейшее развитие этого направления возможно при сохранении прямого угла между рычагами в механизме опоры. В этом случае выполняется условие полной компенсации сил инерции рычагов.

В основе модели рычага компенсатора веса энергетического оборудования [1], использовано поле скоростей плоского движения при вынужденных колебаниях под действием синфазных и синхронных силы и момента. Поскольку колебания малы в сравнении с размерами модели, существует такая точка, в которой поле скоростей от силы в сумме с полем скоростей от момента даёт ноль. Такая неподвижная точка, связанная с корпусом судна не передаёт на него вибрацию.

Предположим, что в точке крепления горизонтального рычага к вертикальной тяге скорость вибрации такая же, как на раме источника вибрации [2], тогда амплитуда угловой скорости колебаний оптимального рычага равна

$$\Omega = \frac{v}{h}, \quad (1)$$

где v – амплитуда виброскорости;
 h – плечо рычага компенсатора веса.

Скорость вращения вала генератора силы должна превышать амплитуду угловой скорости рычага, поскольку знак относительной скорости не должен меняться.

Силу, действующую на тело, можно заменить той же силой, приложенной в центре масс и моментом, равным силе, умноженной на расстояние переноса по теореме Пуансо. От силы тело будет двигаться параллельно, от чистого момента будет вращаться. Допустим, что амплитуда колебаний невелика по линейному и угловому смещению, тогда допускается линейный подход. Уравнение движения тела от гармонической силы имеет форму второго закона Ньютона

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{F_0 \sin \omega t}{m}. \quad (2)$$

Второй интеграл этого уравнения

$$x(t) = -\frac{F_0}{\omega^2 m} \sin \omega t. \quad (3)$$

Амплитуда смещения определяет однородное поле скоростей на всей плоскости

$$\frac{F_0}{\omega^2 m}, \text{ м.} \quad (4)$$

Уравнение движения тела от момента силы, приложенной на расстоянии h от центра масс

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \frac{F_0 h \sin \omega t}{J}, \quad (5)$$

где J – центральный момент инерции тела.

Второй интеграл этого уравнения

$$\varphi(t) = -\frac{F_0 h}{\omega^2 J} \sin \omega t. \quad (6)$$

Амплитуда угла поворота определяет центральное поле скоростей, линейно зависящее от расстояния

$$\frac{F_0 h}{\omega^2 J}, \text{ рад.} \quad (7)$$

Оба поля синфазные, что позволяет найти расстояние (рисунок 1) от неподвижной точки до центра масс через отношение

$$l = \frac{J}{mh}, \quad (8)$$

где l – расстояние от неподвижной точки до центра масс рычага;
 h – расстояние от центра масс до точки приложения силы;
 J – центральный момент инерции рычага;
 m – масса рычага.

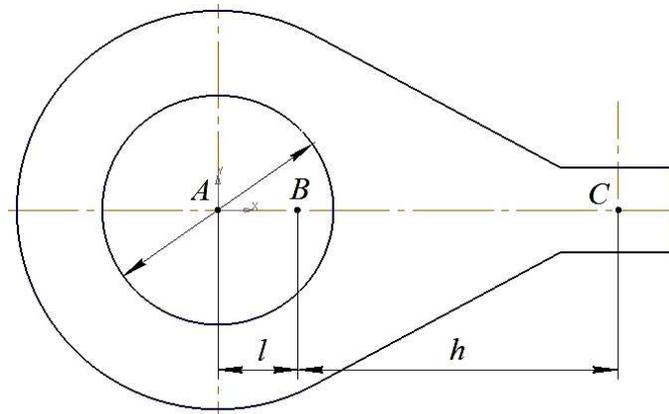


Рисунок 1 – Эскиз поперечного сечения неподвижной полумуфты с положением центра масс, найденным по численной модели компьютерной программой КОМПАС©

Эскиз показывает положение неподвижной точки A , центр масс B и точку крепления механизма опоры. Особенность рычажной опоры судового дизеля обусловлена моделью механизма, в которой звенья абсолютно жёсткие. Задача синтеза механизма опоры состоит в том, чтобы исключить силы инерции звеньев в тех точках, которые связаны с судовым фундаментом. При этом можно предположить, что вибрационные смещения существенно меньше размеров механизма, на котором подвешен источник вибрации.

Подвижность дизеля должна быть не менее шести, как у свободного тела, а каждый узел крепления может иметь три поступательные степени свободы, поскольку размеры виброизолятора много меньше габарита энергетической установки.

Известны работы [3], в которых для снижения передачи сил инерции промежуточных звеньев было использовано понятие «центр удара». Механизм такой опоры содержит два рычага, которые последовательно переводят вибрационное поле из трёхосного вида в одноосный

вид, а затем в точку [4, 5]. Рассмотрим рычажную подвеску [6, 7] на основе вращательных пар (рисунок 2).

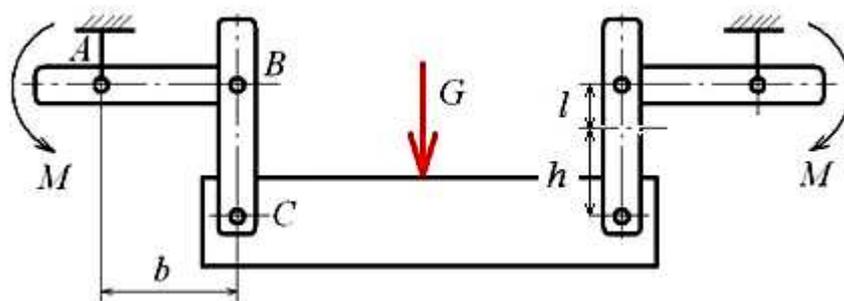


Рисунок 2 – Схема механизма опоры

Для преобразования пространственной вибрации в точке C в одноосную вибрацию в точке B необходимо знать массу рычага BC и его центральный момент инерции. Положение неподвижной точки найдётся из выражения

$$lh = \frac{J}{m} \quad (9)$$

Например, в однородном тонком бруске неподвижная точка находится на одной трети длины. Для тела произвольной формы необходимо проводить трёхмерное моделирование, при котором масса, момент инерции и положение центра масс определяются программой.

Далее, одноосная вибрация в точке B линейно снижается до нуля в точке A. Для определения этой точки также используется трёхмерное проектирование с некоторыми дополнениями. В частности, в массу рычага AB включается устройство компенсатора веса в той части, которая совершает крутильные колебания вокруг точки A.

Длина рычага BC выбирается наименьшей, но достаточной для отстройки от частоты качки снизу (0,8 Гц) и частоты энергетического оборудования сверху (5 Гц). Расчеты показывают подходящую длину 0,03 м. Длинный рычаг может стать причиной его изгибных колебаний при недостаточной жёсткости.

Вертикальная жёсткость в направлении действия силы F может быть равна нулю, а также быть больше и меньше нуля. Из равновесия силы и момента, а также исключая угол отклонения рычага α , получим зависимость силы от смещения точки B (рисунок 3).

$$F(y) = \frac{M}{AB \cos \alpha} = \frac{M \tan \alpha}{y} = \frac{M}{\sqrt{AB^2 - y^2}}, \quad (10)$$

где α – угол отклонения рычага;
y – смещение точки B.

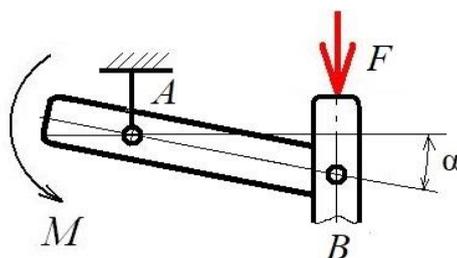


Рисунок 3 – Отклонение рычага механизма опоры

Жёсткость (рисунок 4) как производная силы по вертикальному отклонению рычага определится через формулу

$$c(y) = \frac{M \cdot y}{\sqrt{(AB^2 - y^2)^3}} \quad (11)$$

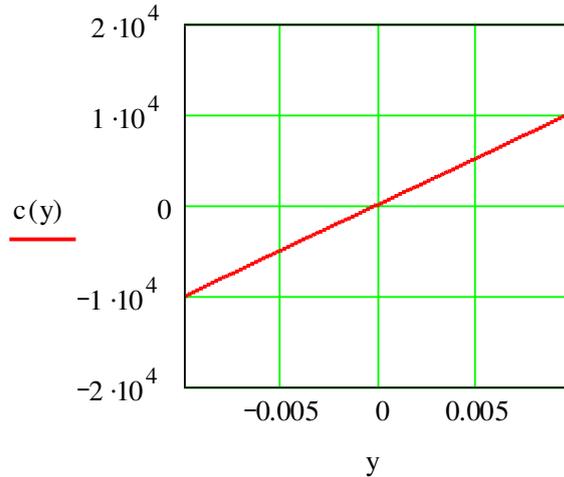


Рисунок 4 – Жёсткость (вертикальная ось) при смещении (горизонтальная ось) $y=0,01$ м, $AB=0,1$ м, $M=1000$ Нм

Из графика следует, что для сохранения устойчивости рычаг должен быть либо горизонтальным, либо наклонен вниз. Оценим вертикальную частоту для заданных выше параметров через среднюю жесткость. Упругая энергия осциллятора при линейно возрастающей жёсткости равна половине энергии при постоянной жесткости. При заданных параметрах масса оборудования

$$m = \frac{M}{g \cdot AB} = \frac{1000}{9,81 \cdot 0,1} = 1000 \text{ кг.} \quad (12)$$

Если предположить, что положение энергетической установки обеспечивает положительную жесткость, то собственная частота при заданной амплитуде

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{2m}} = \sqrt{\frac{10000}{2 \cdot 1000}} = 2,24 \text{ рад / с.} \quad (13)$$

Если точка крепления колеблется симметрично относительно нулевой жёсткости, средняя жесткость также равна нулю, как и собственная частота.

Упругий элемент с такой жесткостью давал бы статическую просадку

$$\Delta = \frac{g}{2\omega_0^2} = \frac{9,81}{2 \cdot 2,24^2} = 1 \text{ м.} \quad (14)$$

Дальнейшее развитие этого направления возможно при сохранении прямого угла между рычагами в механизме опоры. В этом случае выполняется условие полной компенсации сил инерции рычагов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Викулов С.В. Расчет компенсатора веса энергетического оборудования / С.В. Викулов, А.Н. Спиридонова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. - № 3. – С. 66-71.
2. Зуев А.К. Снижение инерционной составляющей сил, вызывающих вибрацию – актуальность проблемы, пути решения / А.К. Зуев, Ю.И. Ришко, Л.О. Соловьева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2009. – №1. – С.200.
3. Зуев А.К. Виброзащита низкочастотных колебаний машин / А. К. Зуев, А.М. Барановский // Вибрация и вибродиагностика. Проблемы стандартизации : тезисы третьей всесоюзной научно-технической конференции, Нижний Новгород. – Н.-Новгород, 1991. – С. 135-136.
4. Мокровицкая Н.В Вибрация механизма для преобразования упора / Н.В. Мокровицкая, Ю.И. Ришко // Проблемы виброизоляции на судах: сборник научных трудов / Новосибирская государственная академия водного транспорта. – Новосибирск, 2003. – С. 20-24.
5. Мокровицкая Н.В. Стенд для испытания виброизоляторов / Н.В. Мокровицкая //

Проблемы виброизоляции на судах: сборник научных трудов / Новосибирская государственная академия водного транспорта. – Новосибирск, 2003. – С. 29-32.

6. Барановский А.М. Перспективы виброизоляции малооборотных дизелей / А.М. Барановский, С.А. Худяков // Эксплуатация морского транспорта. –2016. –№3. – С. 69-73.

7. Заявка №20211102414 Российская Федерация, МПК В63Н 21/30. Устройство для гашения механических колебаний: №20211102414; заявл. 02.02.2021. / Спиридонова А.Н.; заявитель Сибирский государственный университет водного транспорта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Вибрация, уравнение движения, амплитуда смещения, амплитуда угла поворота, неподвижная точка.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Викулов Станислав Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры Естественно-научных дисциплин ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

Спиридонова Анна Николаевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Техносферной безопасности и физической культуры ФГБОУ ВО «СГУВТ» 630099, г.Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ДОКОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Ю.Н. Смыков, С.В. Горелов, Т.А. Толашко

Статья посвящена поиску путей обеспечения высокого уровня энергоэффективности при электроснабжении электроэнергетической системы доков от береговых источников электрической энергии, с учётом изменения структуры, мощности и других электроэнергетических параметров потребителей. Рассматривается влияние показателей качества электрической энергии потребителей электрической энергии, в том числе в части появления и влияния кондуктивной низкочастотной электромагнитной помехи по провалу напряжения. Предложен ряд технических мероприятий, обеспечивающих высокий уровень энергоэффективности и высокие эксплуатационные показатели.

Роль и значимость для государственного развития новых транспортных маршрутов, в том числе СМП, крайне высока. Следовательно задачи развития, модернизации и эксплуатации флота являются значимыми и актуальными для развития страны. Решение этих задач непосредственно связано с наличием и поддержанием в высокой степени эксплуатационной пригодности доков и доковых комплексов. Таким образом, проработка вопросов обеспечения высокого уровня энергоэффективности при электроснабжении доков является актуальной в среднесрочной и долгосрочной перспективе, в том числе ввиду значительного срока службы указанных выше сложных плавучих инженерных сооружений. Так средний срок службы плавучих доков IV группы, имеющих грузоподъемность от 12 000 до 25 000 тонн, уже приближается к расчётному значению – 50 лет.

Независимо от степени автономности проектируемого дока обязательна возможность приёма электроэнергии с берега. Если потребляемая доком (и стоящим в нем судном) мощность не превышает 350-400 кВт и расстояние между ГРЩ дока и точкой приёма электроэнергии на берегу не превышает 100 м, не требуется предусматривать на доке высоковольтную установку (рисунок 1), а можно непосредственно принимать ток напряжением 380 В.

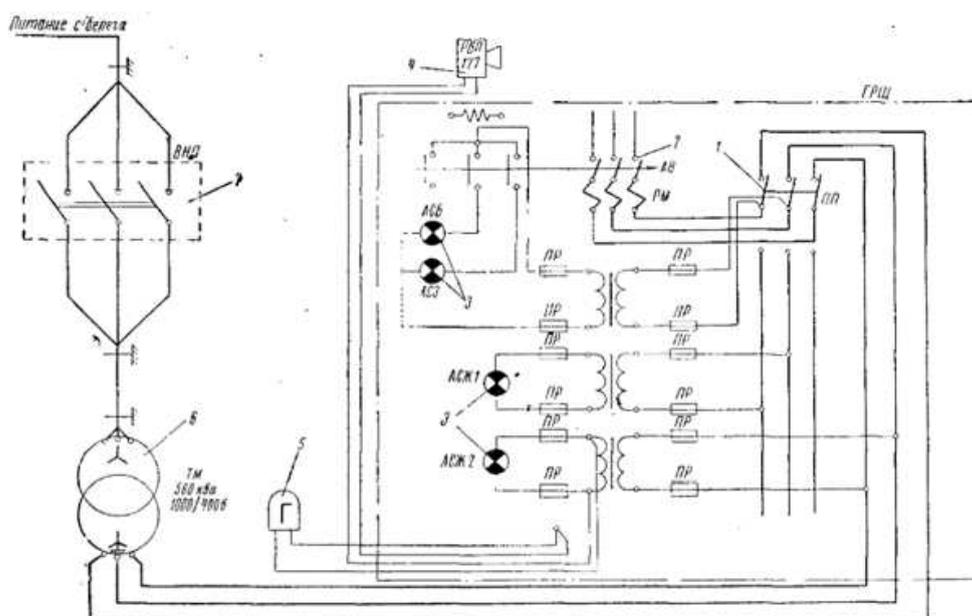


Рисунок 1 – Схема высоковольтной установки:

- 1 – переключатель питания с берега с 10 000 в на 380 в; 2 – установочный автомат; 3 – сигнальные лампы; 4 – реверсивный переключатель; 5 – реле газовой защиты; 6 – трансформатор 10 000/400 в; 7 – выключатель нагрузки

Рассмотрим схему замещения (рисунок 2).

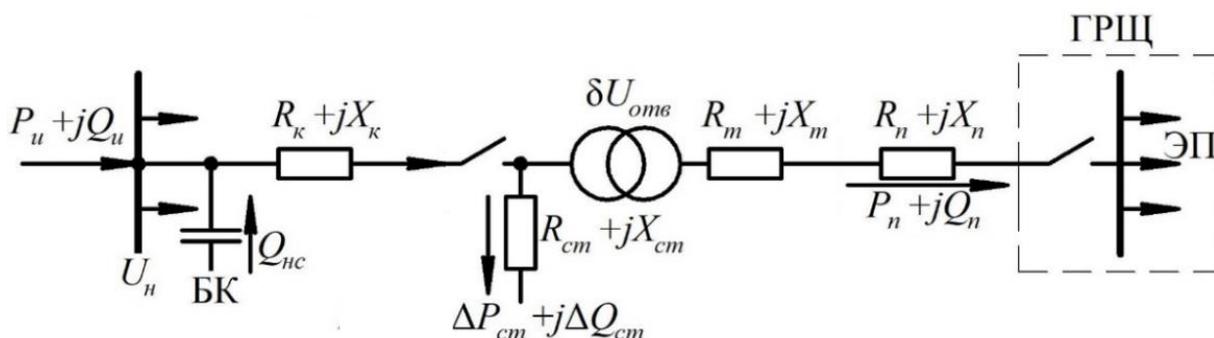


Рисунок 2 – Схема замещения фидера электропередачи «берег – судно»

$R_k, R_t, R_n; X_k, X_t, X_n$ – соответственно, активные и реактивные сопротивления кабеля 10 кВ, трансформатора и штатного кабеля 0,4 кВ, Ом; $\Delta P_{cm}, \Delta Q_{cm}$ – потери активной и реактивной мощности в стали трансформатора, Вт, В·Ар; U_n – напряжение источника питания, В; P_u, Q_u – активная и реактивная мощности, поступающие от источника питания в судовую электрическую сеть, Вт, В·Ар; P_n, Q_n – активная и реактивная мощности судовых электроприемников, В·Ар; R_{cm}, X_{cm} – активные и реактивные сопротивления, характеризующие соответствующие потери мощностей в стали трансформатора, Ом; $\delta U_{омг}$ – добавка напряжения на трансформаторе 10/0,4 кВ, В; $Q_{нс}$ – реактивная мощность конденсаторной батареи, В·Ар; БК – батарея конденсаторов, установленная на высоком напряжении в береговой электрической сети.

Таким образом, сложилась ситуация обусловленная продолжительным сроком службы подходящим к 50 годам электроэнергетической системы доков и соответственно изменениями при проектировании и эксплуатации, как береговых, так и судовых электроэнергетических систем, заключающееся, в первую очередь, в активном внедрении микропроцессорной и электронной техники, программируемых логических контроллеров, частотных преобразователей и т.д. Одним из условий применения современных электротехнических устройств является более высокие требования к качеству электрической энергии, вызванное как эксплуатационными издержками, так и финансовыми. Например, провалы напряжения в береговых электрических сетях длительностью 20...50 мс могут приводить к ущербу в десятки и даже сотни миллионов рублей за одно нарушение [5]. Для доков сумма ущерба несколько меньше, однако замена оборудования и его доставка к месту эксплуатации может иметь ограничения по времени. Соответственно суда в ожидании ремонта находятся в режиме простоя, а судовладельцы терпят значительные убытки и срыв сроков поставки грузов, что особенно важно для удаленных территорий, где навигация ограничена.

При этом нормы показателей качества электроэнергии в электрических сетях согласно требованиям ГОСТ 32144-2013, в части указанной помехи, распространяются вне зависимости от системы электроснабжения и определяются следующими показателями [6]:

1. Провал напряжения δU_n - ниже 90%.
 2. Длительность провала напряжения Δt_n – до 1 мин.
- Появление данного вида помех, имеет различную природу, а именно:
1. Возникновение коротких замыканий.
 2. Срабатывание коммутационной и защитной аппаратуры.
 3. Действие АПВ.
 4. Не корректные схемные решения.
 5. Плановые и внеплановые переключения.
 6. Подключение электропривода большой мощности.
 7. Дефекты электрооборудования и средств автоматики.

Вопросам повышения качества функционирования электропередачи «берег – судно» рассмотрены в отечественных [1, 2, 3] и зарубежных работах [4], однако рассмотрение электроэнергетических систем доков, влияние качества электрической энергии, в том числе кондуктивной низкочастотной электромагнитной помехи по провалу напряжения рассмотрено не

достаточно глубоко.

С целью дальнейшего анализа рассмотрим предусмотренные защиты от ЭМП по провалу напряжения, расположенные на судне, а именно устройство защиты от обрыва фазы и снижения напряжения береговой сети (ЗОФН). Устройства рассматриваемого типа рассчитаны таким образом, чтобы не происходило ложных срабатываний при возникновении следующих отклонений от нормального состояния в сети: симметричных (трехфазных) и несимметричных (двухфазных и однофазных) коротких замыканий; несимметрия токов нагрузки, достигающих до 25%; набросов любой нагрузки (по величине и характеру) и сбросов нагрузки до нуля; кратковременных колебаний напряжения от -25 до +13% и частоты тока от -6 до +4% относительно номинальных значений. В указанных случаях допускается кратковременное включение сигнализации о понижении напряжения.

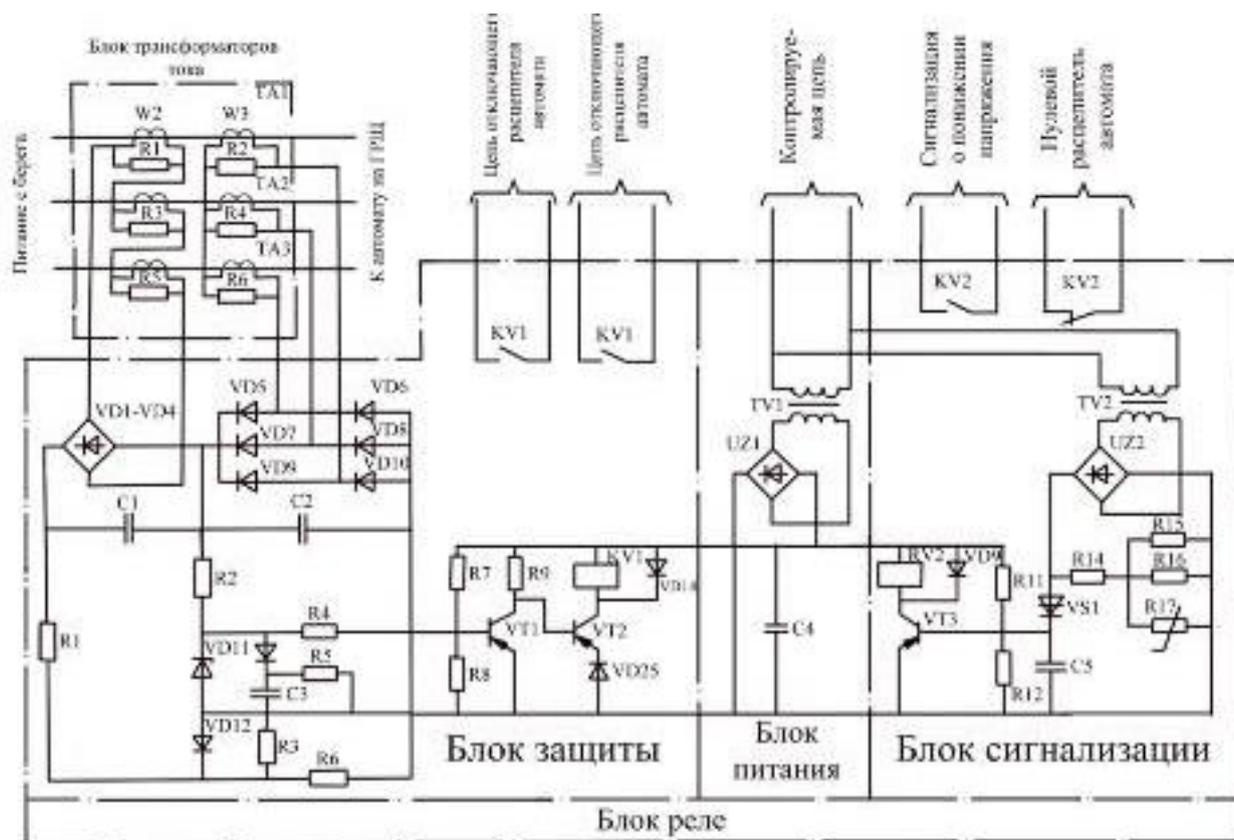


Рисунок 2 – Принципиальная схема ЗОФН

На рисунке 2 представлена принципиальная схема ЗОФН, где вторичные обмотки w_2 включены последовательно, поэтому обеспечиваются выделение и суммирование гармонических составляющих, кратных трем, которые воздействуют на измерительную часть схемы блока реле, контролирующую исправность фаз. Вторичные обмотки w_3 соединены по схеме «звезда» и включены на исполнительную часть, дающую сигнал при обрыве фазы.

Однако вопрос переключения на судовые источники питания, в части зависимости время отключения – остаточное напряжение остается актуальным.

От коротких замыканий подводящий кабель защищен защитой береговой сети. От междофазных коротких замыканий высокого напряжения трансформатор защищают высоковольтные предохранители, а от однофазных и витковых замыканий внутри трансформатора и одновременно от перегрузки — газовое реле, работающее на звуковой сигнал. Попадание высокого напряжения на обмотку низкого напряжения (при пробое высокого напряжения нулевой точки обмотки низкого напряжения) предупреждается заземлением на корпус. Чтобы предотвратить одновременную подачу питания на шины ГРЩ от дизель-генератора и высоковольтного трансформатора или от береговой сети напряжением 380 в, в схеме ГРЩ предусмотрены промежуточные реле РП1 и РП2 и управляющие катушки автоматов АВ и АС.

Таблица 1 – Сравнение требований ГОСТ 32144-2013 и требований ПСВП РРР к показателям качества электроэнергии

Показатель качества электроэнергии	Обозначение по ГОСТ 32144-2013	Требования ГОСТ 32144-2013		Требования ПСВП РРР		
		Нормально допустимое значение	Предельно допустимое значение	Длительное	Кратковременное	Время кратковременного отклонения, с.
Медленные изменения напряжения	$\delta U_m(+)$ $\delta U_m(-)$	-	$\pm 10\%$	+6% - 10%	+15% - 30%	1,5
Перенапряжение	-	-	свыше 110%	-	-	-
Кратковременная доза фликера	PSt	-	1,38%	-	-	-
Длительная доза фликера	PLt	-	1%	-	-	-
Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	KU	8%	12%	-	10%	-
Коэффициент несимметрии напряжений по обратной и несимметрии напряжений по нулевой последовательности	K2U;K0U	2%	4%	-	-	-
Отклонение частоты	δf	0,2Гц	0,4Гц	5%	10%	5
Провал напряжения	-	-	ниже 90%	-	ниже 75%	-
Длительность провала напряжения	$\delta t_{пр}$	-	60 с	-	-	1,5

В шахматах существует такое понятие как чистота цели хода (манёвра) – это эстетическое требование в задаче, вытекающее из принципа экономичности средств.

Чистота цели развития Северного морского пути указывает на необходимость создания соответствующей береговой инфраструктуры, в которую входит обеспечение чистой пресной водой, качественными продуктами питания и т.д. с одной стороны и техническая обеспеченность с другой стороны. Под технической обеспеченностью подразумевается обеспечение необходимым количеством судов технического флота, диверсификация каналов электроснабжения, например наличие плавучих модулей электроснабжения судов с использованием в качестве первичных двигателей газовых машин (использование СПГ внутри страны крайне актуальная задача с точки зрения экономического и экологического эффекта), наличие необходимо количества доковых комплексов с современным оснащением. Под современным оснащением подразумевается применение частотного, электропривода, систем управления с использованием микропроцессоров, станков ЧПУ и плазменной резки и другого востребованного в процессе ремонта и эксплуатации оборудования. Таким образом требования к качеству электрической энергии возрастают, а значит и системы, обеспечивающие защиту требуют индивидуализированной настройки в зависимости от проекта судна, интегральных показателей береговой электрической сети и т.д. Результаты работы послужили основой для обоснования и создания характеристики защиты «время – остаточное напряжение» с использование динамической уставки по времени срабатывания. С целью обеспечения физической основы указанной защиты, полученные математические расчёты заложены в алгоритм работы программы программируемого логического контроллера ПЛК 110-24.30.P-M (фирма производитель Овен). Программа выполнена в среде разработки CoDeSys Version 2.3.9.41 на языке непрерывных функциональных схем CFC. Полученная программа органически вливается и дополняет сценарии использования Smart Grid ("интеллектуальные сети электроснабжения"), позволяет расширить спектр решаемых задач и обеспечить высокие показатели энергоэффективности и энергосбережения, например «система управления комплексом электроснабжения судов с берега» [7]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смыков Ю.Н. Оптимизация системы электроснабжения судна с берега В сборнике:

Россия молодая. Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Редакционная коллегия: Костюк Светлана Георгиевна отв. редактор, Останин Олег Александрович, Хорешок Алексей Алексеевич, Дворовенко Игорь Викторович, Кудреватых Наталья Владимировна, Черкасова Татьяна Григорьевна,

2. Сальников В.Г. СОХРАНЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПИТАНИИ СУДНА С БЕРЕГА // Сальников В.Г., Смыков Ю.Н., Барков Д.А., Васильев С.М // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 3. С. 160-163.

3. Смыков Ю.Н. Аспекты повышения качества электрической энергии в автономных системах электроснабжения // Промышленная энергетика. 2022. № 11. С. 17-23.

4. Ström L., Bollen M., Kolessar R. Voltage Quality Regulation in Sweden. [Proceedings of the 21st International Conference on Electricity Distribution, Frankfurt, 6–9 June, 2011; Paper 0168] [Electron. Resurs] <https://cired.net/publications/cired2011> (Data of appeal 10.12.2022).

5. Ершов С.В., Пигалов М.С. Анализ средств и способов ограничения влияния провалов напряжения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2017. № 12-1. С. 95-104.

6. ГОСТ 32144-2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (EN 50160:2010, NEQ). – М., Стандартинформ, 2014. – 16 с.

7. Переладов М.Е. Смыков Ю.Н. Система управления комплексом электроснабжения судов с берега / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022610299, 11.01.2022.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Энергоэффективность, кондуктивная низкочастотная электромагнитная помеха; электромагнитная совместимость.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Смыков Юрий Николаевич, доцент, кафедра «ЭСЭ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Горелов Сергей Валерьевич, доктор технических наук, профессор, Зав. кафедры «ЭСЭ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Толашко Татьяна Алексеевна, старший преподаватель, кафедра «ЭСЭ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

РАСЧЕТ ВОДНОГО БАЛАНСА ВОДОЕМА С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

О.В. Спиренкова, А.С. Тушина, М.А. Бучельников

Предметом исследования является анализ водного баланса малого городского водоема (пруда), подвергающемуся техногенному воздействию. Рассчитан приход и расход воды для различных сезонов года, для периода интенсивного снеготаяния. Установлено, что направление в пруд откачиваемых грунтовых вод не приведет к его переполнению, а также к изменению его гидроэкологических параметров. Даны рекомендации по очистке сбрасываемых вод и контролю за уровнем режимом водоема.

Малые водоемы, расположенные в черте крупных городов подвержены постоянному антропогенному воздействию. Грунтовые, талые и дождевые воды, составляющие значительную часть их питания, как правило, загрязнены, а гидрологический режим нарушен. Таким образом, опыт расчетов водных балансов малых городских водоемов – весьма актуальная часть в более обширной теме водных балансов в целом [1, 2, 3].

В статье представлены результаты научно-исследовательской работы, включающие гидроэкологическое описание и расчет водного баланса для изучения возможности использования водоема под названием Жемчужина Сибири, расположенного на безымянном водотоке в Заельцовском районе Новосибирска в качестве водоема-приемника природных и дренажных сточных вод в период строительства жилого комплекса «Новелла». Отметим, что ранее данный водоем попадал в общие обзоры теме водных объектов города [4].

Исследование проведено на основании следующих материалов, выполненных различными инженерными и изыскательскими организациями в 2022-2023 годах:

1. Технический отчет об инженерно-геологических изысканиях.
2. Определение расчетных расходов дождевых вод в коллекторах сетей поверхностного водоотведения.
3. График сброса природных, дренажных вод с объекта.
4. Проект производства работ по разработке котлована под искусственный водоём.
5. Технический отчет на водные объекты по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий для подготовки проектной и рабочей документации и фильтрационные расчеты.
6. Экспертное заключение по результатам лабораторных исследований (испытаний) и измерений воды природной поверхностной.

Результаты исследований, представленные в настоящей статье, получены с использованием утвержденных методик расчета водного баланса, расчета величины испарения с водной поверхности (Приказа ПР РФ от 30 ноября 2007 г. N 314 «Об утверждении Методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов»), расчет расходов поверхностных сточных вод с водосборной территории [5].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенных исследований установлено следующее. Район расположения водоема имеет холмисто-увалистый рельеф, постепенно понижающийся к долине Оби с юго-востока на северо-запад. Абсолютные отметки поверхности от 168,17 до 170,65 м с последующим плавным понижением, координаты: 55°07'10" СШ; 82°53'57" ВД.

В гидрографическом отношении территория принадлежит бассейну реки Оби. По степени гидрологической изученности район изысканий принадлежит к изученным территориям. На территории исследования присутствует три водоема и несколько пересыхающих водотоков (ручьев). Ручьи вытекают из района жилой застройки, расположенной в северной части города в районе улиц Кедровая и Кубовая, далее сливаются вместе и у пос. Карьер Мочище образовавшийся водоток впадает в р. Обь.

Площадь водосбора ручья, впадающего в водоем, составляет 0,270 км², длина – 0,96 км. Залесенность водосбора 33,9%. Заболоченные участки составляют менее 1%.

Перегораживающая земляная плотина оборудована двумя водопропускными трубами диаметром 0.5 и 0.7 м, имеющими обратный уклон.

Водотоки носят временный характер, вода в русле появляется только в период весеннего снеготаяния. Рельеф местности, по которой протекают ручьи, представляет собой слабохолмистую равнину, со слабо выраженным водоразделом, с небольшими высотами (190-94 м). Берега в излучинах крутые, прибрежные части заняты жилой застройкой. Русло ручьев на участке протекает по застроенному дну долины, испытывает сильную техногенную нагрузку. Правый берег ручьев крутой, высотой до 4 м, левый более пологий. В питании ручьев основную долю занимают талые воды, однако половодье кратковременное.

Изучаемый водоем расположен напротив школы № 51 (Заельцовский район, ул. Охотская 84). Склоны пологие, песчаные, покрытые луговой растительностью. К водоему подходят березовые рощи, кустарник, имеются отдельные экземпляры тополей. Длина объекта 274 м, максимальная ширина – 67 м, площадь зеркала – 12,61 тыс. м², объем воды – 16,15 тыс. м³, средняя глубина – 1,28 м, максимальная глубина – 2,8 м, длина береговой линии – 627 м, площадь береговой полосы – 13648 м². Грунт ложа водоема песчаный с примесью глины, илистые отложения средней мощности. Отмечен незначительный приток и исток (через дамбу). Снеговое и дождевое питание.

Подземные воды зафиксированы на глубинах от 2,0 м до 4,1 м (абс. отм. 162,70-167,90м), приурочены к четвертичным отложениям. По условиям формирования, режиму и гидродинамическим характеристикам водоносный горизонт относится к грунтовым безнапорным. По многолетним наблюдениям амплитуда сезонного колебания уровня грунтовых вод составляет ±1,0-1,5м. Наиболее высокие уровни наблюдаются в мае – июне, наиболее низкие в феврале – марте.

В воде отмечено превышение ПДК рыбохозяйственных водоемов железа до 1,7 ПДК и марганца до 19 ПДК. Концентрация взвешенных веществ варьировала от 2,4 до 46 мг/л.

Водный баланс складывается из притока и убыли воды, количество которой меняется в зависимости от сезона и водности года. При составлении водного баланса оз. «Жемчужина Сибири» учтены следующие компоненты:

$$W_{\text{приток}} + W_{\text{ос}} + W_{\text{пов}} + W_{\text{сток}} + W_{\text{исп}} + W_{\text{фильтр}} = \Delta W \quad (1)$$

где $W_{\text{приток}}$ – объем воды, поступающий из ручья, впадающего в водоем, тыс.м³;
 $W_{\text{ос}}$ – объем осадков, выпадающих на площадь водоема, тыс.м³;
 $W_{\text{пов}}$ – объем поверхностных сточных вод с водосборной территории, тыс.м³;
 $W_{\text{сток}}$ – объем воды, поступающий в ручей, впадающий в водоем, тыс.м³;
 $W_{\text{исп}}$ – объем воды, испаряющийся с площади водоема, тыс.м³;
 $W_{\text{фильтр}}$ – объем фильтрационного стока, тыс.м³;
 ΔW – остаточный член водного баланса, тыс.м³.

Рассчитанное среднемесячное испарение составит 0,5 тыс.м³. Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (апрель-октябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} \quad (2)$$

где $W_{\text{д}}$, $W_{\text{т}}$ – среднегодовой объем дождевых и талых вод, в м³.

Среднегодовой объем дождевых вод $W_{\text{д}}$, м³ с территории водосбора определяется по формуле:

$$W_{\text{д}} = 10 \times h_{\text{д}} \times \Psi_{\text{д}} \times F \quad (3)$$

где F – расчетная площадь стока, га;
 $h_{\text{д}}$ – слой осадков за теплый период года;
 $\Psi_{\text{д}}$ – общий коэффициент стока дождевых вод, определяется как средневзвешенная величина для всей площади стока с учетом средних значений коэффициентов стока для разного вида поверхностей.

Среднегодовое количество осадков за теплый период года (апрель – октябрь) – $h_{\text{д}} = 317$ мм.

Среднемесячный объем дождевых вод составит $W_{\text{д}} = 60,3$ тыс. м³.

Среднегодовой объем талых вод $W_{\text{т}}$, м³ определяется с по формуле:

$$W_T = 10 \times h_T \times \Psi_T \times F \quad (3)$$

где h_T – слой осадков за холодный период года;

Среднегодовое количество осадков принято на основании данных таблицы 1 СНиП 23–01–99 «Строительная климатология»: за холодный период года (ноябрь – март) – $h_T = 120$ мм;

Ψ_T – общий коэффициент стока талых вод.

$\Psi_T = 0,5 - 0,7$ (по п. 7.1.5 рекомендаций), принимаем $\Psi_T = 0,6$

$$W_T = 10 \times 120 \times 0,6 \times 1,50 = 1080 \text{ м}^3/\text{год} = 1,08 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Среднемесячный объем талых вод составит $W_T = 54$ тыс. м^3 с учетом среднего периода таяния снега – 2 мес.

Средний годовой объем поверхностных сточных вод с площади водосбора составляет:

$$W_r = W_d + W_T \quad (4)$$

$$W_r = 3,62 + 1,08 = 4,7 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Объем дождевых вод, выпадающих непосредственно на площадь водного зеркала, будет равен: $W_{дз} = 10 \times 1,5 \times 317 = 4755 \text{ м}^3/\text{год} = 4,755 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$

Среднемесячный объем дождевых вод, выпадающих непосредственно на площадь водного зеркала, будет равен 0,79 тыс. м^3 .

Объем талых вод, выпадающих непосредственно на площадь водного зеркала, будет равен: $W_{тз} = 10 \times 120 \times 1,5 = 1800 \text{ м}^3/\text{год} = 1,8 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$

Среднемесячный объем талых вод, выпадающих непосредственно на площадь водного зеркала, будет равен 0,3 тыс. м^3 .

Годовой объем осадков составит:

$$W_{ос} = W_{дз} + W_{тз} \quad (5)$$

$$W_{ос} = 4,755 + 1,80 = 6,56 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

Исходя из данных инженерно-гидрометеорологических изысканий на дне озера действуют многочисленные родники, обеспечивающие его проточность и препятствующие зарастанию озера водной растительностью, объем фильтрационного стока будет незначителен, принимаем $W_{фильтр} = 0$.

Рассмотрим озера в различные гидрологические периоды.

1. Зимний период.

Согласно инженерно-гидрометеорологическим изысканиям, озера ручьи в летний период пересыхают и зимой стока по ним нет, годовой сток приравнен к стоку весеннего половодья, поэтому среднемесячный водный баланс за зимний период будет выглядеть следующим образом:

$$W_{тз} = \Delta W = 0,3 \text{ тыс. м}^3 \quad (6)$$

2. Период весеннего половодья.

Рассмотрим два варианта:

– при максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него;

– при максимальном стоке половодья обеспеченностью 1% в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него.

2.1 При максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в водоем и вытекающих из него. Период половодья примем 45 дней.

– расход воды в ручье, впадающем в оз. Жемчужина Сибири, составляет 0,0812 $\text{м}^3/\text{с}$, или 315,7 тыс. м^3 за период половодья и 7,016 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$.

– расход воды в ручье, вытекающим из оз. Жемчужина Сибири, составляет 0,093 $\text{м}^3/\text{с}$ или 361,58 тыс. м^3 за период половодья и 8,035 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$.

Вычисляем среднемесячный баланс за период половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в водоем и вытекающих из него:

$$W_{приток} + W_{дз} + W_T - W_{сток} - W_{исп} = \Delta W \quad (7)$$

$$210,48 + 0,79 + 0,54 - 241,05 - 0,5 = -29,74 \text{ тыс. м}^3$$

2.2 При максимальном стоке половодья обеспеченностью 1 % в ручьях, впадающих в водоем и вытекающих из него.

Расход воды в ручье, впадающим в оз. Жемчужина Сибири при максимальном стоке половодья 1%-обеспеченности, составляет 0,279 м³/с, 24,1 тыс. м³/сут или 1084,75 тыс. м³ за период половодья.

Расход воды в ручье, вытекающим из оз. Жемчужина Сибири при максимальном стоке половодья 1%-обеспеченности, составляет 0,321 м³/с, 27,73 тыс. м³/сут или 1248,05 тыс. м³ за период половодья.

Вычисляем среднемесячный баланс за период половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 1 % в ручьях, впадающих в водоем и вытекающих из него:

$$W_{\text{приток}} + W_{\text{дз}} + W_{\text{т}} - W_{\text{сток}} - W_{\text{исп}} = \Delta W$$

$$723 + 0,79 + 0,54 - 831,9 - 0,5 = - 108,07 \text{ тыс. м}^3$$

Исходя из полученных данных, максимальное увеличение уровня воды при объеме половодья 1% обеспеченности, продолжительности 20 дней и полном отсутствии стока составит 0,09 м в сутки.

3. Летне-осенний период.

Среднемесячный водный баланс за летне-осенний период будет выглядеть следующим образом:

$$W_{\text{дз}} + W_{\text{пов}} - W_{\text{исп}} = \Delta W \quad (8)$$

что составит 79,29 + 60,3 – 0,5 = 139,09 тыс. м³

4. Единовременные объемы воды при опасных природных явлениях.

4.1 Сильный дождь (дождь со снегом, мокрый снег, снег с дождем) – Не менее 35 мм, за период не более 12 ч.

При выпадении сильного дождя объем воды за 12 часов будет составлять 6,3 тыс. м³.

4.2 Сильный снег – снег, ливневый снег с количеством выпавших осадков 14-19 мм за период времени не более 12 ч.

При выпадении сильного снега объем воды за 12 часов будет составлять 3,42 тыс. м³.

4.3 Ливень - не менее 20 мм за период не более 1 ч.

При выпадении ливня объем воды за 1 час будет составлять 0,3 тыс. м³.

Таким образом, естественный годовой водный баланс озера Жемчужина Сибири составит:

$$W_{\text{приток}} + W_{\text{ос}} + W_{\text{пов}} - W_{\text{сток}} - W_{\text{исп}} - W_{\text{фильтр}} = \Delta W \quad (9)$$

или 1084,75 + 6,56 + 0,47 – 1248,05 - 5,9 = -162,17 тыс. м³

Проведем расчёт водного баланса водоема с учетом техногенного воздействия, а именно в период строительства ЖК «Новелла».

Согласно графика сброса природных, дренажных вод среднемесячный объем воды составит $W_{\text{сточн}} = 3,5$ тыс. м³. При сбросе такого количества воды и полном отсутствии стока у озера уровень воды поднимется на 0,008 м в сутки. Среднесуточный объем при поступлении воды 115 м³/сут, а секундный – 0,0013 м³/с.

1. Зимний период.

$$W_{\text{сточн}} + W_{\text{тз}} = \Delta W \quad (10)$$

что составит 3,5 + 0,3 = 3,8 тыс. м³

2. Период весеннего половодья.

2.1 При максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него:

$$W_{\text{приток}} + W_{\text{дз}} + W_{\text{т}} + W_{\text{сточн}} - W_{\text{сток}} - W_{\text{исп}} = \Delta W \quad (11)$$

что составит 210,48 + 0,79 + 0,54 + 3,5 - 241,05 - 0,5 = -26,24 тыс. м³

2.2 При максимальном стоке половодья обеспеченностью 1 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него.

$$W_{\text{приток}} + W_{\text{дз}} + W_{\text{т}} - W_{\text{сточн}} - W_{\text{сток}} - W_{\text{исп}} = \Delta W \quad (12)$$

что составит 723 + 0,79 + 0,54 + 3,5 – 831,9 - 0,5 = - 104,57 тыс. м³

3. Летне-осенний период.

Среднемесячный водный баланс за летне-осенний период будет выглядеть следующим образом:

$$W_{дз} + W_{пов} + W_{сточн} - W_{исп} = \Delta W \quad (13)$$

что составит $0,79 + 0,60 + 3,5 - 0,5 = 4,4$ тыс. м³

Итого годовой водный баланс озера Жемчужина Сибири с наличием стоков от объекта будет равен:

$$W_{приток} + W_{ос} + W_{пов} + W_{сточн} - W_{сток} - W_{исп} - W_{фильтр} = \Delta W \quad (14)$$

или $1084,75 + 6,56 + 0,47 + 31,5 - 1248,05 - 5,9 = -125,3 = 1148,3$ тыс.м³

Постоянный объем воды в озере составляет 40 тыс. м³. Так как затопления и подтопления территории за годы наблюдения не было, трубы, отводящие воду из озера, справляются с объемами воды, поступающими в озеро при естественных условиях, и водный баланс не нарушится при дополнительном поступлении объема воды с объекта.

Проведенный расчет компонентов водного баланса водоема Жемчужина Сибири показал что величина среднемесячного испарения составит 0,5 тыс.м³, средний годовой объем поверхностных сточных вод с площади водосбора – 4,7 тыс. м³/год, годовой объем осадков – 6,56 тыс. м³/год.

Расчет водного баланса с учетом формирования различных расходов воды в гидрологические периоды показал следующее:

- в зимний период величина баланса составит 0,3 тыс. м³;
 - в период весеннего половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него: -29,74 тыс. м³;
 - в период половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 1 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него: -108,07 тыс. м³;
 - в летне-осенний период – 0,89 тыс. м³;
 - единовременные объемы воды в период сильного дождя (дождь со снегом, мокрый снег, снег с дождем) - не менее 35 мм, за период не более 12 ч - 6,3 тыс. м³;
 - единовременные объемы воды в период сильного снега - снег, ливневый снег с количеством выпавших осадков 14 - 19 мм за период времени не более 12 ч - 3,42 тыс. м³;
 - единовременные объемы воды в период ливневого дождя - не менее 20 мм за период не более 1 ч - 0,3 тыс. м³;
 - установлена величина естественного годового водного баланса озера: -162,17 тыс.м³;
- Рассчитан водный баланс озера при количестве сточных вод со строящегося жилого комплекса в объеме 3,5 тыс. м³:
- в зимний период величина водного баланса составила 3,8 тыс. м³;
 - в период весеннего половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 25 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него: -26,24 м³;
 - в период весеннего половодья при максимальном стоке половодья обеспеченностью 1 % в ручьях, впадающих в озеро и вытекающих из него: - 104,57 тыс. м³; летне-осенний период: 4,4 тыс. м³; годовой водный баланс озера с наличием стоков от объекта: -125,3 тыс.м³.
 - разработан перечень рекомендаций по сбросу природных и дренажных сточных вод в озеро.

Постоянный объем воды в озере составляет 40 тыс. м³, так как затопления и подтопления территории за годы наблюдения не наблюдалось, трубы, отводящие воду из озера, справляются с объемами воды, поступающими в озеро при естественных условиях, и водный баланс не нарушится при дополнительном поступлении заданного объема воды с объекта.

Расчёт водного баланса водоёма для определения возможности использования его как водоёма-приёмника природных и дренажных сточных вод с территории ЖК «Новелла», согласно предоставленным Заказчиком данным, показал низкую вероятность существенного изменения данного баланса и переполнение водоема. Вместе с тем, не исключена возможность увеличения уровня вод в нижележащем водоеме у ЖК «Эволюция».

Для усреднения расходов сточных вод, их очистки, а также предотвращения затопления и подтопления территории ЖК «Эволюция», где создан искусственный водоем для приема поверхностных сточных вод, который гидрологически связан с ручьем, вытекающим из озера, необходимо предусмотреть очистные сооружения, обязательно включающие в себя отстойник, который одновременно послужит усреднителем стоков. При усреднении поступления сточных вод в озеро будут сведены к минимуму экстремальные расходов воды.

Для учета количества загрязняющих веществ и сточных вод, поступающих в водоем, предусмотреть проект нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черных, О. Н. Проблемы и пути решения вопросов обмеления малых водоемов московского региона / О. Н. Черных, В. И. Волков, В. И. Алтунин // Природообустройство. – 2015. – № 5. – С. 51-59.
2. Алексанян, Ю. В. Классификационные признаки городских водоемов / Ю. В. Алексанян // Водное хозяйство России. – 2018. – № 3. – С. 87-89.
3. Севастьянова, Е. А. Экологическое состояние водоемов городской черты Калининграда на разных этапах благоустройства / Е. А. Севастьянова, Е. Д. Кухарук, В. В. Моисеенко, Н. А. Цупикова // Вестник КамчатГУ. – 2024. – № 68. – С. 76-88.
4. Бучельников, М. А., Гидрологические проблемы водоемов г. Новосибирска / М. А. Бучельников, А. А. Перфильев, В. А. Седых, О. В. Спиренкова, А. С. Тушина. Новосибирск: изд-во Новосибирской государственной академии водного транспорта, 2014 – 216 с.
5. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты, ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва 2006 г.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Малый водоем, водный баланс, техногенное воздействие.

Спиренкова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Тушина Александра Сергеевна, кандидат географических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Бучельников Михаил Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ ГРУНТА В АРКТИКЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

П.В. Степанова, О.В. Рослякова

Состояние оснований воднотранспортных сооружений напрямую влияет на их безопасность и работоспособность. Экономика и инфраструктура Арктического региона России во многом зависит от таких сооружений. В статье проводится анализ причин потери несущей способности вечномёрзлых грунтов оснований. Современные исследования и статистические данные позволили выявить ключевые аспекты микроклимата криолитозон. Результаты работы помогают обозначить первоочерёдные направления деятельности для решения обозначенной проблемы и закладывают основу для будущих исследований.

Актуальной темой дискуссий для арктического региона становятся изменения климатических показателей. В последние десятилетия аномалии проявляются по всей территории Арктики в виде повышения температур воздуха, почвы, воды, изменения количества осадков, что негативно сказывается на инфраструктуре региона [1]. Климат напрямую воздействует на состояние гидротехнических сооружений, которые, в свою очередь, вносят значительный вклад в экономику региона, влияют на жизнь местного населения. Воднотранспортные сооружения в Арктике особенно чувствительны к климатическим изменениям, которые влекут за собой таяние льда, увеличение отметок водной поверхности и усиление штормов.

Исследования говорят о снижении функциональности объектов воднотранспортной структуры [2]. Причиной этому является также процесс оттаивания вечномёрзлых грунтов, которые выполняют несущую функцию для сооружений. Проявления пластичности основания в оттаявшем состоянии приводят к разрушениям несущих конструкций. Такая динамика создаёт серьёзные проблемы для транспортной отрасли. Современные исследования прогнозируют

увеличение потерь несущей способности грунтов в арктической зоне [3], что обуславливает необходимость разработки новых способов поддержания тактически важных воднотранспортных сооружений в работоспособном состоянии.

Для конкретизации основных направлений поведения многолетнемёрзлых грунтов проведён анализ статистических данных наблюдений за сезонным поведением криолитозоны некоторых областей Сибирской равнины. Усреднённые данные чётко обозначают общую тенденцию к увеличению мощности сезонно-талого слоя за многолетний период. Ситуацию можно проследить на примере измерений [4], проводимых в Надымском районе, Ямало-Ненецкого автономного округа (рисунок 1).



Рисунок 1 – График изменения мощности сезонно-талого слоя в Надымском районе (65.3°, 72.9°) за период с 1997 по 2003 год

Однако, несмотря на общую тенденцию, температуры грунтов изменяются неоднородно в различных регионах. Такое явление объясняется не только естественными причинами, но и влиянием антропогенной деятельности. Прогрев почвенного покрова под влиянием солнечного излучения имеет явную корреляцию с наличием и видами растительности на конкретной территории [5]. Уровень влияния данного факта на поведение мёрзлых грунтов вынуждает включить его в список основных аспектов рассматриваемой проблемы.

Некоторые регионы России также показывают противоположное направление изменений температуры многолетнемёрзлых грунтов. Причина подобной динамики выявлена в неравномерности распределения снежного покрова по территории. Толщина покрова может компенсировать повышение температур воздуха, что благоприятно влияет на несущую способность грунтов. [6]

С повышением температуры почв практически по всей территории арктической зоны, увеличивается и нагрев водоносных горизонтов. В процессе фильтрации влаги повышенной температуры через основание сооружения, происходит оттаивание слагающих основание грунтов. Существующие системы гидроизоляции недолговечны в суровых условиях арктического климата, а их эффективность во многом отстаёт от предъявленных к ним требованиям.

Вариантом решения данной проблемы может стать использование самовосстанавливающихся материалов для целей гидроизоляции. Подобные материалы способны восстанавливать свои первоначальные характеристики после повреждений частично или полностью. Именно это свойство может способствовать увеличению сопротивления фильтрации относительно тёплых вод через грунты основания. Условия эксплуатации в таком случае диктуют необходимость выбирать материалы с самопроизвольным механизмом запуска самовосстановления [7].

Таким образом, данное исследование позволило выявить основные причины потери несущей способности грунтов зоны Арктики, имеющие различные масштабы и происхождение (рисунок 2).

Исходя из выявленного перечня причин следует рекомендовать для поддержания работоспособности гидротехнических сооружений применение комплексного подхода, состоящего из совокупности нескольких направлений деятельности. Основой для дальнейших инженерных решений должен стать доскональный анализ всех климатических аспектов с учётом имеющихся на сегодняшний день прогнозных данных. При проектировании подготовительных

работ для строительства или реконструкции имеющихся сооружений также следует регулировать степень влияния на температурный режим почв. Особое внимание стоит уделять степени нарушения растительного и снежного покровов, а также разработке рекультивационных мероприятий для обеспечения естественной теплоизоляции оснований.

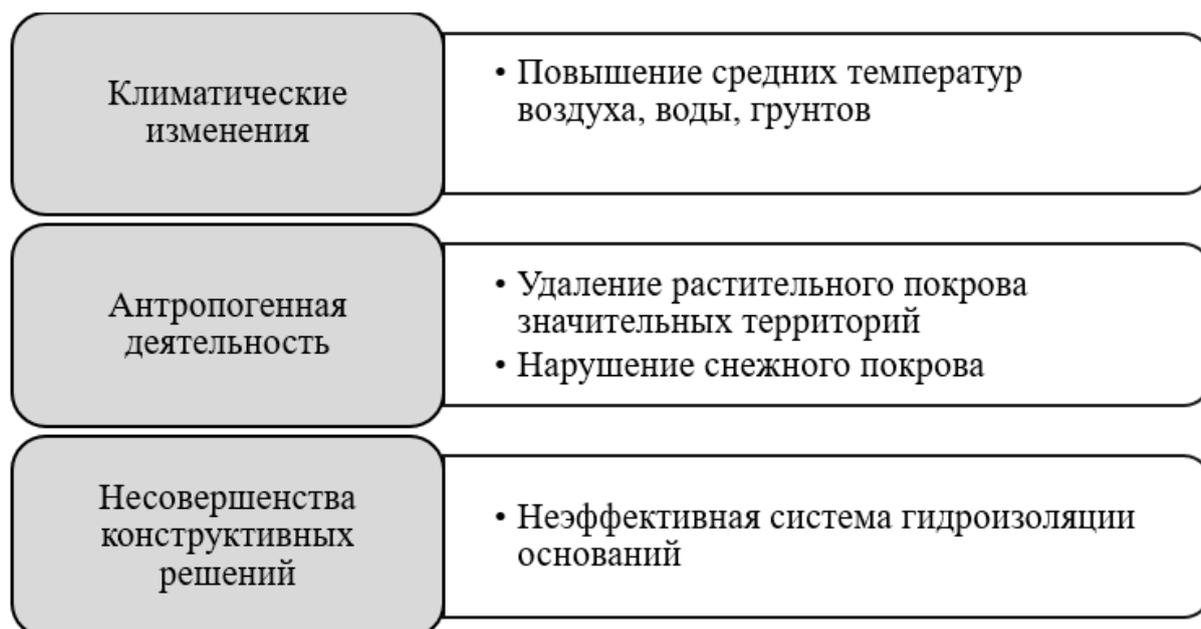


Рисунок 2 – Классификация основных причин оттаивания вечномёрзлых грунтов по происхождению

Для достижения наиболее эффективных свойств гидроизоляционного слоя в составе сооружений требуется пересмотреть привычные материалы и методы их применения.

Таким образом, в дальнейших исследованиях планируется изучить возможность применения самовосстанавливающихся материалов для обустройства гидроизоляции сооружений, что станет первым шагом к организации благонадёжного будущего арктических земель.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год // РОСГИДРОМЕТ – М. – 2023. – 104 с.
2. Воронцова С. Д. Влияние климатических изменений на транспортную инфраструктуру в Арктической зоне и на территориях распространения вечной мерзлоты. / С. Д. Воронцова // Транспорт РФ. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2017. – Т. 71, №4. – С. 33-39. – Режим доступа: <http://www.rostransport.com/transportrf/archiv/710/>
3. Фалалеева А. А. Оценка изменения несущей способности мерзлых грунтов при возможном изменении температуры и оттаивании вечной мерзлоты в арктической зоне Российской Федерации к середине XXI века. / А. А. Фалалеева, Я. Ю. Шелков, В. Г. Чеверева, А. В. Брушков // Вестник Московского университета. серия 4. Геология. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2023 - № 5. – С. 105-116. – Режим доступа: <https://vestnik.geol.msu.ru/jour/issue/view/50>
4. База данных о глубине сезонного оттаивания вечной мерзлоты // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.permafrost.su>
5. Воропай Н. Н. Мониторинг температуры почв на многолетнемёрзлых породах в естественных и антропогенно нарушенных условиях Тункинской котловины. / Н. Н. Воропай, М. В. Киселев, А. А. Черкашина // Лёд и Снег. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2019. – Т 59, № 4. – С. 517-528. – Режим доступа: <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2019-4-421>
6. Константинов П. Я. Динамика температуры вечномёрзлых пород за последние 30 лет в отдельных районах восточного сектора российской Арктики. / П. Я. Константинов, О.Д. Трегубов, Чжан Миньцзи // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2022. – №1. – С. 260-267. – Режим доступа: <https://e-integral.ru/stati/arhiv>

7. Ситников Н.Н. Самовосстанавливающиеся материалы: обзор механизмов самовосстановления и их применений. / Н. Н. Ситников, И.А. Хабибуллина, В.И. Мащенко // Видеонаука. [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2018. – №1 (9). Режим доступа: <https://videonauka.ru/stati/19-materialovedenie/186-samovosstanavlivayushchiesya-materialy-obzor-mekhanizmov-samovosstanovleniya-i-ikh-primenenij> (дата обращения 1.04.2025)

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Изменение климата, водотранспортные сооружения, гидротехнические сооружения, вечномёрзлые грунты, сезонно-талый слой, грунты основания, гидроизоляция.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Степанова Полина Владимировна, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Рослякова Оксана Вячеславовна, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

КРИТЕРИИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАЛЫЕ ВОДОЕМЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

М.А. Бучельников, А.С. Тушина, О.В. Спиренкова

В статье рассматривается проблема эколого-социальной значимости малых водоемов, находящихся в пределах или по близости от густонаселенных городских агломераций. Исследования прудов и обводненных карьеров Новосибирска и окрестностей позволили выработать ряд новых критериев воздействия на водные объекты и ранжировать их по степени экологической нагрузки и использованию жителями города.

Проблема оценки социально-экономической значимости малых водоемов в настоящее время не имеет своего окончательного решения и может являться предметом научных изысканий. В общем виде она заключается в установлении критериев, качественных и количественных параметров, которое могут дать адекватное и наглядное представление о значимости водного объекта в жизнедеятельности населения (преимущественно – местного) с одной стороны и об изменении состояния самого объекта в результате таковой деятельности с другой.

На сегодняшний день и в научной литературе, и в нормативных (методических) документах используется множество различных показателей [1-5], но они достаточно разнородны и не всегда дают адекватное представление о водоеме.

Оценка эколого-социального (рекреационного) значения имеет особую важность для водоемов, расположенных в городских агломерациях или в непосредственной близости от них. Для города Новосибирска такие исследования были проведены ранее [6, 7], однако для пригородных зон, в частности, для Новосибирского района Новосибирской области численные исследования динамики экологического развития водоемов не выполнялись, экономические и экологические характеристики не соотносились.

Таким образом, целью данной работы стала разработка ряда критериев, позволяющих дать оценку малому водоему в условиях крупнейшей сибирской городской агломерации.

Материалы и методы. В 2022-2024 годах были проведены экологические обследования нескольких десятков малых водоемов Новосибирского района Новосибирской области и разделением на более мелкие административно-территориальные единицы – сельсоветы. Описывалось общее состояние водоема, его морфометрические характеристики (площадь зеркала, длина береговой линии, объем воды), в некоторых случаях – гидрохимические показатели, заиление дна, возможность подъезда, рекреационная нагрузка, наличие поблизости промышленных предприятий и т.д.

Сведения о численности населения взяты из открытых статистических источников по Новосибирской области.

Результаты и их обсуждение. Новосибирский район Новосибирской области имеет общую площадь 2,9 тыс. кв. км, из них около 10% покрыто лесами, более 60 % – сельхозугодья. Численность населения – 143576 человек. Плотность населения – более 50 человек на 1 кв. км.

Район разделен на 17 малых административных единиц (сельсоветов) и город Краснообск. Расположен на Приобском плато, в долинах рек Обь и Иня вокруг Новосибирска.

В результате исследований установлено, что на территории Новосибирского района Новосибирской области находится около 200 малых водоемов, которые по своему происхождению можно распределить на следующие виды:

- естественные водоемы (малые озера)
- плотинные водоемы на ручьях и малых реках;
- копанные водоемы (созданные путем устройства котлована и заполненные водой);
- смешанного типа.

В качестве критериев социально-экологического воздействия было предложено следующее. Отношение суммарных морфометрических параметров к численности населения, выраженное в коэффициентах:

1. Отношение суммарной площади водных объектов (S) к численности населения (N), проживающего на данной территории:

$$S_s = \frac{S}{N} \quad (1)$$

2. Отношение суммарного объема воды, содержащейся в малых водоемах (V) к численности населения (N), проживающего на данной территории:

$$V_s = \frac{V}{N} \quad (2)$$

3. Отношение суммарной длины береговой линии водных объектов (L) к численности населения (N), проживающего на данной территории:

$$L_s = \frac{L}{N} \quad (3)$$

В таблице 1 приведены значения K_s , V_s , L_s для некоторых сельсоветов Новосибирского района. Анализируя их, можно точно определить, какая территория имеет большее отношение количества малых водоемов, а какая – меньшую, однако, вопрос о "достаточности" еще требует изучения.

Таблица 1 – Значения K_s , V_s , L_s для некоторых сельсоветов Новосибирского района

Сельсовет	N (чел)	L (км)	V (м ³)	S (км ²)	S_s	L_s	V_s
Барышевский	11352	128	44116	2330	0,21	3,89	0,01
Березовский	3829	191	11558	41008	10,71	3,02	0,05
Боровской	1979	434	307134	9817	4,96	155,20	0,219
Верх-Тулинский	11727	129	51347	3021	0,26	4,38	0,01
Криводановский	15972	144	125156	6141	0,38	0,38	0,01
Мичуринский	5357	45	3468	255	0,04	0,64	0,008
Толмаческий	10392	183	399434	14697	1,41	38,43	0,017
Ярковский	7381	344	4416	2330	0,31	0,59	0,04

Предложенные критерии, на наш взгляд, неплохо сочетаются с широко используемыми показателями, например, такими, как площадь акватории, необходимая для использования прогулочных судов. Она рассчитывается по формуле:

$$S_{акв} = N \cdot F_{норм}, \text{ км}^2 \quad (4)$$

где N – количество прогулочных судов;

$F_{норм}$ – площадь акватории, приходящейся на 1 судно.

Количество прогулочных судов необходимо определить в процентах от численности населения (определяется по маркетинговым или социологическим исследованиям), имеющих этот флот и принимая во внимание, что на одном судне может отдыхать несколько семей в составе 4 человек.

Другим, хорошо сочетающимся критерием, может стать демографическая емкость территорий (с учетом водных объектов). Она, в свою очередь, подразделяется на расчет по экологической характеристике поверхностных вод, расчет по экологической характеристике подземных вод и демографическую емкость территории по условиям рекреации на воде. Все эти характеристики учитывают и гидрологические составляющие (расходы воды,

эксплуатационный модуль стока, длины водотоков) и техногенное воздействие (коэффициенты загрязнения) и нормативы на одного человека [8].

Вместе с тем, пока не установлена связь предлагаемых показателей с последствиями рекреационной нагрузки на береговую полосу. Известно, что избыточное количество отдыхающих приводит к деградации природной среды (появление мусора, вытаптывание травянистого покрова, стихийное формирование троп, автостоянок, кострищ и т.п.) [3, 4].

Помимо отношения суммарных морфометрических параметров к численности населения можно предложить еще ряд социально-экологических критериев.

"Критерий временного воздействия". Его можно разделить на четыре градации:

1. Эпизодическое – водоем посещается и используется человеком лишь изредка (любительская рыбная ловля незначительным количеством рыбаков, отдых отдельных граждан и т.д.). Большую часть времени людей на его берегах нет.

2. Периодическое – водоем иногда используется как источник воды, рекреационная зона.

3. Частое – водоем практически постоянно подвержен какому-либо воздействию.

4. Непрерывное – объект включен в какой-либо технологический процесс.

Определим количество баллов за каждую градацию временного воздействия: эпизодическое – 2, периодическое – 4, частое – 6, непрерывное – 8.

Критерий "Назначение водоема" разделяется на виды:

1. Экологическое – водоем является частью природной экосистемы.

2. Ландшафтное – водоем выступает как часть природного или исторического ландшафта.

3. Противопожарное – водоем используется как источник воды на случай возгорания близлежащих строений.

4. Рекреационное – на водоеме осуществляются различные виды отдыха (купание, катание на лодках и т.д.).

5. Мелиоративное – водоем используется для полива.

6. Технологическое – водоем включен в какой-либо технологический процесс (пруд-охладитель и т.п.).

7. Коммунальное – водоем используется в городском хозяйстве.

8. Комплексное – сочетается несколько видов использования.

Определим количество баллов для каждого из видов представляемого критерия: экологическое – 1, ландшафтное – 2, противопожарное – 3, рекреационное – 4, мелиоративное – 5, технологическое – 6, коммунальное – 7, комплексное – 8.

Далее каждому критерию также присваиваем баллы.

Критерий "Происхождение водоема":

1. Природное (озеро, староречье, пойменное озеро и т.д.) – 2 балла.

2. Искусственное (пруд, пруд-копань, обводенный карьер, технический водоем) – 8 баллов.

Критерий "Современное состояние водоема":

1. Естественное – водоем продолжает оставаться частью природной экосистемы – 2 балла.

2. Обустроенное – водоем полностью включен в городскую среду, расчищено дно, обустроена береговая линия, имеются водопропускные сооружения – 4 балла.

3. Антропогенно-измененное – водоем частично подвергся изменению, причем, изменение носит не всегда позитивный характер – 6 баллов.

4. Заброшенное – водоем заброшен, возможно цветение воды, засорение, обмеление, загрязнение воды и береговой линии – 8 баллов.

Наличие множества критериев (временного воздействия, назначения водоема, происхождения водоема, современного состояния) дают достаточно полную картину водоема как природно-антропогенной системы. Баллы для каждого критерия можно просуммировать и получить количественное значение (назовем его условно Индексом антропогенного воздействия), отражающее использование водоема человеком.

Из таблицы 2 видно, что чем меньше водоем используется человеком, тем меньше количество баллов. Так условный "пруд Заводской", представляющий специально созданный, использовавшийся, неблагоустраиваемый объект наберет 32 балла, а условное "озеро Лесное" – 4, что представляется весьма наглядным в плане оценки воздействия и антропогенной измененности водного объекта.

Таблица 2 – Пример расчета Индекса антропогенного воздействия для условных водоемов

№	Наименование	Временное воздействие	Назначение	Происхождение	Современное состояние	Итого
1	Условный пруд "Заводской"	8	8	8	8	32
2	Условное озеро "Лесное"	2	1	1	2	4

Исходя из вышеизложенного представляется необходимым объединение и учет всех факторов, от которых зависит качество водной среды и создание единой балльно-рейтинговой системы оценки антропогенной нагруженности водных объектов особенно на урбанизированной территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Папаскири, Т. В. Сравнительный анализ влияния рекреационной нагрузки на прибрежные экосистемы в зависимости от доступности населения [Текст] / Т. В. Папаскири, Л. И. Бойценюк, В. С. Груздев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 223. – № 6. – С. 572-575.
2. Бакуменко, Ю. С. Методика оценки рекреационного потенциала водоемов [Текст] / Ю. С. Бакуменко, Л. Е. Подлипенская, М. Б. Шилин // Геоэкология. – 2023. – № 2. – С. 13-20.
3. Зиганшин, И. И. Рекреационная нагрузка на акваторию и побережье Апастовского пруда [Текст] / И. И. Зиганшин, Л. К. Мухамедзянова, Д. И. Зиганшина // Российский журнал прикладной экологии. – 2018. – № 1. – С. 42-45.
4. Клюкин М.А. Проблемы рекреационных нагрузок береговых территорий озер Ая, Колыванское и Новосибирского водохранилища / Клюкин М.А., Ротанова И.Н. [Электронный ресурс] // Киберленинка : [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-rekreatsionnyh-nagruzok-beregovyh-territoriy-ozer-aya-kolyvanskoe-i-novosibirskogo-vodohranilisha/viewer> (дата обращения: 25.01.2025).
5. Ахматов, С. В. Основные положения рекреационной лимнологии [Текст] / С. В. Ахматов // Вестник Томского государственного университета. – 2010. – № 333. – С. 169-171.
6. Тушина, А. С. Подходы к созданию методической основы для проведения единой балльно-рейтинговой оценки антропогенной нагруженности водных объектов урбанизированной территории [Текст] / А. С. Тушина, О. С. Спиренкова, М. А. Бучельников, Е. Н. Рыкова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2022. – № 4. – С. 86-90.
7. Spirenkova O.V., Geological assesment of water bodies in Novosibirsk using cluster methods / Spirenkova O.V., Bik Y.I., Roshchina E.V., Tushina A.S., Pridanova O.V., Kozenkova G.L. [Текст] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021 International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021". – :IOP Publishing Ltd, 2021. – pp. 12-15.
8. Рыбкина, И. Д. Оценка демографической емкости регионов Сибири [Текст] / И. Д. Рыбкина // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – № т.12. №1 (5). – С. 1437-1443.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Малые водоемы, антропогенное воздействие, критерии оценки.

Бучельников Михаил Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Тушина Александра Сергеевна, кандидат географических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Спиренкова Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительного производства, водных путей и гидротехнических сооружений» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:

630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОСТРОЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОПИСАННЫХ СФЕР ДЛЯ N-МЕРНЫХ СИМПЛЕКСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ КООРДИНАТ И РАДИУСОВ ЭТИХ СФЕР

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Л.М. Коврижных

В статье рассматриваются построения центров описанных сфер для n-мерных симплексов и определение их координат и радиусов этих сфер. Приведены три примера с решениями в пакете Mathcad.

Начнем изложение решений задач, указанных в заголовке статьи, в соответствии с порядком увеличения размерности n пространств R^n в которых будут рассматриваться симплексы [1] соответствующих размерностей.

Так в 0-мерном пространстве R^0 , представляющем собой точку, “симплексом”, а также “сферой”, описанной около него и центром этой “сферы” является эта самая точка. Координаты центра – координаты этой точки в этом 0-мерном пространстве, то есть 0, соответственно радиус этой “сферы” тоже нулевой. Заметим, что поскольку точка не имеет размеров: ни длины – 1-мерной меры, ни площади – 2-мерной меры ни объема – 3-мерной меры и т.д. ни меры любой размерности больше 1, то все таковые меры равны 0 для точки. Однако, 0-мерная мера точки равна 1, т.к. она представляет собой 1 объект, а 0-мерная мера даёт количество объектов множества. К примеру, 0-мерная мера множества, состоящего из пяти точек равна 5.

Пример №1. В 1-мерном пространстве, представляющем собой числовую прямую R , “симплексом” является отрезок на этой прямой, а “сфера”, описывающая его это две точки – концы этого отрезка A и B (впрочем, как и вписанной) (рисунок 1, 2). Центром этой “сферы” – является середина C этого отрезка AB , ибо она равноудалена от точек A и B . Чтобы построить этот центр, как известно, можно провести циркулем две окружности радиуса AB (или чуть меньше) из центров A и B для этих окружностей и полученные 2 точки пересечения их соединить прямой. Точка пересечения этой прямой с отрезком AB и даст нам центр C нашей одномерной “сферы” AB . Если мы обозначим за O – начало координат на данной числовой прямой, то, зная координаты a и b точек A и B соответственно, нетрудно понять, что координата c центра нашей “сферы” C будет вычисляться по формуле

$$c = \frac{a + b}{2} \quad (1)$$

Понятно, что радиус описанной “сферы” R будет равен

$$R = \frac{|b - a|}{2} \quad (2)$$

Заметим, что если начало координат мы поместим в точку A , то есть примем $a=0$, то $c=b/2$, а $R=|b|/2$.

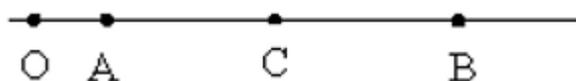


Рисунок 1 – Прямая 1-мерное пространство

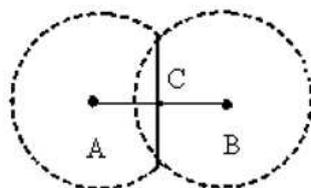


Рисунок 2 – Построение центра отрезка

Если же мы изначально зададим центр “сферы” координатой x_0 , а координаты точек на ней обозначим x , то аналитически уравнение сферы, как точек, равноудалённых от центра на расстоянии R , запишется в виде:

$$|x-x_0| = R \quad (3)$$

Это уравнение, собственно, и будет задавать аналитическую формулу сферы и в многомерных векторных пространствах. Только под x здесь уже будет пониматься радиус-вектор точек сферы, под x_0 – радиус-вектор центра её, а модуль вектора (длина его) – это корень квадратный из суммы квадратов его координат.

Пример №2. В 2-мерном пространстве, представляющем собой плоскость R^2 “сфера” – это окружность определённого радиуса и имеющая определённый центр. “Симплексом” является треугольник. Обозначим его вершины соответственно А, В и С, а длины сторон соответственно $a=CB$, $b=CA$ и $c=AB$ (рисунок 3). Жирным шрифтом обозначим вектора $a=CB$, $b=CA$ и $c=AB$ с соответствующими им длинами.

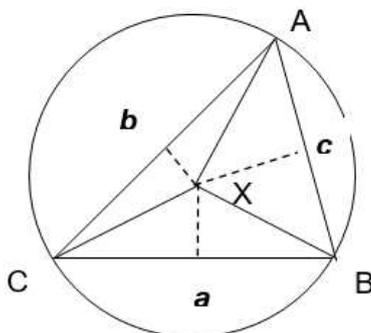


Рисунок 3 – Построение центра описанной окружности

Известна теорема, что через три точки на плоскости, не лежащие на одной прямой, можно провести одну единственную окружность. Мы сейчас покажем самим процессом построения центра таковой окружности, проходящей через три вершины треугольника ABC, то есть описывающей его. Обозначим искомый центр за X и опишем алгоритм построения его:

1. Из середины стороны $CB = a$ восставим перпендикуляр к этой стороне, который, как известно, представляет собой геометрическое место точек, равноудалённых от вершин В и С.
2. Из середины стороны $AB = c$ восставим перпендикуляр к АВ, который является геометрическим местом точек, равноудалённых от вершин А и В.
3. Точка пересечения этих перпендикуляров X, очевидно, и даёт нам центр описанной окружности, ибо она равноудалена от всех 3-х вершин.

Итак, мы доказали самим процессом построения, то есть конструктивным методом, существование окружности, проходящей через три данные точки. Очевидно, что таковая окружность единственна, так как центр её построен единственным образом. Ибо если центр находится в другой точке, то, опустив из него перпендикуляры на стороны треугольника, мы попадём на середины соответствующих сторон, в силу равнобедренности получаемых при этом новых треугольников с вершиной в предполагаемом другом центре описанной окружности и основаниями – сторонами нашего треугольника. А значит, по построению, они должны совпасть с восставленными перпендикулярами изначально. Итак, мы доказали чисто геометрически существование и единственность описанной окружности для треугольника.

А теперь определим радиус R этой описанной окружности, считая известными стороны a , b и c . Сделаем это двумя способами: классическим и с помощью Векторной алгебры и Аналитической геометрии. А затем определим и координаты центра X этой окружности.

1. По теореме синусов в ΔABC имеем:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R \quad (4)$$

Пусть высота, опущенная на основание a , равна $h=b\sin C$. Тогда площадь S треугольника ABC:

$$S = \frac{1}{2} a \cdot h = \frac{1}{2} a \cdot b \sin C = \frac{1}{2} a \cdot b \cdot \frac{c}{2R} = \frac{a \cdot b \cdot c}{4R}, \text{ отсюда: } R = \frac{a \cdot b \cdot c}{4S} \quad (5),$$

что и требовалось. Площадь же S треугольника вычисляется по известной формуле Герона:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \text{ где } p = (a+b+c)/2 - \text{ полупериметр треугольника.}$$

2. А теперь пусть ΔABC задаётся в прямоугольной системе координат точками A, B и C . То есть будем считать известными координаты этих точек, а значит их радиусы-векторы, которые мы обозначим этими же буквами, но жирным шрифтом: A, B и C . Тогда вектора сторон треугольника будут такими: $a = B - C, b = A - C$. Вектор же $c = a - b$. Поэтому для задания ΔABC нам достаточно лишь задание 2-х векторов его сторон: $a = (a_1, a_2)$ и $b = (b_1, b_2)$. Не нарушая общности, будем считать началом прямоугольной системы координат на плоскости треугольника ABC вершину C . Поэтому наша задача сводится к отысканию вектора CX (обозначим его за x), который и даст нам координаты центра X описанной окружности и радиус её, равный модулю этого вектора. Итак, $x = CX = (x_1, x_2)$.

Решение заключается в следующем: заметим, что проекция вектора x на вектор a по модулю, даёт нам половину стороны a . Но проекция эта определяется через скалярное произведение этих векторов, делённое на модуль вектора a ([2] стр. 40). Скалярное же произведение их будет положительным, так как угол $XCВ$ между ними острый, как угол при основании равнобедренного треугольника CXB . Поэтому имеем: $\frac{(x, a)}{|a|} = \frac{|a|}{2}$, отсюда $(x, a) = \frac{|a|^2}{2}$. Анало-

гично, проектируя вектор x на вектор – сторону b будем иметь второе уравнение $(x, b) = \frac{|b|^2}{2}$ на неизвестный вектор x . Получаем систему 2-х линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} x_1 a_1 + x_2 a_2 = a^2 / 2 \\ x_1 b_1 + x_2 b_2 = b^2 / 2 \end{cases} \quad (6)$$

Решаем её по формулам Крамера. Основной определитель Δ этой системы это определитель матрицы, в строках которой стоят координаты векторов $a = (a_1, a_2)$ и $b = (b_1, b_2)$ соответственно, то есть $\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1$, но это не что иное (по модулю) как площадь параллелограмма, натянутого, на вектора a и b или это удвоенная площадь S нашего ΔABC . То есть $|\Delta| = 2 \cdot S$. Этот основной определитель не равен 0, так как вектора a и b не коллинеарные, ибо они образуют треугольник. Это означает, что решение системы (6) существует и единственно, что, собственно, и доказывает нам, чисто аналитически, существование и единственность центра описанной окружности для треугольника.

Вспомогательные определители таковы: $\Delta_1 = \begin{vmatrix} a^2/2 & a_2 \\ b^2/2 & b_2 \end{vmatrix} = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a^2 & a_2 \\ b^2 & b_2 \end{vmatrix}$ и

$\Delta_2 = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a_1 & a^2 \\ b_1 & b^2 \end{vmatrix}$. И тогда решение системы (6) будет таким:

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} \text{ и } x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \quad (7),$$

что и требовалось.

Итак, координаты центра описанной окружности $x = CX = (x_1, x_2)$ найдены. Тогда квадрат радиуса этой окружности будет равен сумме квадратов координат вектора $x = CX$:

$$R^2 = (\Delta_1 / \Delta)^2 + (\Delta_2 / \Delta)^2 = \frac{1}{16 \cdot S^2} [(a^2 b_2 - b^2 a_2)^2 + (b^2 a_1 - a^2 b_1)^2] =$$

$$\frac{1}{16 \cdot S^2} [a^4 (b_2^2 + b_1^2) + b^4 (a_2^2 + a_1^2) - 2a^2 b^2 (a_2 b_2 + a_1 b_1)] = \frac{a^2 b^2}{16 \cdot S^2} [a^2 + b^2 - 2(\bar{a}, \bar{b})] = \frac{a^2 b^2 c^2}{16 \cdot S^2}$$

или $R = \frac{a \cdot b \cdot c}{4S}$, что совпадает с формулой (5).

Таким образом, мы построили и нашли центр описанной окружности (координаты его) по формуле (7) через координаты векторов a и b и радиус её по формуле (5) через длины сторон треугольника.

Заметим, что если начало координат находится не в вершине треугольника, но заданы координаты всех 3-х его вершин A , B и C , то поместив начало координат в вершину C , найдя векторы $a = CB = B - C$ и $b = CA = A - C$, $c = a - b$, мы найдём координаты центра описанной окружности с началом координат в C , а затем добавим к ним координаты вершины C , получив тем самым координаты центра в прежней системе координат.

В качестве примера решим задачу. Даны 3 вершины Треугольника: $A(1,4)$, $B(5,2)$ и $C(2,1)$. Найти центр и радиус описанной окружности для него. Решение проведём в Mathcad, фрагмент которого приведён ниже (рисунок 4).

Задача. Даны 3 вершины Треугольника: $A(3,4)$, $B(5,2)$ и $C(2,1)$. Найти центр и радиус описанной окружности для него

Решение :

$$A := \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix} \quad C := \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$b := A - C \quad a := B - C \quad c := a - b \quad \rho := \frac{|a| + |b| + |c|}{2} \quad a = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$S := \sqrt{\rho \cdot (\rho - |a|) \cdot (\rho - |b|) \cdot (\rho - |c|)} \quad S = 5 \quad b = \begin{pmatrix} -1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

1-ый способ Формула (5)

$$R := \frac{|a| \cdot |b| \cdot |c|}{4 \cdot S} \quad R = 2.236$$

2-ой способ - используя формулы (7)

$$\Delta := \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} \quad \Delta = 10 \quad \Delta 1 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} (|a|)^2 & a_2 \\ (|b|)^2 & b_2 \end{vmatrix} \quad \Delta 2 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} a_1 & (|a|)^2 \\ b_1 & (|b|)^2 \end{vmatrix}$$

$$x_1 := \frac{\Delta 1}{\Delta} \quad x_1 = 1 \quad x_2 := \frac{\Delta 2}{\Delta} \quad x_2 = 2 \quad \Delta 1 = 10 \quad \Delta 2 = 20$$

Координаты центра описанной окружности и радиуса её

$$x = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} \quad R := |x| \quad R = 2.236$$

Рисунок 4 – Фрагмент решения в Mathcad – определение координат центра описанной окружности и вычисление радиуса её

Итак, Результат вычисления радиуса описанной окружности вторым способом - через найденные координаты центра совпал с классическим методом по формуле (5), что подтверждает правильность вычислений.

Заметим далее, что приведенный нами алгоритм построения центра описанной окружности для треугольника будет являться базовым для построения центра описанной сферы 3-х мерного симплекса – тетраэдра, алгоритм построения которого будет аналогичен для треугольника. Но принцип и идея этого построения те же самые в своей основе, с некоторыми видоизменениями, характерными для 3-х мерного пространства. Заметим, что и для пространств больших измерений центр описанной сферы симплексов, расположенных в них, будет строиться по той же схеме, принципу, основываясь на алгоритме построения центра описанной сферы для симплекса на одну размерность меньше. То есть эти центры будут строиться по принципу индукции по размерности пространств. Итак:

Пример№ 3. В 3-мерном пространстве \mathbb{R}^3 симплексом является тетраэдр, а сферой является поверхность, представляющая собой геометрическое место точек пространства, равноудалённых от данной точки, называемой центром сферы.

Рассмотрим тетраэдр $ABCD$. Пусть треугольник ABD – его основание. Построим для него центр E описанной окружности согласно алгоритму предыдущего пункта 2. А теперь восстановим из него перпендикуляр к плоскости этого треугольника ABD , который уйдёт в третье измерение, по отношению к плоскости этого треугольника и который очевидно будет являться геометрическим местом точек, равноудалённых от вершин треугольника ABD , ибо точка E – центр описанной окружности треугольника ABD . Через середину M бокового ребра CB (или другого бокового ребра, например CD) проведём гиперплоскость, перпендикулярную этому ребру, которая пересечется с построенным перпендикуляром HE , исходящим из точки E , в точке X . Полученная точка X и будет центром описанной сферы для данного тетраэдра, ибо она, по построению, равноудалена от вершин B и C , а значит и от остальных вершин A и D (рисунок 5). Что и требовалось.

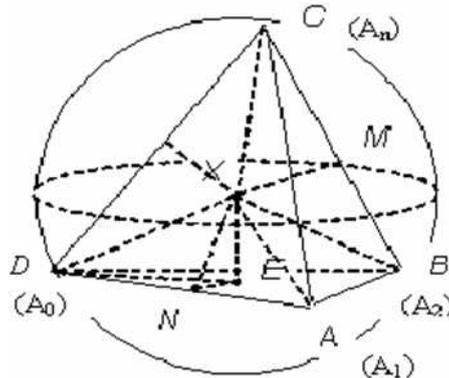


Рисунок 5 – Построение центра описанной сферы

А теперь найдём координаты этого центра X , для чего будем применять Векторную Алгебру. Будем считать вершину D началом прямоугольной системы координат, не нарушая общности. То есть её координаты $D(0,0,0)$. Обозначим вектора DA , DB и DC соответственно за a , b и c , а искомый вектор DX за x . Поскольку треугольник DXA – равнобедренный, то высота XN в нём будет и медианой. Поэтому вектор DN равен половине вектора $DA = a$, а значит, по длине $DN = |a|/2 = a/2$. С другой стороны вектор DN это проекция вектора $DX = x$ на направление вектора $DA = a$, поэтому модуль скалярного произведения его на единичный вектор a/a равен $a/2$: $|(x, a/a)| = a/2$. Но угол между векторами x и a острый, как угол при основании равнобедренного треугольника DXA , поэтому скалярное произведение их положительно. Значит, мы имеем одно уравнение $(x, a) = \frac{|a|^2}{2}$. Рассуждая аналогично с векторами – рёбрами b и c

получим ещё 2 уравнения на неизвестный вектор x : $(x, b) = \frac{|b|^2}{2}$ и $(x, c) = \frac{|c|^2}{2}$. Итак мы имеем

3 линейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными – координатами вектора $x = (x_1, x_2, x_3)$.

$$\begin{cases} (\bar{x}, \bar{a}) = a^2/2 \\ (\bar{x}, \bar{b}) = b^2/2 \\ (\bar{x}, \bar{c}) = c^2/2 \end{cases} \text{ или в координатном виде: } \begin{cases} x_1 a_1 + x_2 a_2 + x_3 a_3 = a^2/2 \\ x_1 b_1 + x_2 b_2 + x_3 b_3 = b^2/2 \\ x_1 c_1 + x_2 c_2 + x_3 c_3 = c^2/2 \end{cases} \quad (8)$$

и мы получили систему линейных алгебраических уравнений, аналогичную системе (6) для определения радиуса описанной окружности треугольника, только здесь уже для 3-х неизвестных координат радиуса описанной сферы тетраэдра.

Решаем эту систему (8) по формулам Крамера. Основной определитель Δ этой системы это определитель матрицы, в строках которой стоят координаты векторов $a = (a_1, a_2, a_3)$ $b =$

$$(b_1, b_2, b_3) \text{ и } c = (c_1, c_2, c_3) \text{ соответственно, то есть } \Delta = \det \begin{pmatrix} \bar{a} \\ \bar{b} \\ \bar{c} \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix},$$

но это не что иное (по модулю) как объём $V = V(a, b, c)$ параллелепипеда, натянутого, на вектора a , b и c . То есть $|\Delta| = V$. Этот основной определитель не равен 0, так как вектора a , b и c линейно

независимы, так как они образуют тетраэдр. Это означает, что решение системы (8) существует и единственно, что, собственно, и доказывает нам, чисто аналитически, существование и единственность центра описанной сферы тетраэдра. Заметим, что объём нашего тетраэдра будет равен $V/6 = |\Delta|/6$. Вспомогательные же определители таковы:

$$\Delta_1 = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a^2 & a_2 & a_3 \\ b^2 & b_2 & b_3 \\ c^2 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}, \Delta_2 = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a_1 & a^2 & a_3 \\ b_1 & b^2 & b_3 \\ c_1 & c^2 & c_3 \end{vmatrix} \text{ и } \Delta_3 = \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a^2 \\ b_1 & b_2 & b^2 \\ c_1 & c_2 & c^2 \end{vmatrix}. \text{ Тогда решение системы}$$

(8) будет таким:

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \text{ и } x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} \quad (9)$$

То есть искомый вектор $Dx = x = (x_1, x_2, x_3)$ найден и даёт нам координаты центра описанной сферы тетраэдра, что и требовалось. Тогда радиус R этой сферы будет вычисляться по формуле: $R = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 x_i^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \Delta_i^2} / \Delta$ (10)

В качестве примера решим задачу:

Даны 4 вершины тетраэдра ABCD: A(2,4,3), B(3,2,4), C(2,1,7) и D(1,2,3). Найти центр и радиус описанной окружности для него. Решение проведём в Mathcad – (рисунок 6).

Даны 4 вершины тетраэдра ABCD: A(2,4,3), B(3,2,4), C(2,1,7) и D(1,2,3). Найти центр и радиус описанной окружности для него. Решение проведём в Mathcad-e.

Решение:

$$A := \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 4 \end{pmatrix} \quad C := \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 7 \end{pmatrix} \quad D := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

$$a := A - D \quad b := B - D \quad c := C - D \quad a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad c = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 4 \end{pmatrix}$$

$$E := \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix} \quad \Delta := |E| \quad \Delta = -13 \quad V := |\Delta| \quad V = 13$$

$$d_1 := \frac{1}{2} \begin{vmatrix} (|a|)^2 & a_2 & a_3 \\ (|b|)^2 & b_2 & b_3 \\ (|c|)^2 & c_2 & c_3 \end{vmatrix} \quad d_2 := \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a_1 & (|a|)^2 & a_3 \\ b_1 & (|b|)^2 & b_3 \\ c_1 & (|c|)^2 & c_3 \end{vmatrix} \quad d_3 := \frac{1}{2} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & (|a|)^2 \\ b_1 & b_2 & (|b|)^2 \\ c_1 & c_2 & (|c|)^2 \end{vmatrix}$$

$$x_1 := \frac{d_1}{\Delta} \quad x_2 := \frac{d_2}{\Delta} \quad x_3 := \frac{d_3}{\Delta}$$

Вектор $Dx = x$ - координаты центра описанной сферы относительно вершины D и Радиус сферы R :

$$x = \begin{pmatrix} -0.038 \\ 1.269 \\ 2.577 \end{pmatrix} \quad R := |x| \quad R = 2.873$$

Вектор $X = OX = OD + Dx = D + x$ - координаты центра описанной сферы относительно начала координат O(0;0;0) и Объём тетраэдра $Vt = V/6$

$$X := D + x \quad X = \begin{pmatrix} 0.962 \\ 3.269 \\ 5.577 \end{pmatrix} \quad Vt := \frac{V}{6} \quad Vt = 2.167$$

Рисунок 6 – Фрагмент решения в Mathcad – Определение координат центра описанной сферы тетраэдра и вычисление радиуса её

Заметим, что если начало координат O находится не в вершине D , то есть точка D имеет не нулевые координаты, то вектора a , b и c , образующие тетраэдр будут вычисляться как разности радиус – векторов вершин его A, B и C и вершины D . $a = OA - OD$, $b = OB - OD$ и $c = OC - OD$. Соответственно, определив вектор $DX = x = (x_1, x_2, x_3)$ по формулам (9), мы должны добавить его к радиусу - вектору вершины D для вычисления координат OX центра описанной сферы тетраэдра в данной системе координат: $OX = OD + DX$. Итак, формулы (9) и (10) дают нам решение задачи.

4. А теперь рассмотрим, собственно, n – мерный симплекс в n – мерном пространстве R^n [1]. Обозначим его вершины $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$. координаты которых (радиусы–векторы их) обозначим соответственно: $A_0 = (x_1^0, x_2^0, x_3^0, \dots, x_{n-1}^0, x_n^0)$, $A_1 = (x_1^1, x_2^1, x_3^1, \dots, x_{n-1}^1, x_n^1)$, $A_2 = (x_1^2, x_2^2, x_3^2, \dots, x_{n-1}^2, x_n^2)$, $A_{n-1} = (x_1^{n-1}, x_2^{n-1}, x_3^{n-1}, \dots, x_{n-1}^{n-1}, x_n^{n-1})$, $A_n = (x_1^n, x_2^n, x_3^n, \dots, x_{n-1}^n, x_n^n)$ Рассмотрим вектора – ребра нашего симплекса, исходящие из вершины A_0 , которые и образуют наш симплекс:

$$a_1 = A_0A_1 = A_1 - A_0, a_2 = A_0A_2 = A_2 - A_0, a_3 = A_0A_3 = A_3 - A_0, \dots,$$

$a_{n-1} = A_0A_{n-1} = A_{n-1} - A_0, a_n = A_0A_n = A_n - A_0$. эти вектора линейно независимы, так как образуют n – мерный симплекс, а значит определитель Δ , составленный из их координат и имеющий порядок n , не равен нулю. Чтобы представить картину симплекса обратимся к Рис. 4, мысленно представив себе вместо вершины D вершину A_0 , вместо вершины A – A_1 , вместо B – A_2 , а остальные вершины вплоть до A_{n-1} будем предполагать расположенными в $n-1$ мерном пространстве, которое будем мыслить обозначенным плоскостью треугольника DAB . Вершину же A_n расположим в вершине C . Определитель Δ (по модулю) даёт, как известно, объём параллелепипеда, натянутого, на вектора a_1, a_2, \dots, a_n . Объём же нашего симплекса будет в $n!$ раз меньше.

Поскольку мы уже умеем строить центр X описанной сферы около симплексов в 1-мерном (отрезок), 2-мерном (треугольник) и 3-мерном пространстве (тетраэдр) по известному алгоритму, то, предположив, что построен центр описанной сферы в $n-1$ мерном пространстве для $n-1$ мерного симплекса $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}$, применим аналогичный алгоритм. Восставим из этого центра перпендикуляр H к его $n-1$ мерной плоскости (гиперплоскости), в которой он лежит, уходящий в n -тое измерение, где находится и вершина A_n n -мерного симплекса $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$. А теперь через середину ребра $a_n = A_0A_n = A_n - A_0$ проведём $n-1$ – мерную плоскость (гиперплоскость), перпендикулярную этому ребру. Точка пересечения X этой плоскости с построенным перпендикуляром H и даст нам центр описанной сферы для нашего n – мерного симплекса в n – мерном пространстве, поскольку она равноудалена от вершин $n-1$ мерного симплекса $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}$ по построению и это удаление такое же, как и от вершины A_n то же по построению.

А теперь переходим к аналитическому определению этого центра X , то есть, вычислим его координаты в n – мерном пространстве. Собственно, и здесь рассуждения будут аналогичными, как и для тетраэдра. А именно: соединим центр X с концами 1-ого ребра $a_1 = A_0A_1 = A_1 - A_0$. Полученный треугольник A_0A_1X – равнобедренный, т.к. $A_0X = A_1X$. Опустим высоту из вершины его X на основание A_0A_1 . Эта высота будет и медианой, поэтому проекция вектора A_0X , который обозначим за x , на направление вектора $a_1 = A_0A_1 = A_1 - A_0$ даст нам (по модулю) половину длины этого вектора. Поэтому, скалярное произведение (по модулю) вектора x на орт вектора a_1 будет равно половине длины этого

ребра a_1 . Поэтому имеем: $\frac{|(x, a_1)|}{|a_1|} = \frac{|a_1|}{2}$. Но, поскольку угол между векторами x и a_1 острый, как угол при основании равнобедренного треугольника A_0A_1X , то их скалярное произведение положительно. Итак, имеем уравнение на неизвестный вектор $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$:

$(x, a_1) = \frac{|a_1|^2}{2}$. Рассуждая аналогично с векторами – рёбрами a_2, a_3, \dots, a_n получим

ещё $n-1$ аналогичных уравнений на неизвестный вектор x :

Итак, мы получим систему n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными – координатами вектора

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n) : \begin{cases} (x, a_1) = \frac{|a_1|^2}{2} \\ (x, a_2) = \frac{|a_2|^2}{2} \\ \dots\dots\dots \\ (x, a_n) = \frac{|a_n|^2}{2} \end{cases} \quad (11)$$

или в координатном виде:

$$\begin{cases} x_1 a_{11} + x_2 a_{12} + \dots + x_n a_{1n} = \frac{|a_1|^2}{2} \\ x_1 a_{21} + x_2 a_{22} + \dots + x_n a_{2n} = \frac{|a_2|^2}{2} \\ \dots\dots\dots \\ x_1 a_{n1} + x_2 a_{n2} + \dots + x_n a_{nn} = \frac{|a_n|^2}{2} \end{cases} \quad (12)$$

Мы получили систему n линейных алгебраических уравнений с n неизвестными, решение которой по известным формулам Крамера и даст нам координаты искомого центра описанной сферы относительно вершины A_0 . Тогда координаты вектора $X = A_0 + x$ дадут нам искомое местоположение центра описанной сферы для n -мерного симплекса, заданного координатами своих вершин $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$ в изначальной системе координат.

Итак, основной определитель Δ системы (11), (12) в качестве строк содержит координаты векторов-рёбер, исходящих из вершины A_0 : a_1, a_2, \dots, a_n .

$$\Delta = \det(a_1, a_2, \dots, a_n) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Вспомогательные же определители $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ представляют собой половину определителей, отличающихся от Δ тем, что i -й столбец в нём заменён на квадраты длин рёбер a_1, a_2, \dots, a_n , образующих симплекс. Тогда координаты вектора x находим по формулам Крамера

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}, x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \dots, x_n = \frac{\Delta_n}{\Delta}, \text{ а координаты вектора } X = A_0 + x.$$

Радиус описанной сферы – это модуль вектора x : $R = |x|$.

Таким образом, системы (11) и (12) дают нам ключ к решению задачи определения центра и радиуса описанной сферы для n -мерного симплекса.

В качестве примера решим задачу для 4-мерного симплекса:

Даны 5 вершин 4-мерного симплекса $A(2,4,3,5)$, $B(3,2,4,2)$, $C(2,1,7,1)$, $D(1,2,3,-1)$ и $E(5,3,4,7)$. Найдти центр и радиус описанной сферы для него. Решение проведём в Mathcad – (рисунок 7).

Задача. Даны 5 вершин 4 мерного симплекса A(2,4,3,5), B(3,2,4,2), C(2,1,7,1), D(1,2,3,-1) и E(5,3,4,7). Найти центр и радиус описанной сферы для него.

Вводим вершины симплекса, считая вершину D базовой

$$A := \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \quad C := \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 7 \\ 1 \end{pmatrix} \quad E := \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 4 \\ 7 \end{pmatrix} \quad D := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Находим вектора-ребра, образующие симплекс

$$a := A - D \quad b := B - D \quad c := C - D \quad e := E - D \quad a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 0 \\ 6 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix} \quad c = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix} \quad e = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ 1 \\ 8 \end{pmatrix}$$

Вводим основную матрицу системы (11),(12) и считаем её определитель

$$F := \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 \end{pmatrix} \quad F = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 6 \\ 2 & 0 & 1 & 3 \\ 1 & -1 & 4 & 2 \\ 4 & 1 & 1 & 8 \end{pmatrix} \quad \Delta := |F| \quad \Delta = -5$$

Вычисляем вспомогательные определители

$$d_1 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} (|a|)^2 & a_2 & a_3 & a_4 \\ (|b|)^2 & b_2 & b_3 & b_4 \\ (|c|)^2 & c_2 & c_3 & c_4 \\ (|e|)^2 & e_2 & e_3 & e_4 \end{vmatrix} \quad d_2 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} a_1 & (|a|)^2 & a_3 & a_4 \\ b_1 & (|b|)^2 & b_3 & b_4 \\ c_1 & (|c|)^2 & c_3 & c_4 \\ e_1 & (|e|)^2 & e_3 & e_4 \end{vmatrix}$$

$$d_3 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & (|a|)^2 & a_4 \\ b_1 & b_2 & (|b|)^2 & b_4 \\ c_1 & c_2 & (|c|)^2 & c_4 \\ e_1 & e_2 & (|e|)^2 & e_4 \end{vmatrix} \quad d_4 := \frac{1}{2} \cdot \begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & (|a|)^2 \\ b_1 & b_2 & b_3 & (|b|)^2 \\ c_1 & c_2 & c_3 & (|c|)^2 \\ e_1 & e_2 & e_3 & (|e|)^2 \end{vmatrix}$$

Находим вектор $x = DX$ и радиус сферы R

$$x := \frac{1}{\Delta} \cdot d \quad x^T = (-61.1 \quad -132.3 \quad -43.9 \quad 57.7) \quad R := |x| \quad R = 162.767$$

Находим искомый вектор $X = x + DX$ - координаты центра сферы

$$X := D + x \quad X^T = (-60.1 \quad -130.3 \quad -40.9 \quad 56.7)$$

Заметим ещё, что мы решили задачу фактически для произвольно задаваемых вершин, так как меняя их координаты при вводе данный алгоритм автоматически получает новый результат, что очень важно при решении этой задачи для других 4- мерных симплексов.

Рисунок 7 – Фрагмент решения в Mathcad – Определение координат центра описанной сферы 4-симплекса и вычисление радиуса её

Технология вычислений с матрицами в Mathcad использована из [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенфельд Б.А. Многомерные пространства. Изд-во Наука, М. 1966, 648 с.
2. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике. Ч.1,-7-е изд.- М., Айрис-

пресс, 2007, 288 с.

3. Дмитрий Кирьянов. Mathcad в подлиннике. Спб., «ЕХВ Петербург», 2005, 576 с

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Симплекс в n мерном пространстве, радиус описанной сферы и координаты центра её.
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Коврижных Леонид Михайлович, старший преподаватель кафедры «ЕНД» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

БУДУЩЕЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

В.Е. Любимцева, А.С. Шишов, Л.А. Дубковская

В статье рассматривается будущее транспортного образования в контексте внедрения новых технологий и методов обучения. Актуальные изменения в транспортной отрасли, вызванные цифровизацией, экологическими вызовами и изменением потребностей общества, требуют адаптации образовательных программ.

В последние годы транспортный сектор переживает серьезные трансформации, обусловленные технологическим прогрессом, изменением общественных потребностей и глобальными проблемами, такими как климатические изменения. В этой связи образование в области транспорта также должно меняться, чтобы подготовить будущих специалистов к новым вызовам. В данной статье мы проанализируем, как современные технологии и образовательные подходы влияют на развитие транспортного образования.

Задача повышения эффективности транспортного образования требует решения двух задач: подготовки специалиста-транспортника нового типа и повышения практической направленности вузовской науки [1].

Необходимо улучшить систему оценки качества образования, внедрив инструменты, которые будут учитывать не только академические достижения, но и практические навыки выпускников. Это потребует разработки ясных критериев оценки, соответствующих требованиям работодателей и позволяющих объективно оценить готовность специалиста к работе в реальных условиях. Важно также развивать систему непрерывного образования, предлагая программы повышения квалификации и переподготовки, адаптированные к быстро меняющимся требованиям рынка труда.

Преимущества современного образования на онлайн-платформах заключаются в его доступности и гибкости, что позволяет обучаться из любой точки мира и в удобное время. Эти платформы также предлагают широкий выбор курсов и возможность учиться в собственном темпе, что способствует более эффективному усвоению знаний. Однако есть и недостатки: отсутствие личного общения может снизить мотивацию, а успешное обучение требует высокой самодисциплины.

Для успешного осуществления этих мер необходимо создать благоприятную экосистему, способствующую инновациям и предпринимательству в транспортной сфере. Это включает в себя предоставление финансовой поддержки стартапам, основанным выпускниками и преподавателями вузов, а также развитие инфраструктуры для коммерциализации научных разработок. Важно также поощрять создание и развитие малых и средних предприятий, которые занимаются разработкой и внедрением инновационных решений в транспортной отрасли.

Комплексный подход, который объединяет модернизацию образовательных программ, развитие прикладной науки и создание специализированных центров компетенций, позволит значительно повысить конкурентоспособность транспортных вузов и обеспечить отрасль высококвалифицированными кадрами, способными эффективно решать современные задачи.

Изменение форматов обучения стало необходимостью в условиях быстро меняющегося мира. Студенты стремятся не только к получению знаний, но и к освоению навыков, которые можно сразу применять на практике, а также к возможностям для сотрудничества и обмена идеями.

Новые подходы к обучению предполагают более гибкий подход к образовательному процессу. Онлайн-курсы, вебинары и смешанное обучение позволяют адаптировать учебные программы под индивидуальные потребности и темп каждого студента. Технологии способствуют созданию персонализированных образовательных траекторий, где каждый может сосредоточиться на наиболее интересных и полезных для себя направлениях.

Изменение форматов обучения:

- смешанное обучение: Комбинация онлайн-курсов, вебинаров, симуляций и практических занятий станет стандартом;
- микрообучение: Короткие, целенаправленные учебные модули позволят студентам осваивать новые знания и навыки по мере необходимости;
- обучение на протяжении всей жизни: В связи с быстрым развитием технологий, специалистам транспортной отрасли придется постоянно обновлять свои знания и навыки. Пожизненное обучение станет необходимостью;
- сотрудничество с индустрией: Тесное сотрудничество образовательных учреждений с транспортными компаниями обеспечит актуальность учебных программ и практическую направленность обучения.

Цифровизация включает в себя применение технологий для автоматизации бизнес-процессов, улучшения качества услуг, оптимизации производства и повышения эффективности работы организаций. [2] Она стала ключевым фактором в образовательном процессе. Использование онлайн-курсов, вебинаров и дистанционного обучения позволяет студентам получать знания из любой точки мира. Кроме того, технологии управления обучением позволяют преподавателям отслеживать прогресс студентов, предоставлять обратную связь и адаптировать учебные материалы под индивидуальные потребности учащихся.

Виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR) открывают новые горизонты для обучения в транспортной сфере. Эти технологии позволяют создавать симуляции реальных сценариев, что особенно важно для подготовки специалистов в таких областях, как авиация, морской транспорт и логистика. Слияние онлайн-платформ и цифровых ресурсов представляет собой значимую тенденцию. Учащиеся могут в любое время и из любого места пользоваться учебными материалами, интерактивными заданиями и возможностями для совместной работы. Это способствует созданию более адаптивной и индивидуализированной образовательной среды, которая учитывает потребности каждого студента.

Например, студенты могут проходить тренировки на виртуальных симуляторах, которые имитируют управление самолетом или грузовым судном, что обеспечивает безопасное и эффективное обучение без риска для жизни и здоровья.

Современное обучение требует применения активных и интерактивных методов. Это включает такие методы, как групповые проекты, дискуссии, ролевые игры, проблемное обучение и кейс-методы. Они способствуют не только углублению знаний, но и развитию критического мышления, улучшению навыков коммуникации и сотрудничества между студентами. [3] Такие методы также способствуют лучшему усвоению материала и подготовке к реальным ситуациям в профессиональной деятельности.

Большие данные играют важную роль в оптимизации процессов в транспортной отрасли. Образовательные учреждения начинают интегрировать анализ данных в учебные программы, обучая студентов использовать аналитические инструменты для решения реальных проблем.

Студенты могут изучать, как собирать и анализировать данные о транспортных потоках, эффективности логистики и потребительских предпочтениях, что дает им конкурентное преимущество на рынке труда.

Современное транспортное образование должно быть тесно связано с индустрией. Партнерство между университетами и транспортными компаниями позволяет создавать актуальные учебные программы, которые соответствуют требованиям рынка труда. Стажировки, практики и проекты на базе компаний помогают студентам получить практический опыт и установить полезные контакты в профессиональной среде.

Фокус на новых компетенциях транспортного образования:

- автоматизация и автономный транспорт: С развитием беспилотных технологий, студентам потребуются знания в области робототехники, сенсорики, программирования и управления автономными системами;
- устойчивое развитие и "зеленые" технологии: Транспортная отрасль стремится к снижению вредных выбросов и повышению экологичности. Обучение будет сфокусировано на

альтернативных видах топлива, электромобилях, "умных" транспортных системах и оптимизации маршрутов для снижения воздействия на окружающую среду;

– кибербезопасность: Защита транспортных систем от кибератак становится все более важной задачей. Студенты должны будут освоить принципы кибербезопасности и методы защиты от угроз;

– навыки: В дополнение к техническим знаниям, студентам потребуются развитые мягкие навыки, такие как коммуникация, работа в команде, критическое мышление и решение проблем.

Внедрение этих технологий требует квалифицированных специалистов, способных работать с большими объемами информации и применять аналитические методы. Поэтому университеты и колледжи адаптируют свои программы, включая курсы по анализу данных, машинному обучению и статистическому моделированию.

Специалисты, обладающие знаниями в области больших данных и транспортной логистики, становятся востребованными в компаниях, занимающихся грузоперевозками, общественным транспортом, а также в государственных организациях, отвечающих за планирование и управление транспортной инфраструктурой. Их навыки позволяют разрабатывать инновационные решения для оптимизации транспортных систем и повышения их эффективности.

С учетом глобальных вызовов, связанных с изменением климата, образовательные программы все чаще включают темы устойчивого развития и экологии. Развитие технологий и искусственного интеллекта играют важную роль в глобальных усилиях по сохранению планеты. [4] Студенты изучают экологически чистые технологии, такие как электромобили и альтернативные источники энергии, а также методы снижения углеродного следа в транспортной сфере.

Ключевым моментом является внедрение практического опыта в образовательный процесс. Участие в симуляциях, стажировках в ведущих компаниях и реальных проектах дает студентам возможность применять теоретические знания на практике, развивать командные навыки и осваивать особенности своей будущей профессии. Важно также учитывать международный опыт и лучшие практики, адаптируя их к местным условиям и требованиям транспортной отрасли.

Уделение внимания развитию цифровых навыков становится важным аспектом образовательной программы. Специалисты должны обладать знаниями в области анализа данных, искусственного интеллекта, Интернета вещей и других современных технологий, которые используются для оптимизации транспортных систем.

В итоге, будущее образования в сфере транспорта представляет собой динамичный процесс постоянного улучшения, направленный на подготовку квалифицированных и востребованных специалистов, способных эффективно решать сложные задачи и способствовать развитию отрасли. Необходимо постоянное сотрудничество между учебными заведениями, бизнесом и государственными структурами для создания образовательных программ, соответствующих актуальным требованиям рынка труда.

Будущее образования в сфере транспорта зависит от того, насколько учебные заведения смогут приспособиться к стремительным изменениям. Применение современных технологий и новых подходов к обучению не только повышает качество образования, но и способствует подготовке специалистов, готовых к вызовам современности. Транспортная отрасль требует инноваторов, которые способны к креативному мышлению и поиску решений для устойчивого развития и оптимизации процессов. Образование должно стать фундаментом для формирования таких профессионалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортное образование / [Электронный ресурс] // <https://www.kommersant.ru/> : [сайт]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2747375> (дата обращения: 15.02.2025).

2. Что такое цифровизация? / [Электронный ресурс] // <https://www.banki.ru/> : [сайт]. – URL: <https://www.banki.ru/wikibank/cifrovizaciya/> (дата обращения: 15.02.2025).

3. Психолого-педагогические аспекты обучения современного студента / [Электронный ресурс] // <https://io.nios.ru/> : [сайт]. – URL: <https://io.nios.ru/articles2/139/2/psihologo-pedagogicheskie-aspekty-obucheniya-sovremennogo-studenta> (дата обращения: 15.02.2025).

4. ИИ и устойчивое развитие: как наука помогает спасти планету / [Электронный ресурс] // <https://trends.rbc.ru/trends/> : [сайт]. – URL:

<https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/637cb9859a7947827130e5be> (дата обращения: 15.02.2025).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Технологии, методы, обучение, программы, образование.*
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Любимцева Виктория Евгеньевна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Шишов Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность и физическая культура» ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Дубковская Лариса Александровна, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность и физическая культура» ФГБОУ ВО «СГУВТ»*
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»*

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ БЕЗОПАСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

Л.В. Пахомова, А.А. Бутузов, А.С. Соловьёв, Г.К. Журавлев

Создание надежных и экономичных конструкций, как на стадии проектирования, так и при изготовлении, не всегда соответствует неблагоприятным и нестандартным условиям эксплуатации. И поэтому для исключения технологических рисков и ошибок в процессе деформации и разрушительных нагрузок, сопротивление материалов, как раздел технической механики, располагает различными видами механических испытаний и экспериментов. Они являются реальной основой для принципов и методов расчетов элементов, заготовок, сварных соединений и частей, для возможности создания конструкций и сложных машин с высокими характеристиками прочности, жесткости и устойчивости.

Зачастую в научном сообществе бытует мнение и несправедливые взгляды на сущность экспериментов и испытаний, и поэтому определение и оценка механических свойств происходит во многих случаях на основе теоретических предположений, упрощающих гипотез и несостоявшихся формул. А это не всегда обеспечивает надежность и техническую живучесть конструкций и сложных механизмов.

В вопросе развития водного транспорта в современных условиях весьма остро стоит задача максимального исключения риска потери судна морского или речного базирования, способности к заданному функционированию или готовности в результате кинематического воздействия.

Распространенным и основным методом производства для построения конструкции судов, является сварка. Она обычно используется для создания корпуса судна, включая палубу, сборки и отсеки. А поэтому для обеспечения прочности и устойчивости швов сварных соединений, параметры испытаний должны соответствовать требованиям безопасности и нормам Российского Морского и Речного регистра.

Эксперименты в лабораторном практикуме для студентов СГУВТ заключаются в изучении свойств структуры сварочного шва в сварных соединениях:

1. Предел прочности (временное сопротивление);
2. Предельная эластичность;
3. Угол изгиба, который характеризует способность сварного соединения выдерживать заданную степень пластической деформации до образования первой трещины.

Испытания проводятся на универсальной машине УМ-5 для различных типов швов сварных соединений методами: статический изгиб, сдвиг, растяжение до разрыва.

На рисунке 1 изображены типы испытываемых в лаборатории сварных швов.

Образец располагается на нижнем захвате матрицы, задается скоростью нагружения 15 мм/мин и через верхний захват пуансон создает деформации статического изгиба.

На рисунке 2 изображена работа универсальной машины.

После завершения эксперимента: снимается со шкалы значение нагрузки, величина абсолютной линейной деформации с циферблата и угол изгиба. Динамика испытаний, позволяет студентам изучать явление деформации изгиба, при котором появляются трещины шва или околошовной зоны более 5 мм являющихся браковочным признаком сварного

соединения. В отсутствие трещин более 5 мм, образец не признается браковочным, а годным к дальнейшему применению.

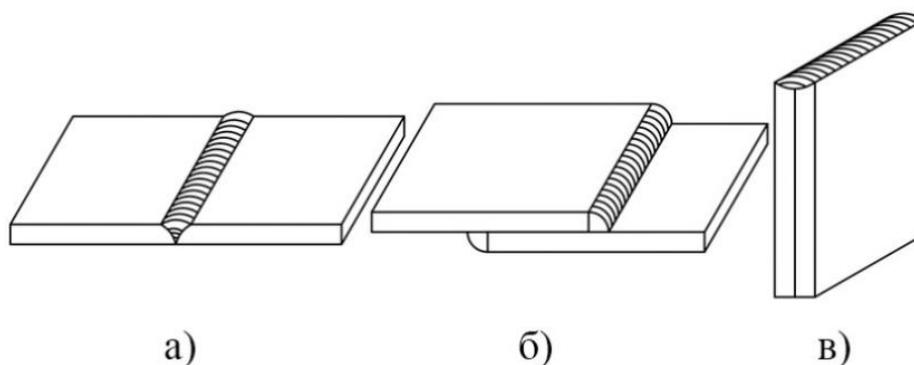


Рисунок 1 – Типы сварных швов: а) стыковой; б) нахлесточный; в) торцевой

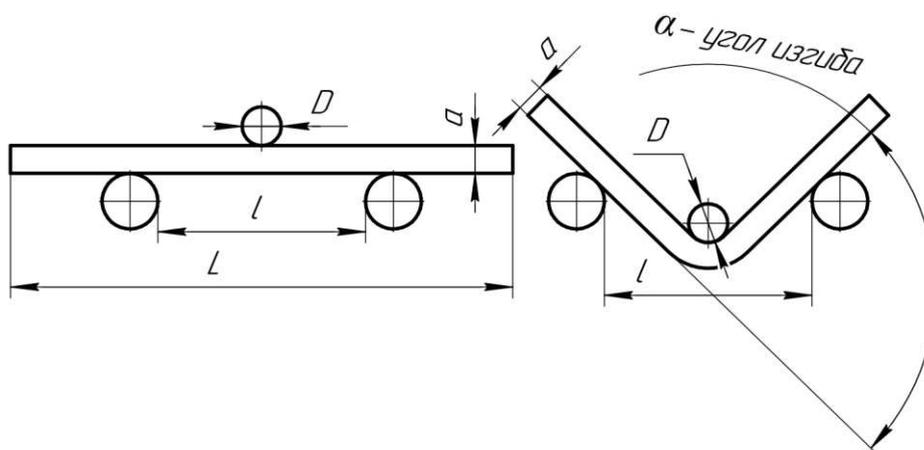


Рисунок 2 – Работа универсальной машины:
L – длина образца, мм; D – диаметр пуансона, мм; a – толщина образца, мм;
l – расстояние между опорами

Лаборатория «Испытания материалов» кафедры Технической механики и подъемно-транспортных машин (ТМ и ПТМ) провела испытания сварных соединений на гидравлическом прессе ПГ-100 для АО «МеталлСервис», которое изготавливает топливораздаточное оборудование, предназначенное для экологически чистой бункеровки бензином и дизельным топливом катеров, яхт и теплоходов.

В акте, составленном СГУВТ были отражены результаты испытаний: предел прочности, угол изгиба, и детальные рекомендации к дальнейшему использованию образцов сварщиков.

Для расчета величины временного сопротивления сварного соединения встык использовалась формула

$$\sigma_s = k \cdot \frac{p}{l \cdot h},$$

где k – поправочный коэффициент, для углеродистых сталей $k = 0,9$;

p – нагрузка;

l – длина шва;

h – высота (толщина) шва.

Анализируя теоретические и экспериментальные обоснования, можно с уверенностью констатировать, что прочность сварного соединения должна быть не ниже прочности основного металла. А исходя из практики применения и наблюдений в процессе эксплуатации, при правильной сварке сварочные швы не уступают в своей надежности заклепочным соединениям [1].

Но если сварочные швы это показателя усталости и прочности судна, то наиболее опасные риски сохранения устойчивости и надежности возникают во время движения корабля в

условиях кинематического воздействия, особенно когда длина волны превышает длину корабля.

Динамические нагрузки в виде столкновения с льдинами, ударами бревен, пустыми плавающими баками, могут оказаться факторами пагубного воздействия на корпус корабля, поскольку существенно снижают целостность внешней обшивки судна и его устойчивость.

В ходе испытания материалов, предназначенных для корпуса судна, важно понять, как его строение в виде пространственно-центрированной решетки, сможет противостоять хрупкому разрушению, особенно в нестандартных условиях относительного охлаждения. Это склонность металла к переходу из вязкого состояния в хрупкое оценивается как хладоломкость. Вероятнее всего этот вопрос в научном сообществе не изучен в достаточной мере так как технические условия процесса глубокого охлаждения с $t_{\text{кипения}} = -78 \text{ }^\circ\text{C}$ в лабораторных условиях опасны и требуют особой защищенности персонала. Но факт, способствующий хрупкому разрушению металла после холодной вытяжки – очевиден! Несмотря на повышения свойства твердости металла после холодной обработки, к сожалению, снижается его пластичность, потому что напряжения превышают предел текучести и эта особенность пагубна при динамических нагрузках.

В лаборатории «Сопrotивления материалов» кафедры ТМ и ПТМ СГУВТ в процессе экспериментов студенты изучают технологию ударного изгиба, определяют величину работы деформации и разрушения образца по типу Менаже с «U» образной выточкой (рисунок 3) на установке для исследования СМ-21 (маятниковый копер 300 Дж).

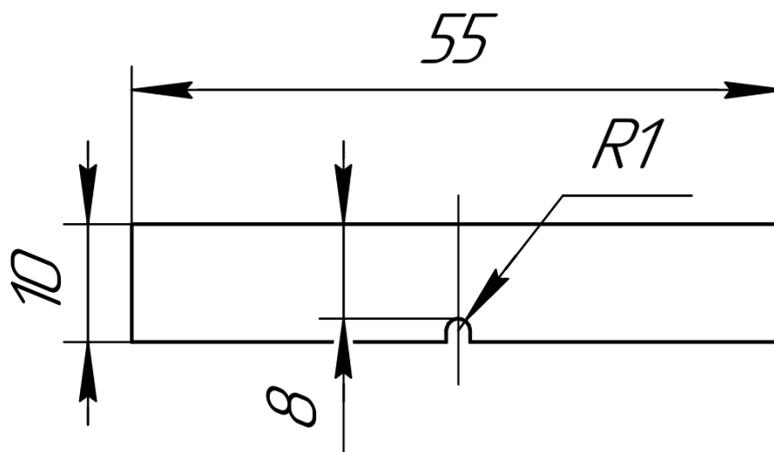


Рисунок 3 – Образец по типу Менаже с «U» образной выточкой

Студенты рассчитывают по формуле величину ударной вязкости металла

$$KCU = \frac{K}{F},$$

где K – работа деформации и разрушения, Дж;

F – площадь поперечного сечения образца в месте выточки до разрушения, см^2 .

Особенностью эксперимента стал процесс отжига образцов в муфельной печи МП-2М до температуры красного каления $t = 900 \text{ }^\circ\text{C}$. Участвуя в экспериментах по испытанию образцов, не подвергшихся отжигу и после него, студенты уверенно делают выводы о том, что для деформации и разрушения образцов после отжига требуется работа, величина которой больше, чем до термической обработки. Рассчитав ударную вязкость отожженного образца, студенты убеждаются, что она гораздо выше, следовательно, металл лучше сопротивляется ударным нагрузкам. Немаловажно и то, что студенты учатся проводить визуальное исследование характера излома образца после его разрушения.

Но если строительство судов большой и малой тоннажности увеличивается с каждым годом, то на фоне увеличения торговли, портовая отрасль демонстрирует рост грузооборота. А это в свою очередь способствует совершенствованию технологий обработки грузов и развитию подъемно-транспортного парка машин портов и терминалов. Эта тенденция требует создания высокотехнологичного оборудования для портовых кранов, погрузочно-разгрузочных машин и транспортирующей техники. В нашей статье мы рассмотрим актуальный вопрос о

такелажных приспособлениях, предназначенных для подъема и перемещения грузов. Стропы о которых пойдет речь, бывают канатные, текстильные и цепные. Они используются для надежного крепления и безопасной транспортировки грузов.

Для придания прочности, легкости и гибкости, текстильные стропы изготавливаются из синтетических материалов. Это монопилы, пряжа, комплексные, пленочные и комбинированные нити.

В лабораторной практике кафедры ТМ и ПТМ СГУВТ студенты изучают полуцикловые, одноцикловые и многоцикловые свойства одиночных нитей. Они представляют собой некрученую или крученую нить, полученную за одну операцию формирования. Характеристики прочности нитей зависят от сырьевого состава нитей, их линейной плотности, крутки, длины нити.

В распоряжении лаборатории испытания материалов кафедры ТМ и ПТМ имеется разрывная машина РМ-30-1 на которой определяются:

1. Фактическая разрывная нагрузка.
2. Абсолютное разрывное удлинение.

Студенты, изучая способ разрыва одиночной нити, определяют по формулам:

1. Относительную разрывную нагрузку, приходящуюся на единицу линейной плотности нити [2]

$$P_o = \frac{P_\phi}{T} = \frac{сН, гс, мН, Н, кгс}{текс},$$

где P_ϕ – фактическая разрывная нагрузка;

T – линейная плотность;

$T = m / L_\kappa$ – текс, где m – масса срезанных нитей в мг;

L_κ – начальная (зажимная) длина нити.

2. Относительное разрывное удлинение, отношение абсолютного удлинения к расстоянию между зажимами разрывной машины в %

$$L_o = \frac{L_a}{L_\kappa} \cdot 100\%.$$

Лаборатория испытания материалов кафедры ТМ и ПТМ провела для ООО «Русский пластик» испытания образцов тканевых полос с различными приспособлениями.

В протоколе испытаний была указана достаточно высокая разрывная нагрузка и детальная характеристика деформации приспособлений. Текстильные одиночные нити, из которых были изготовлены полосы, показали достаточно высокие характеристики прочности и легкости с отличительной особенностью – повышенной растяжимостью до 30% и высокой долей обратимой деформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутузов, А. А. Обеспечение эксплуатационной безотказности металлоконструкций мостовых кранов путем выбора метода расчета / А. А. Бутузов, В. А. Шарутина, А. А. Лебедев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 29-32.

2. Пахомова, Л. В. Характеристика текстильных материалов предназначенных для изготовления грузоподъемных строп и методики испытания прочности / Л. В. Пахомова, О. В. Щербакова // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2023. – № 2. – С. 28-33.

3. ГОСТ 6996-66. Межгосударственный стандарт. Сварные соединения. Методы определения механических свойств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Прочность сварных конструкций, прочность текстильных нитей, ударная вязкость материалов.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Пахомова Людмила Владимировна, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «ТМиПТМ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Бутузов Артем Андреевич, аспирант ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Соловьёв Александр Сергеевич, магистрант ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Журавлев Георгий Константинович, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ВЛИЯНИЕ КИБЕРКОММУНИКАТИВНОЙ ЗАВИСИМОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТНЫХ ВУЗОВ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

А.П. Саликова, Л.А. Дубковская, А.С. Шишов

Киберкоммуникативная зависимость среди обучающихся – это важная тема, затрагивающая как психологические, так и социальные аспекты жизни молодежи. С каждым годом увеличивается число населения, проводящих значительное время в интернете и социальных сетях, что приводит к тому, что вчерашние подростки, а сегодня студенты все чаще предпочитают онлайн-общение реальному. Рассмотрим влияние киберкоммуникативной зависимости в образовательном процессе на статистике 8 транспортных ВУЗов.

Киберкоммуникативная зависимость – это состояние, при котором у человека наблюдается навязчивое стремление к взаимодействию через цифровые платформы в ущерб реальному общению и другим аспектам жизни.

К основным признакам киберкоммуникативной зависимости у обучающихся можно отнести:

1. Частота использования (обучающиеся могут проводить много часов в сети, игнорируя учебу, спорт и другие важные аспекты жизни).
2. Проблемы с концентрацией (зависимость от постоянных онлайн-уведомлений мешает сосредоточиться на повседневных задачах).
3. Социальная изоляция (несмотря на то, что у них есть много друзей в онлайн-пространстве, молодежь может испытывать одиночество и трудности в межличностном взаимодействии в реальной жизни) [1].

Киберкоммуникативная зависимость негативно влияет на психоэмоциональное состояние и социальные навыки, вызывая тревожность, депрессию и снижение самооценки из-за сравнения с «идеалами» в сети. Студенты теряют навыки оффлайн-общения, что затрудняется установление контактов в реальной жизни и ведет к социальной изоляции. Так же зависимость связана с рисками, такими как кибербуллинг, манипуляции и мошенничество, подчеркивая важность образования по цифровой безопасности и ответственности.

Например, отмечается, что «высокая мотивация к успеху и более выраженное отношение к собственному здоровью и здоровому образу жизни у регулярно занимающихся спортом студентов по сравнению со сверстниками свидетельствует о благоприятном влиянии спортивных занятий на формирование успешной и здоровой личности» [2].

Данный вывод подтверждает значимость физической активности, так как она способствует не только физическому, но и психологическому развитию, формируя целеустремленность, дисциплину и заботу о собственном здоровье.

Понимание особенностей этой зависимости и работа над ее профилактикой помогут студентам сформировать здоровые отношения с цифровыми технологиями и улучшить качество их жизни. Важно найти баланс между онлайн и реальным общением, чтобы подростки могли развиваться и взаимодействовать с окружающим миром полноценно и безопасно [3].

Для снижения уровня киберкоммуникативной зависимости необходимо:

1. Образование и информирование (молодежь и их родители должны быть осведомлены о рисках, связанных с чрезмерным использованием Интернета, и о методах безопасного общения).
2. Развитие оффлайн-интересов (важно поощрять участие обучающихся в активностях вне сети, таких как спорт, творчество и взаимодействие с друзьями в реальной жизни).
3. Установление границ (родители и молодежь должны совместно устанавливать разумные лимиты времени, проводимого в сети, и обсуждать значимость баланса между виртуальным и реальным общением).

Нами было проведено исследование, с помощью анкетирования, среди студентов транспортных высших учебных заведений (ВУЗ), в котором обучающиеся отвечали на 13 вопросов связанных с двигательной активностью и участием информационного пространства в их жизни.

В опросе приняли участие студенты, чей возраст варьируется от 18 до 23 лет. Число принявших участие в анкетировании составляет 329 человек. Исследование проводилось в 8 ВУЗах: Волжский государственный университет водного транспорта (32 человека), Дальневосточный университет путей сообщения (37 человек), Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова (29 человек), Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского (41 человек), Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (48 человек), Российский университет транспорта (42 человека), Сибирский университет водного транспорта (54 человека), Сибирский университет путей сообщения (46 человек).

В ходе исследования мы выявили, что процентное соотношение занятий физической культурой и спортом в учебных заведениях за неделю среди студентов транспортных ВУЗов (рисунок 1) говорит о том, что занятием физической культурой и спортом отдается достаточно большое значение.

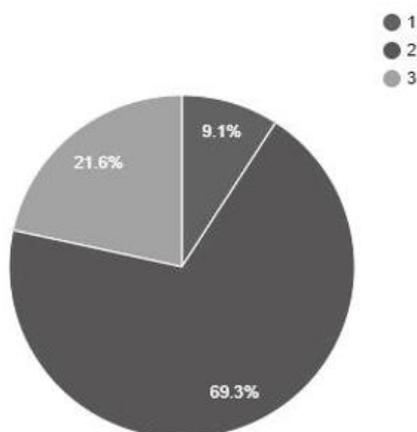


Рисунок 1 – Количество занятий физической культурой и спортом среди студентов

Из общего числа студентов лишь 26,74% состоят в сборной команде и выступают в таких видах спорта, как волейбол, баскетбол и плавание.

Молодёжь активно участвует в физической активности вне учебных заведений (75,89%), выбирая плавание, гимнастику, пауэрлифтинг, тренировки в спортзале и туризм, что помогает поддерживать физическую форму, развивать терпение и дисциплину.

Студенты транспортных ВУЗов проводят в информационном пространстве от 2 до 4 часов в день, из которых в образовательных целях – 2 часа 5 минут, а по привычке – 4 часа 36 минут. Это говорит о том, что большинство своего времени обучающиеся проводят в информационном пространстве не в образовательных целях и всё ещё подвержены информационной зависимости, но замечена её снижение.

Нами был задан вопрос о том, сколько бы обучающиеся не испытывают тревогу и переживания из-за отсутствия возможности выхода в информационное пространство, и по результатам оказалось, что почти половина студентов (48,2%) не могут обойтись без телефона более двух дней, что указывает на глубокую интеграцию цифровых технологий в их повседневную жизнь. Мы заметили, что студенты чаще общаются со своими одноклассниками без использования телефонов и других устройств (59,3%). Однако необходимость использования телефонов для общения все равно остается довольно высокой (18,5%).

Это говорит о том, что обучающиеся предпочитают общение в живую, нежели через мобильные телефоны. Возможно, это связано с тем, что общение в реальной жизни может быть более эмоционально насыщенным.

Студенты придают большое значение двигательной активности (98,2%). Очевидно, что обучение в университете чаще всего требует более активного образа жизни. Также видно, что небольшой процент опрошенных считает двигательную активность неважной (1,8%), что может свидетельствовать о недостаточности информации об ее положительном влиянии на здоровье и общее благополучие.

Вывод: мы считаем, что, вводя в свой привычный ритм жизни двигательную активность, можно значительно уменьшить время проведения в информационном пространстве и

поддержать свое физическое и моральное здоровье, что считается одним из главных факторов благополучия в дальнейшей жизни, а особенно в профессиональной деятельности.

Студенты транспортных ВУЗов считаются специалистами, которым важны точность, внимание к деталям, аналитические способности и умение быстро и правильно принимать решения в условиях неопределенности. Они должны обладать хорошими знаниями в области математики, физики, информатики и экономики, чтобы эффективно решать задачи, связанные с организацией перевозок, управлением транспортными потоками и оптимизацией логистических процессов.

Для успешного освоения этих дисциплин студентам необходимо уделять особое внимание учебному процессу, развивать критическое мышление и совершенствовать навыки работы с данными. В этом контексте важно рационально использовать информационные ресурсы, отдавая предпочтение качественным источникам знаний и практическим заданиям, способствующим развитию профессиональных компетенций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барияк И. А. Социально-психологические проблемы современного общества в условиях цифровизации: личность, организация, управление / И. А. Барияк, И. Р. Бегишев, С. Г. Будаева [и др.]. – Тверь: Тверской государственный университет, 2021. – 358 с.
2. Гиренко Л. А. Психологические показатели здоровья «Лыжников – гонимых» пубертатного возраста / Л. А. Гиренко, М. С. Головин, Р.И. Айзман // Сибирский педагогический журнал. - 2012. - №9. - С. 97-103.
3. Венгеренко, М. С. Психологические особенности подростков с киберкоммуникативной зависимостью / М. С. Венгеренко // Современный взгляд на науку и образование: сборник научных статей. Часть 4. – Москва: Издательство "Перо", 2020. – С. 111-113.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:	<i>Киберкоммуникативная зависимость, транспортные вузы, влияние интернет-пространства.</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:	<i>Саликова Александра Павловна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ» Дубковская Лариса Александровна, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры «Техносферная безопасность и физическая культура» ФГБОУ ВО «СГУВТ» Шишов Александр Сергеевич, старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность и физическая культура»</i>
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС:	<i>630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»</i>

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ»

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

ФГБОУ ВО СЗИУ «Российская академия народного хозяйства и государственной службы»

Н.И. Пешков, В.А. Семиреков

Влияние учебной дисциплины "Физическая культура" на физическую подготовленность студентов технического вуза в течение учебного периода, оказывает большое влияние на формирование здорового поколения молодых людей. Исследование проведено на студентах обоих полов, обучающихся на различных курсах Сибирского государственного университета водного транспорта. Результаты показали положительную динамику в улучшении физической подготовленности студентов в течение учебного года. Абсолютные различия в показателях были невысокими, что подчеркивает необходимость совершенствования системы физического воспитания для обеспечения стабильного роста уровня физической подготовленности студентов.

Одной из основных целей учебной дисциплины "Физическая культура", которая внедрена в различных образовательных учреждениях, является улучшение физического здоровья человека путем развития его врожденных качеств и способностей [1].

Эффективность процесса физического воспитания можно оценить по степени и характеру изменений этих качеств. Поэтому существует множество научных исследований, посвященных изучению динамики показателей физической подготовленности различных групп людей [2].

Студенты технических вузов представляют собой важную социальную группу, которая оказывает влияние на будущее промышленное и экономическое развитие России. Уровень их готовности к профессиональной деятельности напрямую влияет на будущее материальное благополучие и экономический потенциал страны [3]. При этом уровень физической подготовленности студентов во многом определяет их способность полноценно использовать свой потенциал при решении производственных задач.

Целью исследования является анализ параметров, отражающие уровень физической подготовленности студентов технического вуза в течение периода их обучения.

Методика и организация исследования. Для достижения поставленной цели было проведено исследование уровня физической подготовленности студентов мужского и женского пола, обучающихся на 1, 2 и 3 курсах Сибирского Государственного Университета Водного Транспорта. В течение учебных семестров, дважды в учебном году (в сентябре и мае), студенты выполняли различные физические упражнения для тестирования различных аспектов физической подготовленности [4].

Челночный бег 10х5 м; Прыжок в длину с места; Подъем туловища да 30 с (пресс); Сгибание и разгибание рук в упоре лежа (отжимания) (для девушек); Подтягивание на перекладине (для парней); 12-минутный тест в плавании вольным стилем.

Оценка уровня физической подготовленности производилась с учетом значимости различий средних значений показателей с использованием параметрического t-критерия Стьюдента (при $p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение. В таблицах 1 и 2 представлены данные, отражающие уровень физической подготовленности студентов в различные учебные семестры.

Таблица 1 – Значения показателей физической подготовленности студентов

№	Показатель	1-й курс		2-й курс		3-й курс	
		Сентябрь	Май	Сентябрь	Май	Сентябрь	Май
1.	Челночный бег 10х5 м, с.	16,63±0,08	16,46 ± 0,09	16,11 ± 0,05	16,09 ± 0,07	15,99 ± 0,06	15,89 ± 0,08
			$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
2.	Прыжок в длину с места, см.	230,9±0,62	230,5 ± 0,63	231,3 ± 0,66	233,2 ± 0,55	237,3 ± 0,63	240,1 ± 1,15
			$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
3.	Пресс за 30 с, кол-во повторений	28,1±0,20	28,6 ± 0,21	30,1 ± 0,17	31,2 ± 0,13	32,0 ± 0,22	33,3 ± 0,33
			$p > 0,05$	$p < 0,01$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
4.	Подтягивание, кол-во повторений	10,6±0,29	10,5 ± 0,32	11,2 ± 0,29	12,3 ± 0,22	12,6 ± 0,26	13,2 ± 0,32
			$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
5.	Плавание, м.	392,86±0,21	395,8 ± 0,19	401,43 ± 0,25	403,56 ± 0,23	405,21 ± 0,21	406,42 ± 0,24
			$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$

Из таблицы 1 видно, что результаты в следующих дисциплинах выросли: "челночный бег 10х5 метров" – с 16,63±0,08 с. до 16,46±0,09 с., в прыжке в длину – с 230,9±0,62 см. до 230,5±0,63 см., в прессе за 30с – с 230,9±0,62 повтор. до 230,5±0,63 повтор., в подтягивании на перекладине – с 10,6±0,29 повтор. до 10,5±0,32 повтор., в плавании – с 392,86±0,21 м. до 395,83±0,19 м.

Юноши 2-го курса также показали улучшение в показателях физической формы: в челночном беге 10х5м. результаты увеличились с 16,11±0,05 с. до 16,09±0,07 с., в прыжке в длину

с места – с $231,3 \pm 0,66$ см. до $233,2 \pm 0,55$ см., в прессе за 30с – с $30,1 \pm 0,17$ повтор. до $31,2 \pm 0,13$ повтор., в подтягивании на перекладине – с $11,2 \pm 0,29$ повтор. до $12,3 \pm 0,22$ повтор., в плавании – с $283,12 \pm 0,25$ м. до $283,76 \pm 0,23$ м.

За 3-й год обучения также выявлен прирост физической подготовленности студентов: в челночном беге 10х5м. увеличились с $15,99 \pm 0,06$ с. до $15,89 \pm 0,08$ с., в прыжке в длину с места – с $237,3 \pm 0,63$ см. до $240,1 \pm 1,1$ см., в прессе за 30с – с $32,0 \pm 0,22$ повтор. до $33,3 \pm 0,33$ повтор., в подтягивании на перекладине – с $12,6 \pm 0,26$ повтор. до $13,2 \pm 0,32$ повтор., в плавании – с $405,21 \pm 0,21$ м. до $406,42 \pm 0,24$ м.

По данным таблицы 2 видно, что показатели в челночном беге 10х5м. результаты увеличились с $21,91 \pm 0,07$ с. до $21,12 \pm 0,04$ с., в прыжке в длину с места – с $148,47 \pm 0,61$ см. до $154,62 \pm 0,62$ см., в прессе за 30с – с $18,26 \pm 0,18$ повтор. до $21,53 \pm 0,20$ повтор., в отжимании – с $26,34 \pm 0,29$ повтор. до $31,26 \pm 0,35$ повтор., в плавании – с $278,57 \pm 0,21$ м. до $279,81 \pm 0,19$ м.

Девушки 2-го курса также показали улучшение в показателях физической формы: в челночном беге 10х5м. увеличились с $21,08 \pm 0,05$ с. до $20,23 \pm 0,05$ с., в прыжке в длину с места – с $153,46 \pm 0,65$ см. до $157,82 \pm 0,54$ см., в прессе за 30с – с $20,44 \pm 0,15$ повтор. до $23,38 \pm 0,12$ повтор., в отжимании – с $28,24 \pm 0,46$ повтор. до $33,17 \pm 0,26$ повтор., в плавании – с $283,12 \pm 0,25$ м. до $283,76 \pm 0,23$ м.

За 3-й год обучения также выявлен прирост физической подготовленности студенток: в челночном беге 10х5м. увеличились с $21,46 \pm 0,05$ с. до $20,71 \pm 0,08$ с., в прыжке в длину с места – с $155,64 \pm 0,62$ см. до $159,81 \pm 1,34$ см., в прессе за 30с – с $21,12 \pm 0,13$ повтор. до $22,56 \pm 0,21$ повтор., в отжимании – с $26,22 \pm 0,45$ повтор. до $28,31 \pm 0,38$ повтор., в плавании – с $282,51 \pm 0,21$ м. до $284,32 \pm 0,24$ м.

Таблица 2 – Значения показателей физической подготовленности студенток

№	Показатель	1-й курс		2-й курс		3-й курс	
		Сентябрь	Май	Сентябрь	Май	Сентябрь	Май
1.	Челночный бег 10х5 м, с.	$21,91 \pm 0,07$	$21,12 \pm 0,04$	$21,08 \pm 0,05$	$20,23 \pm 0,05$	$21,46 \pm 0,05$	$20,71 \pm 0,08$
			$p < 0,001$	$p > 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
2.	Прыжок в длину с места, см.	$148,47 \pm 0,61$	$154,62 \pm 0,62$	$153,46 \pm 0,65$	$157,82 \pm 0,54$	$155,64 \pm 0,62$	$159,81 \pm 1,34$
			$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
3.	Пресс за 30 с, кол-во повторений	$18,26 \pm 0,18$	$21,53 \pm 0,20$	$20,44 \pm 0,15$	$23,38 \pm 0,12$	$21,12 \pm 0,13$	$22,56 \pm 0,21$
			$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
4.	Отжимания, кол-во повторений	$26,34 \pm 0,29$	$31,26 \pm 0,35$	$28,24 \pm 0,46$	$33,17 \pm 0,26$	$26,22 \pm 0,45$	$28,31 \pm 0,38$
			$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,02$	$p < 0,05$	$p < 0,01$
5.	Тест в плавании вольным стилем, м.	$278,57 \pm 0,21$	$279,81 \pm 0,19$	$283,12 \pm 0,25$	$283,76 \pm 0,23$	$282,51 \pm 0,21$	$284,32 \pm 0,24$
			$p < 0,001$	$p < 0,01$	$p < 0,001$	$p < 0,02$	$p < 0,02$

Изучение данных, характеризующих физическую подготовленность студентов, выявило положительные изменения в показателях упражнений, таких как челночный бег 10 х 5 м, подъем туловища за 30 с, отражающих их скоростные и координационные способности, а также скоростно-силовую выносливость, по мере продвижения по курсу обучения. Также отмечается увеличение значений показателей в упражнениях, таких как прыжок в длину с места, отражающем уровень развития скоростно-силовых способностей и наклон лежа, отражающем гибкость. В то время как отсутствуют стабильные тенденции роста в упражнениях, таких как подтягивание на перекладине и бег 1000 м, отражающих уровень развития силовых способностей и общей выносливости соответственно.

Полученные результаты исследования подчеркивают необходимость усовершенствования системы физического воспитания студентов для обеспечения стабильного и значимого роста их уровня физической подготовленности на протяжении всего учебного периода в техническом вузе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Ю. Реабилитация здоровья студентов средствами физической культуры: Учебное пособие / В.Ю. Волков, Л.М. Волкова. – СПб.: Санкт-Петербургский Государственный Технический Университет, 1998. – 97 с.
2. Виленский М.Я. Физическая культура и здоровый образ жизни студента: учебное пособие / М.Я. Виленский, А.Г. Горшков. – Москва: КноРус, 2012. – 239 с
3. Г.Д. Скрипалев. Атлетическая гимнастика: методические рекомендации / Г.Д. Скрипалев. – Новосибирск: Новосибирская Государственная Академия Водного Транспорта, 2011. – 91 с.
4. Физическая культура: учебное пособие / под ред. С.В. Пахомовой. – Новосибирск: Сибирский Государственный Университет Водного Транспорта, 2016 – 403 с.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *Физическая подготовленность, технический вуз, учебный период, студенты, система физического воспитания, динамика результатов.*

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: *Пешков Николай Иванович, кандидат психологических наук, доцент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Семиреков Владимир Александрович, кандидат педагогических наук, доцент ФГБОУ ВО СЗИУ РАНХиГС*

ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: *630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»
199178, г. Санкт-Петербург, Средний пр. В.О., д. 57/43 ФГБОУ ВО СЗИУ РАНХиГС*

ЖЕНЩИНА В БОРЬБЕ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»

С.А. Читнеева, Л.А. Дубковская, А.С. Шишов

Вопрос участия женщин в борьбе остается актуальным, вызывая обсуждения и разногласия, похожие на те, что встречаются в других контактных видах спорта.

"Борьба" для человека начинается с самого момента его рождения, и продолжается на протяжении всей жизни, сопровождая каждый шаг в личной, социальной и профессиональной сферах. Женская борьба – это не просто вид спорта, но и отражение социальной роли, которую женщина вынуждена исполнять на протяжении всей жизни, а также преодолевать не только внутренние испытания, но и многочисленные внешние барьеры, диктуемые обществом. Социальная позиция женщины в мире требует от неё постоянной готовности бороться за свои права, признание и ресурсы. Борьба за самореализацию, за равенство и за возможность быть услышанной – это те аспекты, которые делают жизнь женщины непрерывным поединком [1].

Женщины, участвующие в единоборствах, олицетворяют эту борьбу на символическом уровне, демонстрируя, что физическая и психологическая выносливость тесно переплетаются [2]. В нашем обществе есть много примеров выдающихся женщин, посвятивших себя борьбе как виду спорта.

В рамках исследования мы также задали участникам несколько вопросов о том, как они воспринимают "борьбу" в жизни. Например, один из вопросов касался того, с какими трудностями им пришлось сталкиваться, и как они их преодолевали. Важно было понять, какие испытания, по их мнению, больше всего влияют на жизнь мужчин и женщин, и как эти испытания отражаются на их социальной и личной жизни.

Ответы юношей и девушек с различным уровнем образования и в разных возрастных группах помогли нам увидеть, как гендерные роли проявляются в восприятии борьбы – как в жизни, так и в спорте. Необходимо учитывать не только физический аспект борьбы, но и её психологическую и социологическую составляющие. Борьба – это не только спортивное соревнование, но и ежедневное преодоление препятствий, будь то экзамены, карьера или

личные достижения.

Анкетирование также выявило, что многие молодые люди рассматривают "борьбу" в жизни как символ упорства и силы, необходимой для достижения целей. Особенно важно, что этот подход к борьбе разделяют как мужчины, так и женщины, однако каждая из групп сталкивается с различными вызовами, обусловленными их социальной ролью и ожиданиями общества.

Таким образом, борьба, как спорт и как метафора жизни, является мощным символом женской силы и стойкости. Спортсменки, служат примером того, что женщины могут не только принимать участие в единоборствах, но и добиваться значительных успехов, вопреки стереотипам и предвзятости. Важно продолжать исследования и обсуждения на эту тему, чтобы помочь обществу осознать ценность и вклад женщин как в спорте, так и в жизни.

Практические шаги по развитию женской борьбы: 6 ноября в университетском спорткомплексе стартовала образовательная программа по самбо. На мероприятии присутствовали Елена Ломакина (директор Ассоциации «Студенческая лига самбо») и Роман Гуца (координатор проекта «За самбо!»). Они отметили важность самбо для развития уверенности, физической подготовки и безопасности.

Чемпион России по боевому самбо Найдан Куулар провел зарядку, а мастер спорта Валерия Киева провела мастер-класс по базовым приемам.

Для преподавателей Ломакина провела семинар, где обсудили внедрение самбо в учебную программу, курсы повышения квалификации и развитие адаптивной физической культуры в рамках проекта ZACAMBO.

Участие приняли более 100 человек.

Женщины, участвующие в единоборствах, олицетворяют эту борьбу на символическом уровне, демонстрируя, что физическая и психологическая выносливость тесно переплетаются. В нашем обществе есть много примеров выдающихся женщин, посвятивших себя борьбе как виду спорта.

Целью исследования является определение влияния гендерных стереотипов на восприятие и развитие женской борьбы, выявить основные препятствия, с которыми сталкиваются женщины-спортсменки, и предложить пути для улучшения условий и повышения социальной и профессиональной поддержки женщин в этом виде спорта.

Методы исследования:

1. Анкетирование – сбор данных у спортсменок, тренеров, зрителей и широкой аудитории о восприятии женской борьбы, гендерных стереотипах и социальном отношении [3].

2. Контент-анализ – изучение медийных материалов, публикаций и рекламы, связанных с женской борьбой, с целью выявления стереотипов и уровня освещенности женских соревнований [4].

3. Глубокое интервью – беседы с женщинами-спортсменками и тренерами для изучения их личного опыта преодоления барьеров и дискриминации в спорте [5].

4. Социологический опрос – анализ общественного мнения по вопросу участия женщин в борьбе и отношение к их профессиональным достижениям.

5. Кейс-стадии – исследование успешных карьер женщин-борцов, чтобы выявить ключевые факторы успеха и преодоления стереотипов.

6. Сравнительный анализ – сравнение условий, предоставляемых мужчинам и женщинам в борьбе (финансирование, тренировки, медиа-освещение), с целью выявления гендерных различий.

7. Анализ статистики – сбор и изучение статистических данных по участию женщин в борьбе, их успехов и социальных факторов, влияющих на их карьеру.

Задачи исследования:

– проанализировать существующие гендерные стереотипы, связанные с женской борьбой, и их влияние на восприятие спортсменок в обществе;

– изучить историю развития женской борьбы и определить ключевые этапы её интеграции в профессиональный спорт;

– исследовать социальные и культурные факторы, которые препятствуют равноправию женщин в борьбе и единоборствах;

– определить основные трудности, с которыми сталкиваются женщины-борцы в ходе своей спортивной карьеры (финансирование, тренировки, медийная поддержка);

– проанализировать через анкетирование для выяснения отношения широкой

общественности к участию женщин в борьбе и понимания уровня осведомленности о женском спорте;

- исследовать влияние медиа на формирование общественного мнения о женской борьбе и выявить недочеты в её освещении по сравнению с мужскими соревнованиями;
- разработать рекомендации по улучшению условий для женщин-спортсменок в борьбе и по снижению влияния гендерных стереотипов в спорте.

Результаты исследования и их обсуждение:

1. Анализ гендерных стереотипов и восприятия женской борьбы.

Действия: исследование показало, что гендерные стереотипы по-прежнему играют значительную роль в восприятии женской борьбы. Многие респонденты считают, что этот вид спорта "не подходит" для женщин из-за их "физической слабости". Особенно это мнение распространено среди людей старших возрастных групп и в консервативных сообществах [1].

Обсуждение: эти результаты подтверждают, что стереотипы остаются одним из главных барьеров для женщин в борьбе. Стереотипы влияют на медийное освещение и финансовую поддержку спортсменок, что тормозит их профессиональный рост. Для изменения ситуации необходимо проводить образовательные и медийные кампании, направленные на разрушение гендерных предубеждений.

2. Медийное освещение женской борьбы.

Действия: контент-анализ СМИ показал, что женская борьба освещается значительно реже по сравнению с мужскими соревнованиями. В среднем, на женские соревнования приходится менее 30% медийных публикаций, связанных с борьбой, а крупные международные турниры практически не получают должного внимания [2].

Обсуждение: недостаточное освещение женской борьбы в медиа снижает интерес зрителей и спонсоров к этому виду спорта. Это создаёт замкнутый круг: меньшая популярность ведёт к меньшим инвестициям и медийной поддержке. Увеличение медийного присутствия женской борьбы, особенно через социальные сети и новые медиа, может помочь повысить её популярность.

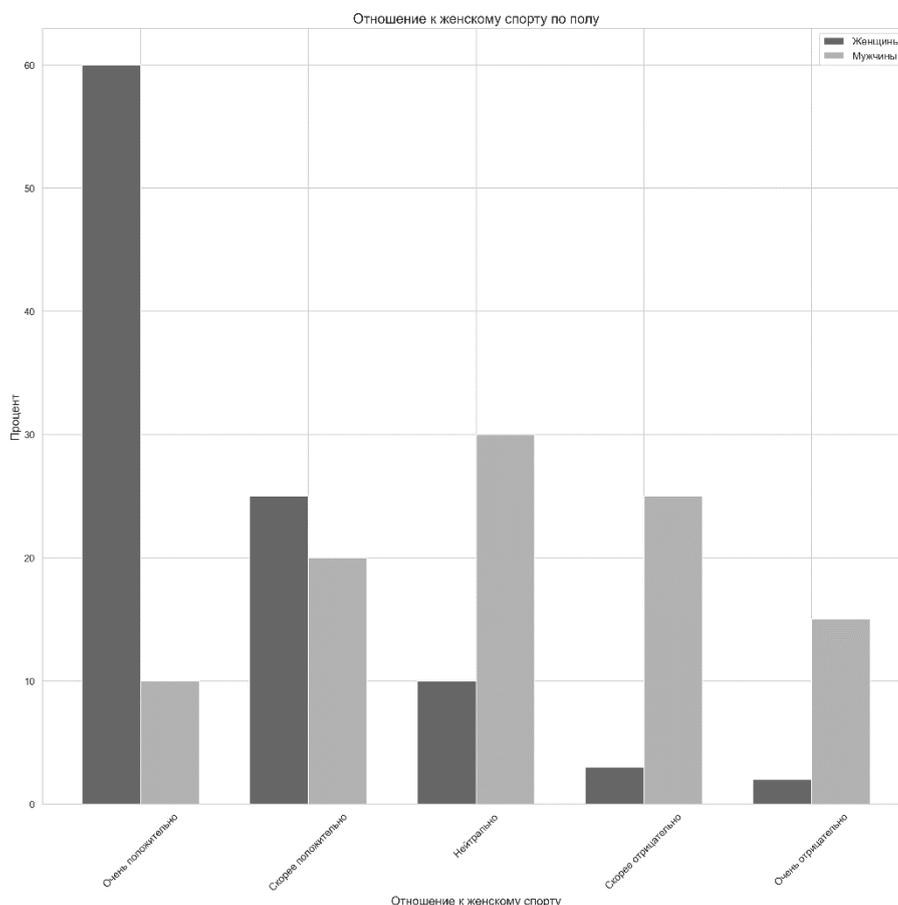


Рисунок 1 – Отношение к женскому спорту

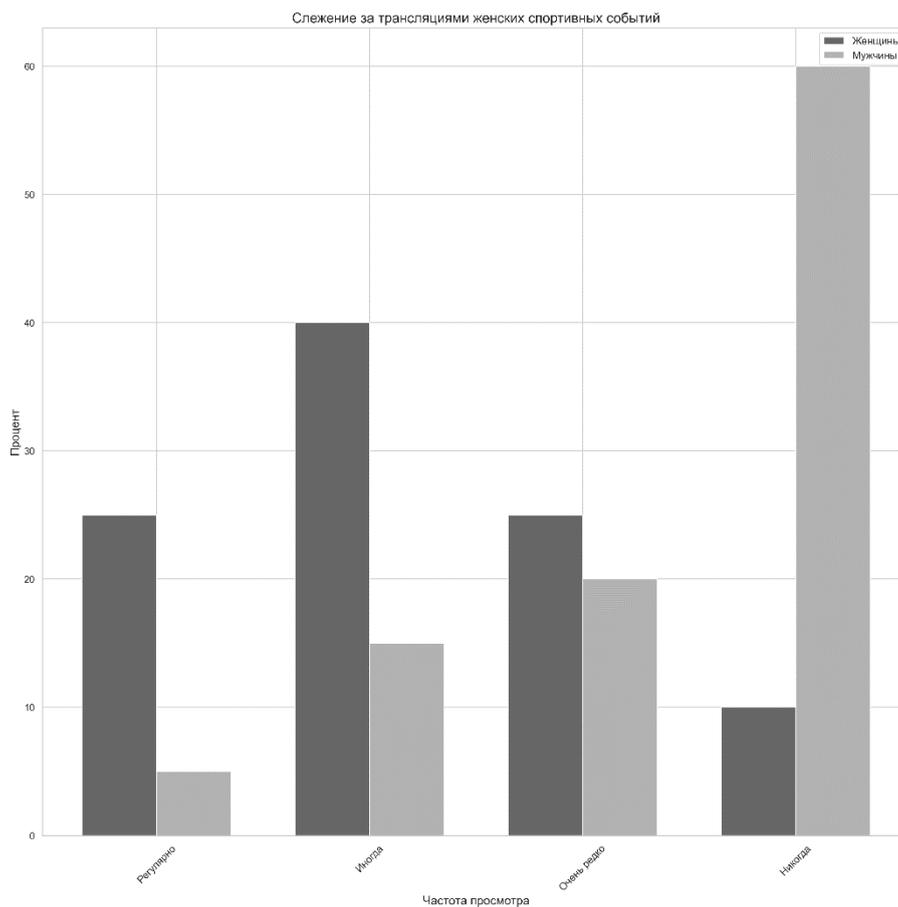


Рисунок 2 – Слежение за трансляциями женских спортивных событий

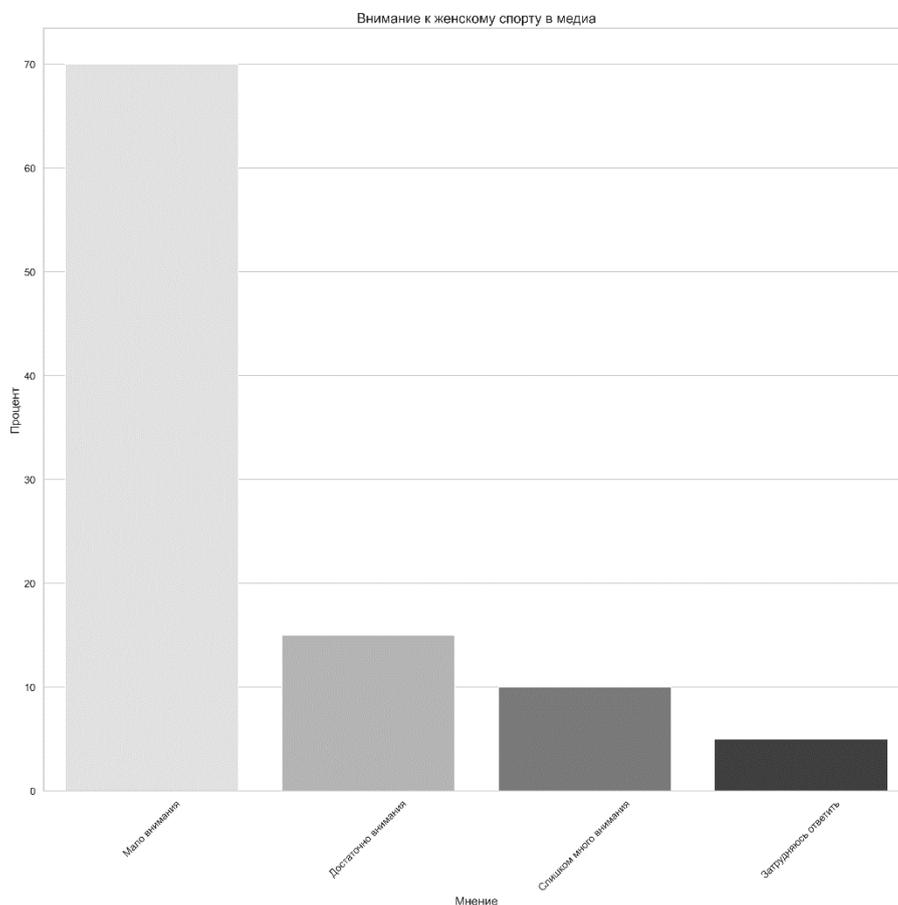


Рисунок 3 – Внимание к женскому спорту в медиа

Обсуждение:

– Большинство опрошенных женщин (60%) выразили очень положительное отношение к женскому спорту, в то время как мужчины чаще демонстрировали нейтральное или отрицательное отношение (40%) (рисунок 1).

– Среди мужчин преобладали ответы "скорее отрицательно" и "очень отрицательно", что может свидетельствовать о влиянии гендерных стереотипов.

Внимание в медиа (рисунок 3):

– 70% респондентов считают, что женский спорт получает недостаточно внимания в медиа. Это особенно заметно среди женщин, которые чаще указывали на "мало внимания".

– Некоторые мужчины (20%) считают, что женскому спорту уделяется слишком много внимания, что может быть связано с предвзятым отношением.

Слежение за трансляциями (рисунок 2):

– Только 25% опрошенных (в основном женщины) регулярно следят за трансляциями женских спортивных событий.

– Большинство мужчин (60%) ответили, что никогда не смотрят женские спортивные соревнования, что подчеркивает низкий уровень интереса к женскому спорту среди этой группы.

3. Проблемы и барьеры для женщин-борцов.

Действия: интервью с женщинами-спортсменками выявили ряд барьеров, с которыми они сталкиваются: недостаток финансирования, ограниченные тренировочные ресурсы и низкие гонорары. Несколько из спортсменок отметили, что им приходилось самостоятельно искать спонсоров для участия в международных турнирах.

Обсуждение: эти трудности подчеркивают структурные проблемы в организации женской борьбы. Женщинам-спортсменкам часто приходится преодолевать дополнительные финансовые и организационные преграды, чтобы достичь успеха. Улучшение инфраструктуры и равные возможности для женщин должны стать приоритетом спортивных организаций.

4. Сравнение условий для мужчин и женщин-борцов.

Действия: сравнительный анализ показал, что женщины-борцы зарабатывают на 40% меньше, чем мужчины за участие в аналогичных соревнованиях. Кроме того, мужские турниры получают значительно большее внимание со стороны спонсоров и организаторов.

Обсуждение: неравенство в условиях подготовки и гонорарах затрудняет развитие женской борьбы. Женщины-спортсменки вынуждены сталкиваться с ограниченными возможностями для участия в высококлассных соревнованиях, что снижает их профессиональные перспективы. Для решения проблемы необходимо внедрение мер, направленных на обеспечение равенства в спорте.

5. Изучение успешных карьер женщин-борцов

Действия: кейс-стадии спортсменок, показали, что их успех во многом обусловлен сочетанием дисциплины, поддержки со стороны тренеров и возможности участия в международных турнирах. Также важным фактором стало активное использование социальных сетей для продвижения себя и своего вида спорта.

Обсуждение: примеры успешных спортсменок, демонстрируют, что при создании благоприятных условий женская борьба может стать популярным и признанным видом спорта. Эти спортсменки могут играть роль посланников и ролевых моделей, способствуя популяризации женской борьбы.

6. Результаты анкетирования по теме "Женщина в борьбе"

Действия: анкетирование показало, что женщины чаще описывают свою жизнь как борьбу за равные возможности и признание. Большинство респондентов указали, что сталкивались с дискриминацией или предвзятым отношением на работе или в личной жизни, что подчеркивает параллели между "борьбой" в спорте и повседневной жизнью.

Обсуждение: эти результаты подтверждают, что женщины ежедневно сталкиваются с вызовами, требующими борьбы за свои права и возможности. Восприятие борьбы как метафоры жизни тесно связано с их участием в реальных боевых видах спорта.

В заключение можно сказать, что женская борьба, как и многие другие виды спорта, в которых женщины долгое время оставались на периферии внимания, сегодня представляет собой не только спортивное состязание, но и символическое поле битвы за равенство, признание и самореализацию. Исследование показало, что гендерные стереотипы остаются одним из ключевых барьеров для женщин-спортсменок, тормозя их профессиональный рост и признание. В обществе сохраняется предвзятое восприятие женской борьбы, что выражается

как в недостаточной медийной поддержке, так и в меньших возможностях для получения финансовой помощи и спонсорской поддержки. Однако за этим внешним сопротивлением скрываются и более глубокие, личные мотивы, которые приводят женщин в этот вид спорта.

Важным открытием стало подтверждение того, что общественные стереотипы о "слабости" и "неподходящести" женщин для боевых видов спорта являются препятствием для популяризации женской борьбы. Они воздействуют не только на восприятие со стороны широкой аудитории, но и на восприятие самих спортсменок, которые часто сталкиваются с дискриминацией и недоверием к своим способностям на ранних этапах карьеры. При этом для многих женщин борьба становится не просто спортом, но и способом привлечения внимания, в том числе мужского. В мире, где женская сила и независимость всё ещё подвергаются сомнению, борьба становится пространством, где женщины могут почувствовать себя замеченными и значимыми. Это внимание, пусть даже исходящее от зрителей или коллег-мужчин, становится дополнительным стимулом для самоутверждения и преодоления внутренних барьеров.

Кроме того, исследования подтвердили, что для многих женщин борьба – это не только спорт, но и метафора их жизни. Социальные трудности и необходимость постоянно доказывать свою значимость в разных сферах создают аналогии с борьбой на ковре. Однако в повседневной жизни не всегда находится место для применения тех качеств, которые воспитывает борьба: решительности, настойчивости, умения противостоять трудностям. Для некоторых спортсменок борьба становится тем редким пространством, где они могут полностью раскрыть свой потенциал, почувствовать себя сильными и способными преодолевать любые преграды. Это особенно важно в условиях, когда современная жизнь часто лишает женщин возможности проявлять свои борцовские качества в полной мере.

Ещё одним интересным аспектом является то, что некоторые девушки приходят в борьбу не только ради спортивных достижений, но и ради физической формы. Борьба, как вид спорта, требует высокой физической подготовки, дисциплины и работы над своим телом. Для многих это становится дополнительной мотивацией: они видят в борьбе не только возможность развить силу и выносливость, но и шанс обрести подтянутую, спортивную фигуру. Это сочетание физического и эмоционального роста делает борьбу привлекательной для тех, кто стремится к гармонии тела и духа.

Таким образом, женская борьба – это не просто спорт, а многогранное явление, которое отражает социальные, психологические и даже эстетические аспекты жизни современных женщин. Она становится пространством, где женщины могут не только бороться за победу на ковре, но и преодолевать стереотипы, привлекать внимание, развивать свои лучшие качества и находить себя. Эта связь между спортивной борьбой и жизненными вызовами подчеркивает важность преодоления стереотипов не только в спорте, но и в повседневной жизни, открывая новые горизонты для женской силы и самореализации [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интеллектуальные транспортные системы / [Электронный ресурс] // <https://vc-its.ru/> : [сайт]. – URL: <https://vc-its.ru/intellektualnye-transportnye-sistemy> (дата обращения: 31.10.2024).
2. Интеллектуальная транспортная система / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интеллектуальная_транспортная_система (дата обращения: 31.10.2024).
3. Интеллектуальные транспортные системы / [Электронный ресурс] // <https://studme.org/> : [сайт]. – URL: https://studme.org/120718/informatika/intellektualnye_transportnye_sistemy (дата обращения: 31.10.2024).
4. ТРАНСПОРТ В ДЕТАЛЯХ. БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЗЕМЛЕ, ВОДЕ И В ВОЗДУХЕ / [Электронный ресурс] // www.gtlk.ru : [сайт]. – URL: https://www.gtlk.ru/press_room/drone/ (дата обращения: 31.10.2024).
5. Что такое технология V2X и как она научит автомобили «общаться» / [Электронный ресурс] // <https://trends.rbc.ru/trends/> : [сайт]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/642477609a7947029d45f528> (дата обращения: 31.10.2024).
6. Интеллектуальные системы общественного транспорта: Будущее системы общественного транспорта / [Электронный ресурс] // <https://www.iris-sensing.com/ru/> : [сайт]. – URL: <https://www.iris-sensing.com/ru/news/article/intellektualnye-sistemy-obshchestvennogo-transporta-budushchee-sistemy-obshchestvennogo-transporta/> (дата обращения: 31.10.2024).

7. Интеллектуальные транспортные системы / [Электронный ресурс] // center2m.ru : [сайт]. – URL: <https://center2m.ru/intellektualnye-transportnye-sistemy> (дата обращения: 31.10.2024).

8. Интеллектуальные транспортные системы / [Электронный ресурс] // <http://www.techportal.ru/>: [сайт]. URL: <http://www.techportal.ru/review/security-on-transport/its/> (дата обращения: 31.10.2024).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Система, управление, автоматизация, движение, перевозка, транспорт.
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ: Любимцева Виктория Евгеньевна, студент ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Шишов Александр Сергеевич, старший преподаватель ФГБОУ ВО «СГУВТ»
Дубковская Лариса Александровна, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры "Техносферной безопасности и физической культуры ФГБОУ ВО «СГУВТ»
ПОЧТОВЫЙ АДРЕС: 630099, г.Новосибирск, ул.Щетинкина, 33, ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Уважаемые коллеги!

Редакция журнала «Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока», приглашает Вас опубликовать результаты Ваших научных исследований в очередном номере журнала. Материалы (заявку и статью) просим высылать ответственному секретарю журнала Синицину В.И. по электронной почте: v.i.sinitsin@nsawt.ru.

Требования к представлению материалов:

1 Статья (оригинал) и ее электронная версия в формате MS WORD (объем 3-7 страниц А4, шрифт Arial размер 11, одинарный интервал, поля 2 см, абзацный отступ 0,75 см).

2 Заявка (оригинал) и ее электронная версия в формате MS WORD на публикацию научной статьи (образец заявки см. ниже).

3 Графический материал не подлежит правке при наборе (при выполнении рисунков поясняющий текст должен быть разборчив); размеры рисунка не более 15×15 см; глубина цвета – оттенки серого.

4 Ширина таблиц не более 15 см.

5 Все математические формулы и выражения должны быть набраны в специальном редакторе формул (Mathtype и др.), шрифт Arial.

6 Обязательные ссылки на список литературы выполняются сквозной нумерацией арабскими цифрами, в квадратных скобках в порядке указания. На каждый указанный в списке источник должны быть ссылки в тексте статьи.

Редколлегия оставляет за собой право литературной редакции содержания статьи без согласования с автором(и)

С условиями публикации материалов можно ознакомиться у ответственного секретаря журнала Синицина Владислава Игоревича по электронной почте: v.i.sinitsin@nsawt.ru. Почтовый адрес: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, д. 33. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта», а также на интернет-странице по адресу: <http://www.ssuwt.ru> в разделе «Наука-Научные издания». Для студентов, аспирантов и работников университета публикация материалов в журнале – бесплатно, в порядке очередности и актуальности.

ПОРЯДОК ПРИЕМА МАТЕРИАЛОВ

Заявка на публикацию научной статьи

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (без каких-либо сокращений и символов)	
Аннотация (до 300 знаков)	
Ключевые слова (от 3 до 10 слов)	
Организация (полное юридическое название и полный почтовый адрес работы каждого из авторов)	Например: Сибирский Государственный Университет Водного Транспорта (СГУВТ), Россия, г.Новосибирск, ул. Щетинкина 33, 630099
Автор(ы) (ФИО полностью, ученая степень, занимаемая должность, SPIN-код в системе РИНЦ)	Иванов Иван Иванович, Доктор технических наук, профессор, Зав. кафедры «...» в «СГУВТ» SPIN-код: 3333-3333
Список литературы	
Раздел (необходимо выбрать, поставить галочку)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Эксплуатация и экономика транспорта; ○ Путь. Путевое хозяйство; ○ Судовождение; ○ Теплоэнергетика; ○ Электроэнергетика; ○ Экология; ○ Транспортное образование.
Координаты для обратной связи (ФИО полностью, адрес электронной почты, мобильный телефон*)	

*-номер мобильного телефона необходим для оперативного решения возможных вопросов по поводу публикации и разглашению не подлежит

С условиями публикации ознакомлен(ы), представленный материал ранее не был опубликован, о рецензировании статьи компетентным по тематике статьи лицом не возражаем.

Дата

Подпись(и)

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА

С.Н. Масленников, Р.Е. Корчагин ОСОБЕННОСТИ ЛОГИСТИКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ	5
М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев, В.И. Синицин ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОЖАРООПАСНОСТЬ	8
В.П. Носов, Д.А. Чеботухин, И.М. Кизиков ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА НА ПЕРЕГРУЗКЕ И ПЕРЕВОЗКЕ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ	13
А.А. Кузьмин, А.С. Быковская, А.С. Шишов ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПАРКОМ И ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВЫЗОВЫ	21
Ю.С. Боровская, В.Ю. Зыкова РЕЙДОВАЯ ПЕРЕВАЛКА И ВЫБОР ПОРТА ПЕРЕВАЛКИ	23
М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев ФОРМИРОВАНИЕ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ	27
Л.В. Пахомова, О.В. Щербаклова, М.А. Ширяев ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНТАЖА КОНВЕЙЕРОВ	31
В.П. Носов, Д.А. Чеботухин, И.М. Кизиков ПАО «ВЛАДИВОСТОКСКИЙ МОРСКОЙ ТОРГОВЫЙ ПОРТ»: ДОСТИЖЕНИЯ В ПЕРЕГРУЗКЕ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ	35
О.Н. Иванова РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕВОЗКИ ПО СРОКАМ ГРУЗОВ ПО РЕКЕ	43
С.Н. Масленников, Г.Я. Синицын, А.В. Преснякова ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТОВ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ	45
М.Г. Синицын, Н.В. Ноздрачева Г.Я. Синицын ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ В ОБЬ-ИРТЫШСКОМ БАССЕЙНЕ	48
М.Г. Мензилова, О.Ю. Лебедев, Д.К. Гассельбах ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОКРАСОЧНЫХ РАБОТ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	51
В.П. Носов, Г.С. Смолин, А.Н. Ёлкин ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ РАБОТ С КОНТЕЙНЕРАМИ	54
Ю.С. Боровская, В.Ю. Зыкова СОГЛАСОВАНИЕ ПОДХОДА РЕЧНЫХ И МОРСКИХ СУДОВ В ПЕРЕВАЛОЧНЫЕ ПОРТЫ	60
М.Г. Синицын, Н.В. Ноздрачева, А.В. Преснякова ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАВОЗА ГРУЗОВ В ЕНИСЕЙСКОМ ВОДНОТРАНСПОРТНОМ БАССЕЙНЕ	63
В.М. Бунеев, Е.Ю. Марченко ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЛОТА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК	66
А.А. Бутузов, В.Р. Пичхадзе, А.С. Соловьев НЕОБХОДИМОСТЬ В МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИБИРИ	72
Е.В. Сировайский, В.А. Шарутина ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАДЗЕМНЫХ ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ И ХОДОВЫХ КОЛЕС МОСТОВЫХ КРАНОВ	76
С.Н. Масленников, Г.Я. Синицын, А.В. Преснякова РЕЧНОЙ КРУИЗНЫЙ ТУРИЗМ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ВЫЗОВЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ	79

ПУТЬ. ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

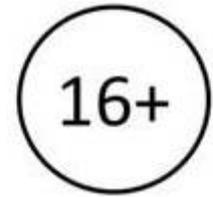
М.И. Ворошилова, Н.Г. Тимошенко ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ФЛОТА КРАСНОЯРСКОГО РАЙОНА ВОДНЫХ ПУТЕЙ И СУДОХОДСТВА	85
--	----

СУДОВОЖДЕНИЕ

К.С. Мочалин, А.А. Приваленко ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В СУДОХОДСТВЕ: ИСПЫТАНИЕ СЕВЕРНЫМИ ШИРОТАМИ	90
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

В.И. Сичкарёв МЕТОД ВЕСОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ МАЛОЗНАЧИМЫХ АМПЛИТУД КАЧКИ СУДНА	96
А.Н. Мунарёв ПРОБЛЕМЫ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ ВНУТРИСУДОВОЙ СВЯЗИ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА	101
А.А. Приваленко, И.Ю. Линевич ОПТИМИЗАЦИЯ НАВИГАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОКОМПЛЕКСА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	108
В.И. Сичкарев, С.А. Безбородов СВЯЗЬ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ПОВОРОТНОГО ЛИМБА С ИЗМЕРЯЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ПОВЕРЯЕМОГО СЕКСТАНА	115
Ю.Н. Черепанов ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ВНУТРЕННЕМ ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ	118
<hr/>	
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА	
С.В. Викулов, А.Н. Спиридонова ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНОГО ШУМА СУДОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	123
О.И. Шелудяков, В.В. Загоровский ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	126
С.В. Викулов, А.Н. Спиридонова РАСЧЕТ РЫЧАГА КОМПЕНСАТОРА ВЕСА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	129
<hr/>	
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	
Ю.Н. Смыков, С.В. Горелов, Т.А. Толашко ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ДОКОВ	134
<hr/>	
ЭКОЛОГИЯ	
О.В. Спиренкова, А.С. Тушина, М.А. Бучельников РАСЧЕТ ВОДНОГО БАЛАНСА ВОДОЕМА С УЧЕТОМ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	139
П.В. Степанова, О.В. Рослякова АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ ГРУНТА В АРКТИКЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ	144
М.А. Бучельников, А.С. Тушина, О.В. Спиренкова КРИТЕРИИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАЛЫЕ ВОДОЕМЫ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ	147
<hr/>	
ТРАНСПОРТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Л.М. Коврижных ПОСТРОЕНИЕ ЦЕНТРОВ ОПИСАННЫХ СФЕР ДЛЯ N-МЕРНЫХ СИМПЛЕКСОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ КООРДИНАТ И РАДИУСОВ ЭТИХ СФЕР	151
В.Е. Любимцева, А.С. Шишов, Л.А. Дубковская БУДУЩЕЕ ТРАНСПОРТНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ	160
Л.В. Пахомова, А.А. Бутузов, А.С. Соловьёв, Г.К. Журавлев ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАЗВИТИЯ БЕЗОПАСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И МАШИН ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	163
А.П. Саликова, Л.А. Дубковская, А.С. Шишов ВЛИЯНИЕ КИБЕРКОММУНИКАТИВНОЙ ЗАВИСИМОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТНЫХ ВУЗОВ РОССИИ	167
Н.И. Пешков, В.А. Семиреков ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ ФГБОУ ВО «СГУВТ»	169
С.А. Читнеева, Л.А. Дубковская, А.С. Шишов ЖЕНЩИНА В БОРЬБЕ	172
<hr/>	



ЖУРНАЛ
Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока
№1 за 2025 год

Главный редактор – Палагушкин Б.В.

Ответственный за выпуск – Синицин В.И.

Подписано в печать 12.05.2025 г. с оригинал-макета
Бумага офсетная №1, формат 60x84 1/8, печать трафаретная – Riso.
Усл. печ. л. 21,04; тираж 500 экз. Заказ № 04. Дата выхода 15.05.2025 г.
Цена свободная.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «СГУВТ»)
Адрес редакции: 630099, г. Новосибирск, ул. Щетинкина, 33, тел. (383)222-01-45
Адрес издательства: 630091, г. Новосибирск, ул. Советская, 60, тел. (383) 221-44-01
Адрес типографии: 630091, г. Новосибирск, ул. Советская, 60, тел. (383) 221-44-01

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «СГУВТ»

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-22440 выдано 20.12.2005 г., выданное
Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых
коммуникаций и охране культурного наследия.

ISSN 2071-3827

Подписной почтовый индекс 62390



ОМСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА



СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА



ЯКУТСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА



<http://www.ssuwt.ru/>



КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА



УСТЬ-КУТСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА» -

это уникальная отраслевая образовательная организация в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах, реализующая профессиональное обучение специалистов с высшим и средним профессиональным образованием, профессиональную переподготовку и повышение квалификации специалистов плавающего состава судов морского и речного транспорта, а также подготовку по профессиям, обеспечивающим функционирование организаций морского и речного транспорта. В состав университета входят четыре института водного транспорта (филиалы в городах Омске, Красноярске, Усть-Куте, Якутске) и Новосибирское командное речное училище им. С. И. Дежнёва, позволяющие обеспечивать кадрами организации морского и речного транспорта на огромной площади двух самых больших федеральных округов страны, составляющих более двух третей всей территории России.



Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока

Космический
Воздушный
Железнодорожный
Автомобильный
Морской
Речной

ISSN 2071-3827



БЕТЭЛ
ЭКОМ
РАПИТ

