

РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Интеллектуальный потенциал Сибири

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Новосибирск, 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СОВЕТ РЕКТОРОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ

31-я Региональная научная студенческая конференция

г. Новосибирск, 22-26 мая 2023 г.

Часть 4

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК
2023

УДК 62(063)
ББК 72(253)я431
И 23

И 23 **Интеллектуальный потенциал Сибири**: 31-я Региональная научная студенческая конференция (г. Новосибирск, 22-26 мая 2023 г.): материалы конференции: в 7 частях / Под. ред. Кравченко Е.А. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2023.

ISBN 978-5-7782-5031-4
Часть 4: Сборник научных трудов. – 446 с.
ISBN 978-5-7782-5035-2

В сборнике опубликованы результаты научных исследований студентов и аспирантов Высших учебных заведений, представленных на 31-й Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири».
Сборник научных трудов представляет интерес для специалистов в различных областях знаний, учащихся, работников системы высшего образования и Российской академии наук, а также руководителей организаций, занимающихся вопросами внедрения актуальных научных разработок.

В частях 1, 2 и 3 сборника опубликованы материалы по направлениям «Современные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук» и «Современные проблемы искусствоведения и культурологии».
В частях 4 и 5 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы естественных наук», «Современные проблемы технических наук» и «Современные проблемы медицинских и биологических наук».
В частях 6 и 7 опубликованы статьи, отобранные по результатам работы конференции.

ВУЗЫ-ОРГАНИЗАТОРЫ
Новосибирский государственный технический университет
Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова
Новосибирский государственный медицинский университет
Сибирский государственный университет путей сообщения
Новосибирский государственный педагогический университет
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
Сибирский государственный университет геосистем и технологий
Новосибирский государственный аграрный университет
Сибирский университет потребительской кооперации

УДК 62(063)
ББК 72(253)я431

ISBN 978-5-7782-5035-2 (Ч.4)

© Коллектив авторов, 2023

ISBN 978-5-7782-5031-4

© Совет Ректоров Новосибирской области, 2023

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Физико-математические науки

Химические науки

Современные проблемы в АПК

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Теория расчета инженерных сооружений и конструкций

Современные ресурсо- и энергосберегающие строительные материалы и технологии

Информационные технологии

Перспективные инновационные технологии и материалы

Информационно-измерительная техника, автоматика в промышленности и биотехнических системах

Электротехника, электромеханика, электротехнология

Радиотехника и электроника

Энергетика

Транспорт и средства механизации: Транспорт

Транспорт и средства механизации: Транспортные сооружения. Средстава механизации

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

СЕКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ДРОБИ В УСТНОМ СЧЕТЕ ДЛЯ ДОШКОЛЬНИКОВ И ШКОЛЬНИКОВ»

П.А. Кривчук, А.В. Жаров
Сибирский государственный университет водного транспорта
authorrm@gmail.com

В работе рассматривается начальный этап разработки обучающего программного обеспечения. В процессе выполняется анализ востребованности на основе статистики опросов и того, что работа выполняется по запросу от организации, формируются цели для будущего программного решения, выбирается инструментарий, который будет применяться в процессе разработки и выполняется проектировка будущей программы путем создания диаграмм и прототипа пользовательского интерфейса. В конце составляются планы по дальнейшему развитию работы, и планы по развитию проекта после создания основного функционала.
Ключевые слова: начальный этап, разработка, обучающее программное обеспечение, анализ, востребованность, цели, проектирование, математика, информационные технологии, простые дроби

Целью работы является создания обучающего модуля по теме «Дроби в устном счете для дошкольников и школьников».

Еще с появлением первых компьютеров, которые стали доступны обычному пользователю возникали идеи о внедрении информационных технологий в процесс обучения. И эта идея не прекратила своё развитие и в наше время. Все это подтверждается независимыми опросами как проведенными Челябинским институтом переподготовки и повышения квалификации работников образования (ЧИПКРО) в 2006 году, так и

проведенными Всероссийским центром изучения общественного мнения (ВЦИОМ) в 2021 [1][2].

Актуальность, также подтверждается тем, что данная работа выполняется по запросу от автономной некоммерческой организации «Центр Интенсивных Технологий Образования и Медицины», целевой аудиторией которой являются города с проблемами с доступом к глобальной сети Интернет, либо с низким уровнем просвещённости в сфере информационных технологий. Итоговый модуль призван повысить качество образования у детей по теме «простые дроби», что по статистике организации является одной из самых проблемных тем в базовой математике.

Подходящих целевой аудитории аналогов на данный момент не существует из-за непопулярности этой самой аудитории.

В качестве инструментария выбран язык программирования C# и СУБД SQLite, а также сопутствующие технологии и библиотеки.

Для начала процесса разработки были созданы диаграммы, которые помогут получить представление о продукте, который должен получиться. В них входят: диаграмма архитектуры приложения, диаграммы классов, диаграмма базы данных и диаграмма структуры приложения.

В дополнение к диаграммам был разработан прототип на основе «диаграммы структуры приложения».

Для разделения результатов уроков по «режимам» в базе данных, была реализована идея простого алгоритма кодирования режимов.

Дальнейшим развитием данной работы будет реализация модуля на основе диаграмм и прототипов, оптимизация дизайна проекта (с согласованием с организацией), разграничение областей обучающихся, а также реализация более безопасного хранения паролей в базе данных.

В более далекой перспективе, можно рассматривать реализацию голосового сопровождения, внедрения алгоритма для визуального представления решений в режиме «обучение», реализацию режима «уроков».

Список литературы

1. Банщиков, Г.В. Итоги социологического исследования по изучению проблем информатизации в школах Читинской области [Текст] // Педагогическое обозрение. - 2007. - № 3. - С. 139-146.
2. ВЦИОМ. Российская школа: современные вызовы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/rossiiskaja-shkola-sovremennye-vyzovy, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 03.05.23).

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ СУШКИ КАПИЛЛЯРОВ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТЕПЛОВОМ НАГРУЖЕНИИ

Д.А. Куликов, А. А. Жилин
Сибирский государственный университет водного транспорта
living_dead_cat@mail.ru

В промышленности сушка металлов имеет большое значение, так как многие металлы склонны к окислению и коррозии, особенно в условиях высокой влажности. Нежелательные химические реакции, повреждение оборудования и ухудшение качества продукции могут быть результатом наличия влаги на поверхности металлов. В данной работе рассматриваются основные типы процесса тепломассопереноса, а также рассматривается альтернативный метода сушки на основе акустоконвективного воздействия
Ключевые слова: тепломассоперенос, сушка, металлы, акустическое воздействие.

Сушка металлов является важной и актуальной задачей в металлургической и других промышленных процессах, так как многие металлы имеют высокую склонность к окислению и коррозии, особенно при наличии влаги на их поверхности. В результате этого могут происходить нежелательные химические реакции, повреждение оборудования и снижение качества продукции.

Сушка металлов также может быть необходима при их хранении и транспортировке, чтобы избежать образования конденсата на их поверхности. Кроме того, сушка металлов может играть важную роль в процессах покраски, гальванизации и других методах обработки металла, так как влага может привести к неоднородности покрытия и снижению адгезии.

Все вышеперечисленные факторы делают сушку металлов актуальной задачей в различных промышленных отраслях. Кроме того, с развитием новых технологий и материалов возникают новые требования к процессам сушки металлов, что стимулирует исследования в этой области.

Массообменные процессы делятся на 5 групп[1]:

Сушка; Кристаллизация; Дистилляция; Сублимация; Растворение; Увлажнение; Набухание.

Тепломассообенные:

Сорбционные: Абсорбция; Адсорбция; Десорбция; Ионный обмен.

Экстракционные: Экстрагирование из твердых веществ; Экстрагирование из жидкостей.

Мембранные: Ультрафильтрация; Микрофильтрация; Диализ; Обратный осмос; Электроосмос; Термоосмос; Электроосмофильтрация; Раздекление на жидких мембранах;

Электродиффузионные: Электрофорез.

В последнее время активно развиваются альтернативные методы сушки, основанные на иных физических принципах процесса экстракции влаги. Идея акустоконвективного метода сушки заключается в подводе высокоинтенсивного акустического потока к осушаемому объекту, при этом в процессе сушки материал не подвергается нагреву. Преимущества акустоконвективного способа особенно актуальны для сушки биологических материалов, чувствительных к температурному влиянию.

Список литературы

1. И.С. Почекутов, Т.В. Рязанова процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы // Красноярск 2016.

ВАРИАНТЫ ВСТАВНЫХ УСТРОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 4-ГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ НАНОСКОПИИ В МЯГКОМ РЕНТГЕНОВСКОМ ДИАПАЗОНЕ

А. В. Мурзина[1,2], Ю. В. Хомяков[1,2], Я. В. Ракшун[2]
[1]Новосибирский государственный университет
[2]Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН
a.murzina@g.nsu.ru

В настоящее время существует значительный интерес к задаче непосредственного наблюдения молекулярных-клеточных процессов в динамике, требующих высокого пространственного и временного разрешения. Эта задача может быть решена методами наноскопии в энергетическом диапазоне «окна прозрачности воды» (λ = 2.3 – 4.3 нм). Выполнение этих условий возможно на источниках синхротронного излучения 4 поколения. Цель данной работы состоит в рассмотрении различных вариантов вставных устройств для экспериментальной станции второй очереди "Наноскоп" на ЦКП "СКИФ" и "SoftiMax" на MAX-IV и количественном сравнении их возможностей. В рамках

работы были рассмотрены параметры вставного устройства типа APPLE-II, такие как: размер источника, угловая расходимость, спектральные характеристики, доля когерентных фотонов. Рассчитана интегральная мощность в апертуре фронтенда и построены карты плотности мощности при максимальной нагрузке.
Ключевые слова: синхротронное излучение, вставное устройство, эллиптический ондулятор, наноскопия, окно прозрачности воды, мягкое рентгеновское излучение

Одна из активно развивающихся областей науки – биология. Это обусловлено как системностью накопленных к настоящему времени знаний, так и развитием исследовательского инструментария. И одну из ключевых ролей играют методы, которые позволяют исследовать процессы на клеточном и субклеточном (вплоть до молекулярных комплексов и отдельных молекул) уровне. Следует отметить, что развитие инструментария пошло по двум основным направлениям – достижение высокого пространственного разрешения (макромолекулярная кристаллография, криоэлектронная микроскопия [1, 2]) и динамические исследования (например, с применением меток [3]). Однако в первом случае органический объект исследования не является живым, а во втором исследование является принципиально инвазивным. В контексте данной работы предлагается новый подход к прямому прижизненному наблюдению молекулярно-клеточных процессов в динамике с высоким пространственным и временным разрешением.

В основе предложенного подхода лежат методы наноскопии в мягком рентгеновском диапазоне, в частности, в т.н. «окне прозрачности воды» ($\lambda = 2.3 – 4.3$ нм) [4], комбинированные с методами дифракции в мягком рентгеновском диапазоне, которые можно реализовать на источнике синхротронного излучения (СИ).

Современные накопители источников СИ 4-го поколения, такие как строящийся ЦКП «СКИФ», имеют сверхнизкий эмиттанс (~100 пм·рад [5]), следствием чего является малый размер источника и высокая степень когерентности генерируемого излучения. В «окне прозрачности воды» применима оптика нормального падения с большой числовой апертурой (~0,1) [4]. Используя такую оптику на станциях источников СИ 4-го поколения, можно добиться нанометрового разрешения и малого времени экспозиции исследуемого образца. Кроме того, существует возможность реализации когерентных методов, требующих меньшее число фотонов и позволяющих снизить получаемую биологическим объектом дозу.

В рамках данной работы проведено количественного сравнения возможностей различных вариантов вставных устройств, в частности, ондуляторов типа APPLE-II при разных режимах работы по следующим параметрам: размеру источника, угловой расходимости, спектральным характеристикам, доле когерентных фотонов. Произведена оптимизация длины, величины периода ондулятора и интегральных потоков фотонов. Построена карта плотности мощности и рассчитана интегральная мощность в апертуре фронтенда.

Магнитная структура и расчётные параметры магнитных полей на оси вставного устройства были определены с помощью программы OPERA3D (TOSCA). Спектральные характеристики и характеристики источника были рассчитаны с помощью программы SPECTRA. На рисунке 1 приведено изображение магнитной структуры вставного устройства APPLE-II, на рисунке 2 представлены огибающие угловой спектральной плотности потока фотонов на оси при изменении магнитного зазора ондуляторов APPLE-II.

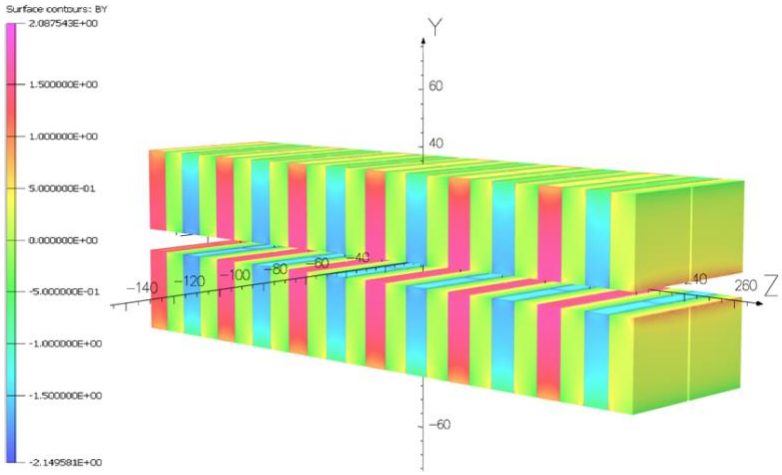


Рисунок 1 – Расчёт магнитной структуры шести периодов ондулятора APPLE-II, выполненный в программе OPERA 3D

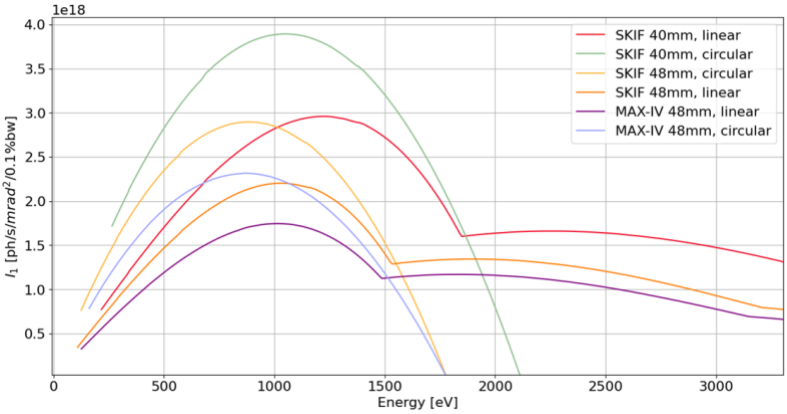


Рисунок 2 – Сравнение огибающих спектра APPLE-II на MAX IV (период 48 мм), на СКИФ (период 48 мм) и на СКИФ после оптимизации (период 40 мм) в режимах линейной и круговой поляризации

Список литературы

1. B. Rupp. Macromolecular Crystallography: Overview // Encyclopedia of Biophysics. Springer, Berlin, Heidelberg, Pp 1346–1353, 2013

2. F. DiMaio, W. Chiu. Tools for Model Building and Optimization into Near-Atomic Resolution Electron Cryo-Microscopy Density Maps // Methods in Enzymology, Vol. 589, Pp 255-276, 2016

3. H. Sahoo. Fluorescent Labeling Techniques in Biomolecules: A Flashback. // RSC Advances, Vol. 2, Pp 7017-7029, 2012.

4. N. I. Chkhalo et al. X-ray Optical Scheme for Station “Nanoscope” for Biological Research in the Water Window // AIP Conference Proceedings 2299, 060005, 2020.

5. Е.Б. Левичев [и др.]. Проект создания синхротронного источника поколения 4+ ЦКП «СКИФ» в р.п. Кольцово Новосибирской области: общая информация и статус реализации // Технологическая инфраструктура сибирского кольцевого источника фотонов «СКИФ», 2022. Том 1.

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ

А. Д. Прайс
Сибирский государственный университет путей сообщения
slawa.54@mail.ru

В данной статье сформулированы определения топологии, рассмотрены различные топологические объекты и их свойства. Представлена теорема о четырех красках и предложено ее доказательство. Выявлены особенности топологических преобразований поверхности в нашем пространстве.
Ключевые слова: топология, часть геометрии, изучение феномена, свойство, сфера, треугольник.

Топология, как отдельная наука, была сформирована в XIX веке благодаря работам французского ученого А. Пуанкаре, где были изложены геометрические структуры, являющиеся основой для топологических объектов. Ранее, в работах Л. Эйлера, К. Гаусса и Г. Римана, уже были проведены исследования в области топологии. Однако именно Пуанкаре дал определение основных абстрактных объектов топологии и создал самостоятельный раздел науки. Топология стала фундаментальной дисциплиной, которая изучает свойства и структуры пространств, не зависящие от метрики.

Изучение форм в непрерывных деформациях - это основа топологии, абстрактной дисциплины, представляющей собой отрасль математики, родственную геометрии. В отличие от геометрии, объект топологии не является статическим, а является эластичным и способен изменять свою форму без каких-либо разрывов. Топология предполагает изучение технологий и методов, которые могут использоваться для определения свойств объектов, сохраняющихся при непрерывных деформациях, и для создания абстрактных математических моделей для решения различных задач. Она получает все большее распространение в различных сферах науки и техники, таких как биология, физика, информатика и даже искусство. Сегодня топология помогает ученым изучать различные явления и свойства объектов, которые ранее были трудно понятны и недоступны для анализа. Вместе с тем, она продолжает развиваться и находить новые области своего применения, что делает ее незаменимым инструментом в научных исследованиях.

Топологический анализ фигур является одной из важнейших областей математики. Топология, также известная как "резиновая геометрия", включает в себя изучение сущности объектов без учета их

размеров и форм. Если бы мы представили, что фигуры были сделаны из резины, то их можно было бы сжимать, растягивать, сгибать и выпрямлять. Однако, невозможно было бы разрезать или склеить эти фигуры. Когда мы деформируем фигуру, полученную после таких манипуляций, исходную фигуру называем топологически эквивалентной. Например, маленький шар может быть раздут до большого, затем превращен в эллипс, затем в гантель. Поверхность шара также может быть превращена в поверхность куба, призмы, пирамиды, конуса. Всякий раз, когда мы деформируем объекты этим способом, мы можем использовать топологические инструменты, чтобы определить существенно ли изменяется сущность[1].

Задача четырех красок, также известная как топологическая задача, была сформулирована в 1825 году Гутри - лондонским студентом. Он обнаружил интересный факт для различения графств Англии на карте - достаточно четырех красок. Затем, Гутри выдвинул гипотезу о том, что четырех красок достаточно для раскраски любой карты. Эта задача привлекла внимание ученых со всего мира.

Суть задачи заключается в следующем: каким бы ни было множество очертаний "стран" на карте, их всегда можно раскрасить так, чтобы никакие две сопредельные страны, граничащие вдоль некоторого отрезка кривой, не окажутся выкрашенными в один и тот же цвет. Для такой раскраски достаточно использовать четыре цвета.

Задача четырех красок вызвала большой интерес в научной среде, а решение этой задачи было связано с различными областями математики. Создались различные алгоритмы для решения этой задачи, возникли новые предположения и теории.

На данный момент, задача остается актуальной и продолжает привлекать внимание ученых.

В данной работе был предложен новый вариант доказательства теоремы: "Через две различные точки проходит одна и только одна прямая". Она подразумевает следствие, что через три различные точки проходят три и только три прямые.

Для доказательства теоремы были взяты n различных точек в плоскости, которые были соединены таким образом, чтобы получились треугольники с вершинами только в этих точках. При этом, поскольку число точек было произвольным, можно сказать, что при любом количестве точек можно построить такие треугольники.

Все построения были выполнены на плоскости, однако необходимо было доказать теорему на сфере. Это означало, что прямые на плоскости, если их перенести на сферу, станут окружностями или эллипсами, а треугольники будут вогнутыми.

Для доказательства теоремы рассматривалась сфера, которая разделялась на "страны". Взяты точки на этой сфере, при этом каждой "стране" принадлежит только одна точка. Тогда вся сфера разделится на треугольники, стороны которых совпадают со сторонами соседних треугольников.

В результате можно разукрасить всю сферу четырьмя цветами так, что треугольники с одинаковыми цветами не будут иметь общих сторон. Таким образом, приведенное доказательство подтверждает теорему. Результаты данной работы можно использовать в геометрии и ее применении.

С помощью новых технологий удалось решить проблему четырех красок с использованием компьютерной визуализации. Ученые провели анализ около 2000 типов карт и пришли к выводу, что среди них нет карт, которые не могут быть раскрашены четырьмя цветами. Однако следует отметить, что не все типы карт были рассмотрены, поэтому решение не может быть окончательным. Проблема четырех красок остается открытой в настоящее время. Таким образом, данное исследование подтверждает гипотезу о возможности раскраски любой карты четырьмя цветами, но требует дальнейших исследований для окончательного установления этого факта.

В современной математике топология относится к разделу геометрии, изучающему теоретические свойства пространств и фигур, не зависящие от метрики, т.е. понятий расстояния, формы и угла. Следовательно, для топологии не имеет значения, прямая это или кривая, вогнутая поверхность или выпуклая. На первый взгляд такие определения кажутся нелогичными, но они находят свои подтверждения в изучении различных систем.

Изучение топологии имеет большое значение для развития пространственного мышления, особенно для развития креативных способностей детей и взрослых [4]. Это связано с тем, что топология не требует специальных знаний в области математики, что дает возможность более широкому кругу людей развивать свое мышление и творческие способности [5].

Нужно заметить, что топология является одним из наиболее молодых разделов геометрии, так как она стала отдельной областью математики всего около 90 лет назад. Тем не менее, за это время топология имела значительный прогресс, который продолжается и на сегодняшний день. Топология, как одна из наиболее многообещающих областей геометрии, имеет огромный потенциал и может принести важные научные открытия в будущем.

Список литературы

1. Годеман Р. Алгебраическая топология. М.: ИЛ, 1961.
2. Келли Дж.Л. Общая топология. М.: Наука 1968.
3. Телеман К. Элементы топологии и дифференцируемые многообразия. М.: Мир, 1967.
4. Тимофеева Е.Г., Демьяненко Ю.И. Мотивация обучения математики студентов первого курса. В сборнике: Актуальные проблемы модернизации высшей школы: резервы отечественной высшей школы в совершенствовании профессиональной подготовки специалистов. Материалы XXXI Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. 2020. С. 94-96.
5. Демьяненко Ю.И. Проблемы обучения математики студентов гуманитарных направлений. В сборнике: Актуальные проблемы модернизации высшей школы: резервы отечественной высшей школы в совершенствовании профессиональной подготовки специалистов. Материалы XXXI Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. 2020. С. 91-94.

СЕКЦИЯ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАЗРАБОТКА УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТЕМУ «МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИТЕЛ К ВИЧ-1,2 ПОСРЕДСТВОМ ЭКСПРЕСС-ТЕСТОВ ORAQUICK»

В.И. Антипин, А.А. Веригина, А.С. Хомченко
Новосибирский государственный педагогический университет
a-verigina@list.ru

Данная работа рассматривает методы определения ВИЧ-инфекции у предполагаемых пациентов посредством методик, используемых работниками без медицинского образования. Внедрение подобной практики сократит влияние на медицинский персонал, что поспособствует улучшению качества оказываемых услуг.
Ключевые слова: вирус иммунодефицита человека, экспресс-тесты, иммуноферментный анализ.

Ввиду увеличения числа ВИЧ-инфицированных граждан на территории Российской Федерации и Республики Казахстан, встает вопрос об использовании новейших методик в определении ВИЧ-инфекции, которые одобрены ВОЗ и разрешены к использованию работникам без медицинского образования.

Критериями к выбору наиболее оптимального метода анализа для работников без медицинского образования являются минимизация возможных вариантов заражения, простота в использовании и достоверность результата. Перспективным методом по данным критериям является экспресс-тестирование посредством тест-полосок OraQuick.

Данный метод достаточно прост в реализации и может быть использован работниками без медицинского образования, процесс заражения практически невозможен, поскольку исследования проводят на десневой жидкости, а достоверность результата составляет 99%, что говорит о практически точном диагнозе пациента. [1].

Данный метод основан на выявление вирусного антигена p24 и антител к ВИЧ первого и второго типа в крови, сыворотке, плазме, десневой жидкости. В составе тест-систем присутствуют пептиды gp41 в качестве антигенов к ВИЧ – 1, 2. Данный метод был одобрен ВОЗ для использования на образцах ротовой жидкости. Как и при проведении

всех экспресс-скрининговых тестов на ВИЧ, реактивный результат теста должен быть подтвержден дополнительными серологическими диагностическими тестами (ИФА/ВБ) [2].

Первоначальной задачей было объяснение процесса работы данных тест-система на конкретном примере и трактовка полученных результатом. Под действием диффузии исследуемый образец, снятый при помощи «лопаточки» попадает в систему экспресс-теста, где проходит через конъюгат, и в зависимости от наличия или отсутствия антигенов, взаимодействует с ним. Далее, исследуемый образец с конъюгатом попадает в зону линии теста, где и происходит фиксация присутствующих антигенов в образце. Окрашенная линия теста говорит об их наличии. Если же антигенов нет, то линия теста не окрашивается. Еще одним немаловажным фактором является окрашивании контрольной линии: если линия контроля осталась неизменной, можно говорить о браке данной тест-системы [3].

Помимо объяснений работы, нужно понимать процесс взятия исследуемого образца. Для этого, специалисту необходимо подготовить рабочее место, представляющее собой горизонтальную гладкую поверхность. Открыть пробирку и установить ее в штатив. Далее, вскрывается упаковка с тестом и проверяется наличие силикагеля в нем. Затем, пациента просят открыть ротовую полость и лопаткой собирают образец с верхней и нижней десны скребущим движением. Помещают тест в ранее подготовленную пробирку и ждут результат от 20 до 40 минут.

Результаты определяются следующим образом:

1) Реактивный или положительный тест: на экспресс-тесте окрасились и линия теста и линия контроля.

2) Нереактивный или отрицательный тест: на экспресс-тесте окрасилась только линия контроля.

3) Недействительный тест: ни одна из полосок не окрасилась в ходе проведения эксперимента.

Как и было сказано ранее, работа с тест-полосками не вызывает особых сложностей, но работник должен понимать работу данного вида тестов и алгоритм проведения лабораторных исследований [4].

Тренинг разделен на следующие три части:

1. Устный доклад с использованием наглядного материала, описывающего процесс с выдачей раздаточного материла;
2. Сдача теоретического материала в экзаменационной форме;
3. Практическое задание с использованием экспресс-теста на добровольцах.

В конце обучения работник получает сертификат о способности работы с использованием тест-полосок.

Результаты обучения приведены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты обучения методу определения ВИЧ- инфекции посредством тест-полосок OraQuick

Количество участников	Экспресс-тестирование посредством тест-полосок OraQuick
Общее число обучающихся	15
Количество обучающихся, сдавших экзамен с первого раза	15
Количество обучающихся, которых допустили к экспериментальной работе	15
Количество обучающихся, прошедших экспериментальную работу с первого раза	14
Количество выданных сертификатов соответствия	14
Количество работников, приступивших к работе	14

По полученным результатам процент выданных сертификатов от общей суммы составил 93,3%. Данный результат говорит об успешном внедрении данного тренинга.

Еще один положительный момент, который стоит отметить, является снижение нагрузки на медицинский персонал в 2,5 раза (расчет проведен по количеству проб).

Список литературы

1. Дробченко С.Н., Ривец Б., Сэмюэльс Ф. Бесприборные тесты для диагностики ВИЧ-инфекции // Лабораторная диагностика. - 2012. - №1. - С. 35 - 38.

2. Holguin A., Gutierrez M., Portocarrero N., Rivas P., Baquero M. Performance of OraQuick Advance Rapid HIV-1/2 Antibody Test for detection of antibodies in oral fluid and serum/plasma in HIV-1+ subjects carrying different HIV-1 subtypes and recombinant variants // Journal of Clinical Virology. - 2009. - №45. - С. 150 - 152.

3. Европейское агентство по лекарственным средствам. Первая инъекционная антиретровирусная терапия длительного действия для рекомендованного одобрения ВИЧ – 2020 г.
4. ВОЗ. Антиретровирусная терапия ВИЧ-инфекции у взрослых и подростков: рекомендации для общественного здравоохранения. – 2010. С. 19–20

ИССЛЕДОВАНИЕ АКАРИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «АВЕРСЕКТИН С» В ОТНОШЕНИИ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ

Д.А. Бутакова[1,2], Р.В. Валиулин[1], М.Е. Плохотниченко[3], Г.С. Чичерина[2]
[1]Новосибирский государственный педагогический университет,
[2]Институт систематики и экологии животных СО РАН
[3]Институт химической кинетики и горения им В.В. Воеводского СО РАН
chicherinagalina@bk.ru

В работе проведено исследование и показана высокая инсектоакарицидная активность препарата «Аверсектин С» в отношении взрослых иксодовых клещей. Разработан и опробован новый способ генерации субмикронного аэрозоля инсектицидных и акарицидных веществ позволяющий повысить эффективность обработки больших площадей, в том числе лесопарковых зон, от насекомых и членистоногих.
Ключевые слова: авермектины, иксодовые клещи, аэрозольные частицы, генерация аэрозоля, акарициды

В Новосибирской области за последние годы отмечается значительное увеличение площадей обработок мест массового посещения людьми от иксодовых клещей, переносчиков опасных вирусных и бактериальных заболеваний. Для обработок территории используют препараты, содержащие пиретроиды и фосфорорганические соединения (ФОС), а также комбинированные препараты [1]. Эти вещества являясь ядами, в том числе нервнопаралитического действия, одинаково воздействуют на организм теплокровных животных и членистоногих, а также обладают высокой активностью в отношении пчел и рыб.

Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты является

одной из приоритетных задач стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [2]. В связи с этим, особый интерес вызывают биологические инсектицидные вещества, к которым относятся микробные метаболиты, а также растительные инсектициды. Им присуща специфичность, низкая токсичность, а также способность к быстрой деградации в окружающей среде, что позволяет не нарушать природное равновесие при их использовании. «Аверсектин С» является смесью веществ, которые относятся к классу авермектинов, продуцируемых почвенным актиномицетом *Streptomyces avermitilis*. Вещества данного класса обладают высокой инсектицидной активностью. Исследование активности этого препарата в отношении иксодовых клещей представляет научный и практический интерес, с точки зрения экологизации процесса акарицидной обработки.

Поэтому целью настоящей работы являлось исследование акарицидной активности препарата «Аверсектин С» в отношении иксодовых клещей.

Генерация аэрозоля из препарата «Аверсектин С» проводилась методом ультразвукового распыления. Схема используемого аэрозольного генератора приведена на рис. 1. Для этого в стеклянную кювету, на дне которой установлен пьезоэлемент, заливался водный раствор с заданной концентрацией исследуемого препарата.

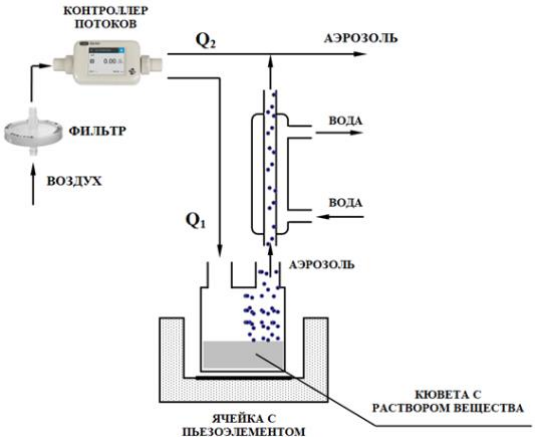


Рисунок 1 – Схема генератора для получения аэрозоля

Обработка клещей проводилась в специально изготовленной для этого экспериментальной аэрозольной камере объемом 3 дм^3, которая представляет собой прямоугольный контейнер, снабженный одним

штуцером, расположенным в верхней крышке, для напуска аэрозоля, и двумя в боковых стенках, для его выхода. В аэрозольную камеру, в течение 2 мин. напускался аэрозоль, затем на её дно помещалась открытая чашка Петри с клещами. После этого аэрозольная камера закрывался, время экспозиции клещей в аэрозольном облаке составляло 3 секунды. Обработка клещей проводилась однократно. После обработки аэрозолем клещи пересаживались в камеру дифференциальной влажности. Наблюдение за выживаемостью осуществлялось в течение 8 суток. В экспериментах генерация аэрозоля осуществлялась из водных растворов с массовой долей препарата «Аверсектин С»: 0.004%, 0.002%, 0.001%.

Определение параметров аэрозольных частиц на выходе из генератора осуществлялось с помощью оптического счетчика частиц ОСА [3], который позволяет измерять концентрацию частиц до $5\ 10^5$ см$^{-3}$ и распределение по размерам диапазоне 0.3 – 10 мкм.

Размер генерируемых, предложенным методом, аэрозольных частиц из раствора «Аверсектин С» составил 750 нм ± 70 нм, а средняя счетная концентрация частиц 1.9×10^5 шт/см^3.

В таблице 1 приведены результаты исследования воздействия аэрозоля препарата «Аверсектин С» на иксодовых клещей. В качестве сравнения использовался аэрозоль, полученный из дистиллированной воды.

Таблица 1 – Выживаемость клещей после воздействия аэрозоля.

Действующее вещество	**Число особей клещей**	**1 сутки (Ж/П)**	**5 сутки (Ж/П)**	**8 сутки (Ж/П)**
Дистиллированная вода	25	25/0	25/0	25/0
0.004%	25	11/14	9/16	6/19
0.002%	25	13/12	12/13	10/15
0.001%	25	18/7	15/10	13/12

Ж – живые, П – погибшие.

Как видно из таблицы, после воздействия аэрозолем воды, клещи оставались живы в течение всего срока наблюдения. В тоже время, после воздействия аэрозолем препарата «Аверсектин С» уже в первые сутки наблюдалась гибель клещей, причем с возрастанием концентрации препарата в растворе число погибших особей возрастало.

Таким образом из результатов проведенного исследования видно, что препарат «Аверсектин С» имеет высокую эффективность против

иксодовых клещей даже при достаточно низкой концентрации вещества в распыляемом растворе.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 19-73-10143.

Список литературы

1. 1.Ахметшина М.Б., Шашина Н.И., Германт О.М. О противоклещевых обработках в природных биотопах // Пест-Менеджмент. 2019. № 4 (112). С. 8-11.
2. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642.
3. Valiulin S.V., Onischuk A.A., Baklanov A.M., Dubtsov S.N., Dultseva G.G., An'kov S.V., Tolstikova T.G., Rusinov V.L., Charushin V.N. An integrated aerosol setup for therapeutics and toxicological testing: Generation techniques and measurement instrumentation // Measurement. 2021. V. 181. P. 109659.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ УСНИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛИШАЙНИКЕ CLADONIA STELLARIS

А.А. Веригина
Новосибирский государственный педагогический университет
a-verigina@list.ru

Основным способом выделения усниновой кислоты является метод экстракции лишайника, и наиболее распространенной практикой является сбор сырья осенью, что позволяет достичь наивысшей концентрации полезных веществ. Однако эта работа сосредоточена на анализе сырья, собранного летом, и ответе на вопрос о важности сезона сбора данного лишайника для достижения приемлемой концентрации усниновой кислоты.

Ключевые слова: Кладония Звездчатая, усниновая кислота, экстракция.

Лишайники представляют собой распространенную группу организмов, содержащих в своем составе множество биологически активных соединений. Они находят применение в различных областях, таких как медицина, фармацевтика и пищевая промышленность. Например, могут использоваться при лечении кожных заболеваний, производстве антибиотиков, красителей и ароматизаторов.

Внедрение инновационных технологий в 1960-х годах, таких как тонкослойная и высокоэффективная жидкостная хроматография, позволило идентифицировать большое количество лишайниковых веществ. Этот технологический прогресс способствовал систематизации и классификации родов лишайников, многие из которых отличались только по химическим свойствам.

Биологические исследования лишайников начали проводиться после окончания Второй мировой войны. Наиболее изученным веществом большинства родов является вторичный метаболит - усниновая кислота, которая широко известна как антибиотическое средство [1].

Название усниновой кислоты происходит от рода лишайников Usnea, поскольку кислота впервые была выделена именно из него в 1843 году, а годом позже охарактеризована как индивидуальное вещество, но только в 30-ых годах XX века была определена ее химическая структура. Наибольшая концентрация усниновой кислоты определена в родах Cladonia, Usnea, Lecanora, Ramalina, Evernia, Parmelia и Alectoria.

К примеру, Lecanora и Usnea распространены на территории Северной Америки, тогда как род Cladonia произрастает на территории России в Сибири [2], что и задает интерес к ее изучению.

На основе существующей литературы усниновая кислота эффективна против большинства грамположительных штаммов бактерий и способна ингибировать рост мультирезистентных штаммов золотистого стрептококка, энтерококков и микобактерий. В некоторых работах также встречается информация, что усниновая кислота вызывает задержку роста и сильную смертность личинок Spodoptera littoralis, что предполагает ее возможную роль в качестве антифиданта. А в недавних работах американских ученых определена противовоспалительная активность кислоты с использованием моделей in vivo [3, 4].

Основным методом получения усниновой кислоты является экстрагирование лишайников органическими растворителями, а затем осаждение целевого продукта из экстракта или его перекристаллизация [5].

Для этого в навеску лишайника массой 50 г добавили хлороформ и кипятили в течение 1,5 часов. Затем смесь остудили до комнатной температуры и отфильтровывали полученный экстракт. Далее, экстракт упаривали, а к получившемуся сухому остатку добавили 10 мл этилового спирта. Осадок отфильтровали и сушили в течение 24 часов. Эксперимент проводили трижды, после чего вычислили среднюю масса усниновой кислоты, которая составила 0,32 г.

Усниновая кислота была идентифицирована по температуре плавления (202 °С), а также методом ЯМР-спектрометрии (рисунок 1).

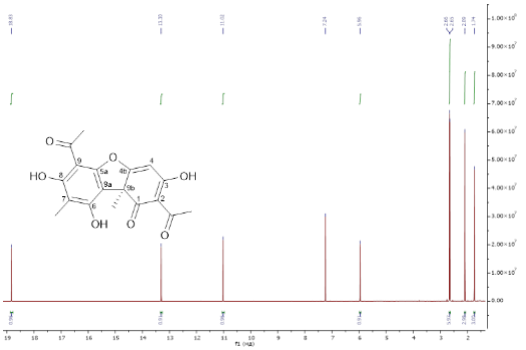


Рисунок 1 – Спектр ЯМР ^{1}H полученного соединения

На основании проведенного исследования было установлено, что содержание усниновой кислоты в сырье собранном в летний период составляет в среднем 0,70%, что на 10% меньше, чем в сырье, собранном в осенний период (среднее содержание равно 0,80%).

В заключении можно отметить, что усниновая кислота представляет собой перспективный объект для дальнейших исследований в области фармакологии благодаря своей высокой биологической активности. Кроме того, полученные данные позволяют сделать вывод о том, что сбор лишайников может производиться не только в осеннее время, но и в летнее, при условии минимальных потерь.

Список литературы

1. Cocchietto M., Skert N.,·Nimis P.L., Sava G. A review on usnic acid, an interesting natural compound // Naturwissenschaften. - 2002. - №89. - p. 137 - 146.
2. Куприянов А. Г Дикий северный олень Западной Сибири: биология, использование, охрана. - М.: 1988. - 201 с.
3. Ingolfsdottir K. Usnic acid // Phytochemistry. - 2002. - №61. - p. 729 - 736.
4. Kwong S.P., Wang C. Usnic acid-induced hepatotoxicity and cell death // Environmental Toxicology and Pharmacology. - 2020. - №80. - p. 103493.
5. Соколов Д.Н., Лузина О.А., Салахутдинов Н.Ф. Усниновая кислота: получение, строение, свойства и химические превращения // Успехи химии. - 2012. - №81. - С. 747 - 768.

СВЯЗЬ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И СИСТЕМЫ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ МАЗИ САЛИЦИЛОВОЙ

Е.Е. Кардапольцева, А.Ю. Нольфина, В.В. Тропникова
ГАПОУ НСО «Новосибирский медицинский колледж»
elizaveta.kardapoltseva@mail.ru

Современные методы производства лекарственных препаратов учитывают этапы его жизненного цикла и вопросы передачи знаний при переходе с существующего этапа на следующий. Показано, на примере технологии изготовления и контроля качества мази салициловой (Ung. Acidi salicylici 2%), каким образом происходит ценообразование и выстраиваются конкурентные отношения при изготовлении препаратов фармацевтами в аптечной сети и фармкомпаний. Рассмотрены преимущества изготовления препарата в аптечной сети. Сделан вывод, что система ценообразования, учитывающая показатели валовых издержек производства, имеет разнонаправленные процессы. С одной стороны, затрудняет конкурентные отношения в аптечной сети, с другой, помогает бороться с дефектурой.

Ключевые слова: фармацевт, аптечная сеть, фармкомпания, мазь салициловая, издержки, дефектура.

Актуальным вопросом современной фармации является аптечное изготовление лекарственных препаратов. «Инновационное развитие фармацевтической отрасли тесно связано, в свою очередь, с вопросами передачи знаний при переходе на каждый последующий этап жизненного цикла лекарственного препарата»[1, С.49]. Сутью концепции жизненного цикла является описание потребителей, наличие конкурентов в отрасли, стратегию маркетингового продвижения лекарственного препарата, начиная от времени поступления в продажу до момента снятия с продажи. При этом «принципиальным является регулирование и формализация передачи знаний и технологий, которые должны обеспечить достижение в производстве качества лекарственного препарата» [1, С.49].

Целью работы явилось изучение связи технологии изготовления, контроля качества и системы ценообразования на разных стадиях жизненного цикла лекарственного препарата на примере мази салициловой Ung. Acidi salicylici 2%, сравнение формирования цены с учетом издержек при аптечном производстве и стоимости аналогичного

препарата при массовом промышленном фармацевтическом производстве.

Мазь салициловая – «мягкая простая недозированная лекарственная форма, предназначенная для нанесения на кожу, состоящая из основы – вазелина, равномерно распределенного в ней лекарственного вещества» – салициловой кислоты и вспомогательного вещества – масла вазелинового [2].

Мазь салициловая характеризуется химическими и физическими свойствами, такими, как: гетерогенная, мягкая, антисептическая, наружная. По классификации мазевых основ мазь салициловая относится к мазям с липофильной основой.

По магистральной прописи extempore, в ходе выполнения учебно-исследовательской работы, в рамках формирования профессиональных компетенций будущих фармацевтов в медицинском колледже – ПК 2.1, ПК 2.3, ПК 2.4, ПК 2.5 и ключевых надпрофессиональных компетенций, таких как эффективная работа в команде, была приготовлена мазь салициловая - Ung. Acidi salicylici 2%. Субстанции были доступны, технология изготовления мази салициловой складывалась из следующих стадий: подготовительная работа (подготовка рабочего места, выбор и расчет количества основы, оформление паспорта письменного контроля); введение лекарственного вещества в основу; растворение, измельчение, смешивание, эмульгирование; упаковка и оформление.

В процессе работы, по смешанной модели обучения, в качестве дополнительного материала теоретической части работы, были использованы ресурсы массовых открытых онлайн курсов (МООК) [3; 4]. В процессе исследовательской работы были изучены различные виды и способы контроля качества данного лекарственного препарата, осуществлен качественный и количественный анализы на салициловую кислоту в пробе образца приготовленного нами лекарственного препарата. Аналитические сигналы были отмечены, салициловая кислота в пробе образца лекарственного препарата присутствовала. Рассчитанная величина массовой доли салициловой кислоты составила 1,9%, что входит в интервал допустимых отклонений, согласно Приказу Минздрава России N 751н, следовательно, приготовленный нами лекарственный препарат являлся качественным. Отметим, что показатели качества для потребителей являются важнейшей характеристикой препарата и являются преимуществом изготовленных в аптеке препаратов. Рассмотрено формирование цены на лекарственный препарат мазь салициловая Ung. Acidi salicylici 2%-10,0 г с помощью метода на основе издержек на примере предприятия

муниципальной новосибирской аптечной сети «Аптека № 279», а также оценена ее конкурентоспособность. Рассчитана себестоимость лекарственного препарата, составившая 101 руб. 24 коп. за 10 г. Произведена оценка конкурентной цены по стоимости аналога в аптечной организации ООО «Фармакопейка», не осуществляющей изготовление лекарственных препаратов. Оптовая стоимость аналога составила 20 руб., розничная цена составила 35 руб. Однако, сравнительный анализ препаратов свидетельствует, что не смотря на то, что изготовление лекарственного препарата обошлось дороже на 34%, и показало низкую конкурентоспособность с ценой препарата при его промышленном производстве, практика показывает, что изготовленные ручным способом препараты активно приобретаются потребителями.

Таким образом, при рассмотрении технологий изготовления, последующим контролем качества оказалось, что, не смотря на различие в системе ценообразования лекарственных препаратов, рецептурно-производственный отдел, как сегмент в структуре аптек, имеющий уникальные традиции ручного фармацевтического производства, востребован, помогает бороться с дефектурой[5]. Изготовление фармацевтом в аптечной организации гарантирует качественные параметры, но обходится потребителям дороже на 30%.

Список литературы

1. Береговых В. В., Спицкий О. Р. Перенос технологий при создании производства лекарственного средства // Вестник РАМН. 2013. №12. С. 49-57. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perenos-tehnologiy-pri-sozdanii-proizvodstva-lekarstvennogo-sredstva (дата обращения: 02.05.2023).
2. Краснюк, И. И. Фармацевтическая технология. Промышленное производство лекарственных средств. В двух томах. Том 1 : учебник / И. И. Краснюк, Н. Б. Демина, Е. О. Бахрушина, М. Н. Анурова; под ред. И. И. Краснюка, Н. Б. Деминой. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 352 с.
3. Тропникова В.В. Смешанное обучение: вопросы проектирования для дисциплины «Химия»// Среднее профессиональное образование. - 2021. - № 6. – С.51-53.
4. Тропникова В.В. Ресурсы МООК: интеграция в модель смешанного обучения// Химия в школе. – 2021. - № 6. - С.29-31.
5. Грошева М. Правительство выявило потенциально дефектурные лекарства/ Фармацевтический вестник. [Электронный ресурс]. URL: https://pharmvestnik.ru/content/news/Pravitelstvo-vyyavilo-potencialno-defekturnye-lekarstva.htm (дата обращения 02.05.2023).

РАЗРАБОТКА КАТАЛИТИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ЦЕННЫХ ЦИКЛИЧЕСКИХ СПИРТОВ ИЗ ДОСТУПНЫХ ТЕРПЕНОВ

Д.А. Корешкова[1,2], И.Л. Симакова[2]
[1]Новосибирский государственный технический университет,
[2]Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
24.koreshkova.diana.02@mail.ru, simakova@catalysis.ru

Проведено исследование «one-pot» синтеза рацемической смеси ментола из цитраля в присутствии нанесенных никелевых катализаторов. В качестве носителей выбраны различные типы цеолитов, среди которых наибольшей эффективностью обладает H-Beta-38, модифицированный бентонитом (связующее). Исследовано влияние условий реакции (давления водорода и температуры), природы растворителя, а также предшественника металла на конверсию изомеров цитраля и селективность образования ментолов. Высокий выход рацементола обеспечивается проведением реакции в циклогексане в присутствии Ni катализатора полученного из нитрата никеля при T=70°C и P_{H2}=10 атм.
Ключевые слова: ментол; цитраль; «one-pot» синтез; бифункциональный катализатор; влияние условий реакции.

Монолициклический спирт ментол является одним из наиболее важных, ценных и широко применяемых соединений в пищевой, фармацевтической, косметической и парфюмерной промышленности. Широкое применение данное вещество получило благодаря своим анальгезирующим, вкусовым, асептическим и другим важным свойствам. Натуральный ментол содержится в эфирных маслах растений семейства яснотковых, но количество натурального ментола является недостаточным для нужд промышленности, а традиционно применяемые каталитические методы получения из терпенов отличаются многостадийностью и образованием большого количества побочных продуктов. Поэтому актуальной задачей является разработка эффективного каскадного метода синтеза ментола [1-3]. Перспективным сырьем для синтеза является доступный терпен - цитраль, который может быть получен из отходов целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности (цитрусовые).

В ходе работы Ni катализаторы на основе различных прекурсоров были синтезированы и изучены различными физико-химическими методами (ПЭМ ВР, РФА, физадсорбции N_2, ТПВ, ТПД-NH_3, ИК-спектроскопии). Гидрирование цитраля (0.09М) проводили в автоклаве

на восстановленных 11%Ni катализаторах. Количественный анализ и идентификацию продуктов осуществляли методами ГЖХ и ГХ-МС.

Основными продуктами реакции гидрирования цитраля являются цитронеллаль, моноциклические изопулеголы и ментолы, а также ментены. В Таблице 1 представлены текстурные и кислотные свойства никелевых катализаторов, нанесенных на цеолиты ZSM-5, Бета-38, Y и USY. Найдено, что цеолит типа BEA обладает оптимальными кислотностью и удельной поверхностью, обеспечивающими почти полную конверсию цитраля и высокий выход ментола в ходе каскадного синтеза. В дальнейшем катализатор Ni/H-Бета-38 был подвержен модификации минеральной глиной – бентонитом, используемым в качестве связующего для получения Ni/H-Бета-38 в виде экструдатов для осуществления непрерывного синтеза ментола.

Таблица 1 - Текстурные свойства и кислотность носителей

Носитель	Удельная площадь поверхности ($м^2$ $г^{-1}$)	Объем пор ($см^3$ $г^{-1}$)	Кислотность (ммоль $NH_3 \cdot г^{-1}$)	SiO_2/Al_2O_3 (моль/моль)
H-ZSM-5	230	0,21	0,27	250
H-Beta	456	0,22	0,53	38
H-Y	550	0,45	-	5
H-USY	650	0,46	0,74	30

В качестве предшественника никеля были выбраны нитрат, хлорид, ацетат и сульфат никеля, первый из которых обеспечил наибольшую селективность по рацементолу и был выбран для дальнейших исследований.

Исследование влияния температуры в диапазоне T_1=60, 70, 80°C и P_{H2}=10 ати (Рисунок 1-1) показало, что для проведения синтеза ментола оптимальной температурой является 70°C, так как дальнейшее повышение температуры вызывало снижение селективности образования ментола, что может быть связано с более интенсивным образованием побочных продуктов. Изучено влияние давления водорода (P_{H2}=5, 8, 10 ати) на скорость гидрирования цитраля при 70°C. Выявлено, что увеличение давления до 10 ати приводит к почти полной конверсии изомеров цитраля и наибольшему выходу ментола (Рисунок 1-2). Для определения влияния растворителя были выбраны полярный этилацетат (Э) и неполярные циклогексан (Ц) и толуол (Т) (Рисунок 1-3). Установлено, что более быстрое превращение цитраля в ментол

наблюдается в Ц, что связано с большей растворимостью H_2 в Ц по сравнению с Т и Э (7,0 и 3,2, 3,5 ($\times 10^{-4}$ м.д.)), соответственно [4,5].

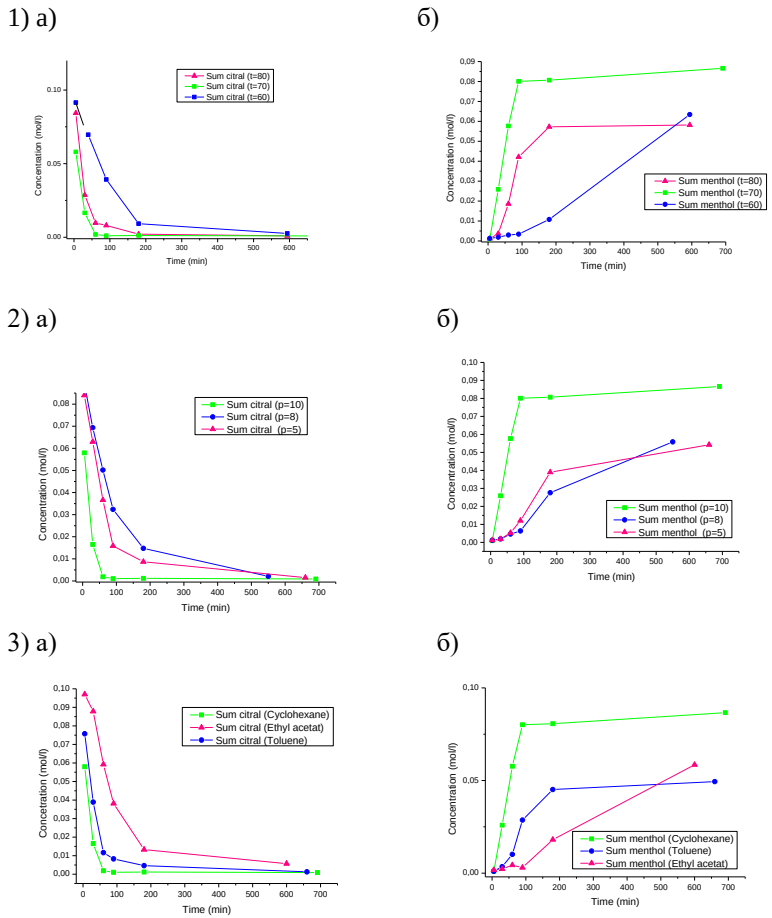


Рисунок 1 - Кинетические кривые а) превращения цитраля (*цис*- и *транс*-изомеров), б) образования изомеров ментола в присутствии Ni/(Н-Бета-38+бентонит): 1) влияние температуры (60-80°С), 2) влияние P_{H2} (5-10 ати), 3) влияние растворителя (Ц, Т, Э)

Таким образом, в результате проведенных исследований показана перспективность «one-pot» синтеза рацементола из цитраля в присутствии катализатора Ni/(Н-Бета-38+бентонит), полученного из

нитрата никеля. Найдено, что гидрирование цитраля в циклогексане при T=70ºC и P_{H2}=10 обеспечивает высокий выход ментола ~75%. Состав катализатора позволит формовать его в виде экструдатов для синтеза ментола в проточном реакторе в непрерывном режиме.

Список литературы

1. Cortes, C. B.; Galvan, V. T.; Pedro, S. S.; Garcia, T. V. One pot Synthesis of Menthol from (±)-Citronellal on Nickel Sulfated Zirconia Catalysts. Catal. Today 2011, 172, 21-26.
2. Deliy I.V., Danilova I.G., Simakova I.L., Zaccheria F., Ravasio N., Psaro R. Tuning Selectivity through the Support in the Hydrogenation of Citral over Copper Catalysts // Catalysis of Organic Reactions: 22nd Conference, Chem. Ind. - Boca Raton, Florida, 2009. - Vol. 123. - P. 87-92.
3. Negoi, A.; Teinz, K.; Kemnitz, E.; Wuttke, S.; Parvulescu, V. I.; Coman, S. M. Bifunctional Nanoscopic Catalysts for the One-Pot Synthesis of (±)-Menthol from Citral. Topics in Catalysis 2012, 55(7), 680-687.
4. Brunner, E. Solubility of Hydrogen in 10 Organic Solvents at 298.15, 323.15, and 373.15 K. J. Chem. Eng. Data 1985, 30, 269-273.
5. Toukoniitty, E.; Maki-Arvela, P.; Kuusisto, J.; Nieminen, V.; Paivarinta, J.; Hotokka, M.; Salmi, T.; Murzin, D. Yu. J. Mol. Catal. 2003, 192, 135-151.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЖИДКОСТЬ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ

М.Е.Кравцов, В.В. Тропникова
ГАПОУ НСО «Новосибирский медицинский колледж»
kravzovnouhau2016@gmail.com

Современные методы лабораторной диагностики получают широкое распространение. Варианты использования биологической жидкости для определения патологий различны. Исследуются кровь, моча, слюна и другие. Одним из востребованных, как альтернатива анализу крови, становится анализ слюны. Рассмотрены преимущества использования слюны как биологической жидкости. Определены химические компоненты состава слюны. Выделены химические методы анализа, используемые в лабораториях. Сделан вывод об эффективности лабораторной диагностики анализа слюны за счет возможности и информативности ее диагностического статуса.

Ключевые слова: биологическая жидкость, слюна, лабораторная диагностика, химические элементы, химические методы

Использование биологической жидкости – слюны, для анализа различных молекул и биомаркеров изучалось длительное время. Прорыв в разработке идеи был сделан независимо несколькими группами исследователей в 1980-90-е годы [1; 2; 3]. Исследования анализа слюны в качестве альтернативы крови связаны с потенциалом данной биологической жидкости для медицинских исследований и диагностики заболеваний. Известно, что слюна состоит на 99,5% из воды, содержит неорганические вещества (ионы Na, K, Cl, Ca, Mg и многие другие), органические вещества (иммуноглобулины, мочевину, мочевую кислоту, ферменты), различные эпителиальные клетки, лимфоциты, гормоны [4]. Данные обширные диагностические характеристики используются для исследования патологий. Так, возможности современных лабораторных методов исследований слюны позволяют расширить генетические исследования с выявлением патологий, дегенеративные заболевания до их клинического проявления (болезнь Альцгеймера и другие), стоматологические заболевания, туберкулезную инфекцию, гастродуоденальные изменения, эндокринный статус больных, выявить проблемы и заболевания в отоларингологии и практической гинекологии. Значимыми в диагностических исследованиях являются выявленная роль параметров слюны в механизмах антиоксидантной защиты. Например, за счет суточных колебаний каталазы и других ферментов; изменения количества свободных радикалов при стрессовых состояниях.

Достоверным и современным методом является анализ свободных гормонов в слюне. Преимуществами исследований является отсутствие необходимости в специальной подготовке к исследованию и возможность проведения в домашних условиях, высокая точность и специфичность исследования. Результатом анализа является оценка уровня гормонов в организме – эстрадиола, тестостерона, кортизола, пролактина и других, что диагностирует различные состояния больного, а также позволяет мониторить гормональные изменения, например, в период беременности, контролировать эффективность лечения.

В лабораторной диагностике практикуются различные химические методы: с использование ультрафиолетового света, кварцевых трубок высокой интенсивности, жидкостной хроматографии, тандемной масс-спектрометрии и др. Отметим, что первый «точечный» тест,

предложенный для идентификации слюны, был основан на обнаружении альфа-амилазы, секретируемой околоушными железами и ответственными за ферментативный катализ разрушения связей в полиглюкановых цепях, составляющих определенные продукты; затем широкое распространение получил крахмал-йодный тест, разработанный У.Робертсом, при котором образец крахмала, окрашенный в синий цвет йодом, тускнеет при контакте с образцом слюны. Альфа-амилаза действует на крахмал, разрушает его, и краситель растворяется [5]. Часто используемый тест для идентификации слюны - на основе реагентов, проводят в контакте с жидким образцом в пробирке, с помощью спектрофотометра измеряют интенсивность окраски жидкой фазы. Тесты основаны на микросферах крахмала, синтетическом биохимическом субстрате, химически сшитом красителе.

При определении антител (иммуноглобулинов) в слюне существует несколько способов. Один из них - иммунохроматографический анализ (ИХА). Этот качественный анализ основан на принципе связывания антител (антигена) с определённым белком, нанесённым на бумажный или пластиковый носитель. Процедура ИХА включает в себя следующие шаги: 1. Получение образца слюны. Образец слюны может быть легко и безболезненно собран в контейнере или на специальной салфетке. 2. Обработка образца. Образец слюны смешивается с раствором, содержащим белки, связывающиеся с антителами. Эта смесь затем наносится на бумажный или пластиковый носитель. 3. Результат. Если в слюне присутствуют антитела, они связываются с нанесённым белком и образуется комплекс. Затем, на основе химической реакции, визуально определяется наличие или отсутствие комплекса. Этот метод является довольно простым и быстрым для проведения, но есть ограничения, например, он может давать ложноотрицательный результат, если количество антител недостаточно высоко. В практике исследования метод ИХА широко использовался для выявления белков вируса, например, короновирусной инфекции. Химическая реакция, которая протекает в этом методе, может быть представлена следующим образом: Антитело-фермент + комплекс антитело-антиген -> отсутствие ферментной активности, где Антитело-фермент - это комплекс, содержащий фермент, связанный с антителом, специфически связывающим антиген; комплекс антитело-антиген - это комплекс, образованный при инкубации избытка антител с белком (антигеном), который должен был быть определен; отсутствие ферментной активности означает, что антитело было связано с белком и блокировало ферментную активность.

В медицинском колледже при смешанном обучении были использованы «в качестве дополнительных материалов» ресурсы МООК по общей химии и аналитической химии, для углубленного понимания характеристик химических соединений [6, С.52; 7]. Практические лабораторные работы позволили: 1. Определить pH слюны, принцип метода был основан на изменении физико-химических свойств индикаторной бумаги с использованием индикаторной полоски и сравнении окраски со шкалой pH. 2. Провести качественную реакцию на альфа-амилазу слюнных желез, являющуюся кальций зависимым ферментом. Принцип был основан на способности гидролизовать полисахаридную цепь – длинноцепочечного углевода крахмала. Происходит расщепление субстрата и появление дисахарида мальтозы. Химизм реакции в данном случае: $(C_6H_{10}O_5)_n + H_2O \rightarrow$ декстрины$+ H_2O_m$ (мальтоза).

Вывод. Современные методы лабораторной диагностики позволяют использовать различные биологические жидкости [8]. Эффективность использования слюны для исследований состояния организма подтверждена диагностической практикой.

Список литературы

1. Шлезингер Д.Х., Хэй Д.И Полная ковалентная структура богатого пролином фосфопротеина, PRP-2, ингибитора роста кристаллов фосфата кальция из слюны околоушной железы человека.International Journal peptide and protein research. 1986. - 27 (4): 373-9. doi: 10.1111/j.1399-3011.1986.tb01030.x.

2. Mandel I. D., Thompson Jr R. H., Ellison S. A. Studies on the mucoproteins of human parotid saliva //Archives of Oral Biology. – 1965. – Т. 10. – №. 3. – С. 499-507.

3. Ларсен М.Дж., Бруун С. Эмаль/слюна — неорганические химические реакции. Под редакцией: Тилструп А., Фейерсков О., редакторы. Учебник кариологии. Копенгаген (Дания): Мунксгаард. 1986. - с. 181–203.

4. Турлак И.В. Слюна – основные направления исследования ее свойств // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 4. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=29934 (дата обращения: 26.04.2023).

5. Doménech-Carbó, M. T., Doménech-Carbó, A. Spot tests: past and present. Chemtexts, 2022. - 8(1), 4. URL: https://doi.org/10.1007/s40828-021-00152-z (дата обращения: 26.04.2023).

6. Тропникова В.В. Смешанное обучение: вопросы проектирования для дисциплины «Химия»// Среднее профессиональное образование. - 2021. - № 6. – С.51-53.
7. Тропникова В.В. Ресурсы МООК: интеграция в модель смешанного обучения// Химия в школе. – 2021. - № 6. - С.29-31.
8. Перогамврос, И., Оуэн, Л., Ньюэлл-Прайс, Дж., Рэй, Д.У., Тренер, П.Дж., Кивил, Б.Г. Одновременное измерение кортизола и кортизона в слюне человека с использованием жидкостной хроматографии и тандемной масс-спектрометрии: применение в базальных и стимулированных условиях// Хроматограф. - 2009. - 877. - С. 3771–3775.

ЛАБОРАТОРНАЯ СЛУЖБА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

С.А.Майорова, В.В. Тропникова
Новосибирский медицинский колледж
sf_maiorova.23@mail.ru

Рассмотрена проблема развития лабораторной диагностики как ключевого компонента системы здравоохранения. Показаны основные задачи лабораторной службы, связанные с обеспечения воспроизводимости и сопоставимости результатов исследований. Сделана попытка рассмотреть вопросы эффективности работы лабораторной службы, связанные с увеличением объемов и качества лабораторных исследований. Сделан вывод, что перспективы развития лабораторной службы связаны государственным регулированием вопросов аттестации контрольных материалов для лабораторных исследований.

Ключевые слова: лабораторная служба, Госстандарт, лабораторные исследования.

Лабораторная служба (ЛС) в Российской Федерации обеспечивает запросы врачей в необходимых исследованиях. Структура ЛС: - клинические диагностические лаборатории общего типа, - экспресс-лаборатории для экстренных исследований в ургентной практике; - специализированные лаборатории для сложных исследований. В лабораториях службы проводят лабораторную диагностику (ЛД), включающую совокупность химических и аналитических методов,

направленных на анализ исследуемого материла на специализированном оборудовании. Отметим, что увеличение количества лабораторий и пунктов приема медицинских анализов в динамике показало рост на 57,5% в 2022 г. по сравнению с 2019 г. и составило 5871 ед. [1].

Продажа диагностических реагентов (см. рис. 1) неинфекционного направления для количественных методов исследований (биохимические, гормональные исследования) и инфекционного направления для диагностики качественных исследований (инфекции вирусной этиологии и вызванные микроорганизмами) в РФ в динамике свидетельствует о росте с 2016 г. по 2019 г. на 14,5%. Увеличено количество лабораторных исследований с 272,2 млн.руб. до 279,7 млн.руб. За 2018-2022 гг. в РФ увеличилась численность потребителей услуг лабораторной диагностики с 104,7 % до 117,4 млн. человек, то есть на 12% [2]. Фактором, влияющим на увеличение объемов исследований в 2020 г., стала заболеваемость коронавирусной инфекцией.

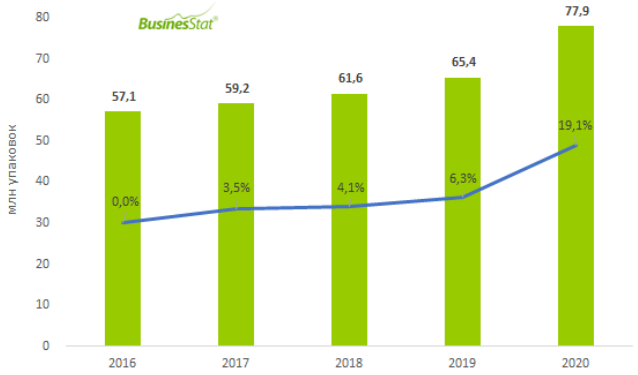


Рисунок 1 – Динамика продажа диагностических реагентов в РФ [1]

С 2022 г. произошло смещение спроса пациентов с исследований наличия «ковида» на традиционные лабораторные исследования.

Статистические данные свидетельствуют о том, что «служба лабораторной диагностики является ключевым компонентом системы здравоохранения Российской Федерации»[3]. Подготовка специалистов системы среднего профессионального образования по направлению «Лабораторная диагностика», владеющих профессиональными компетенциями химической направленности приобретает важное

значение. «На фоне возрастающих запросов на объемы, доступность и качество лабораторных исследований, особую важность приобретают вопросы эффективной организации службы» [3]. По данным аналитиков поставки анализаторов за 2022 г. увеличились по сравнению с 2021 г. на 3,3%, составили 6,5 тыс. ед.[4]. Максимальный прирост пунктов приема медицинских анализов в 2022 г. относительно 2019 г. зафиксирован в Москве, Санкт-Петербурге, Воронеже.

Современный арсенал клинической лабораторной диагностики включает более 1,5 тыс. видов лабораторных исследований [5; 6]. Благодаря лабораторным исследованиям возможно определить объективное физиологическое состояние по биохимическим показателям на молекулярном и клеточном уровне как организма в целом, так и конкретного органа. Диагностические мероприятия помогают врачам осуществлять контроль и эффективность лечения. Лабораторные показатели могут быть получены несколькими методиками (различия в технических средствах, аналитических методах, реагентах). Мировой опыт свидетельствует, что проблемой обеспечения «воспроизводимости и сопоставимости результатов лабораторных исследований» является «не проведение проверки средств измерений»[6], а «ежедневное в каждой серии исследований измерение характеристик контрольных образцов и на основании этого с применением статистических правил устанавливается, изменились ли точностные характеристики аналитической системы или нет»[6]. При лабораторных цитологических и гистологических исследованиях образцов ткани особенностями исследований являются структурные особенности тканей, клеток и их компонентов. Стандартизация в целях повышения достоверности предусматривает установление требований к применяемым диагностическим реагентам. Основной проблемой является различия в специфических свойствах реагентов у конкретных изготовителей. При применении реагентов разных производителей может быть получен разный результат[7]. Так, например, студентка 1 курса гр.ЛТ медицинского колледжа сдавала анализ ТТГ в один день в поликлинике по месту жительства и на платной основе в «Инвитро». Бали получены различные результаты ТТГ: в поликлинике по месту жительства – 9,3; в Инвитро - 6,1 . Обратившись в «Инвитро» по вопросу различий в результатах анализа и с целью возврата потраченных средств, специалистами «Инвитро» разъяснено, что данное расхождение в результатах анализа возможно, при использовании разных методик и реагентов от разных производителей.

Одно из решений данных проблем возможно при предоставлении сведений производителями, при различных методиках, используемых в

лабораториях, подготовки биологического материала и дальнейшего применения реагентов для хромогенного метода (например, реагента А2 для анализа активности антитромбина III, субстрата Th-1 для анализа Technocrom AT III), реагентов для флуогогенного метода, красящих веществ, антител, флюорохромов и других различных реагентов в целях получения воспроизводимых и достоверных результатов и диагностической информации. Государственный контроль необходимо осуществлять специалистами Госстандарта.

Вывод. Лабораторные исследования и диагностические мероприятия являются неотъемлемой частью системы здравоохранения. Специалисты системы СПО по направлению «Лабораторная диагностика» должны обладать знаниями фундаментальной дисциплине «Химия» для понимания молекулярного уровня диагностики. Перспективы развития лабораторной службы связаны с необходимостью дальнейшего госрегулирования специалистами Госстандарта аттестации эталонов, контрольных материалов для проведения достоверных и воспроизводимых лабораторных исследований.

Список литературы

1. Медтехпортал URL: https://goo-gl.me/SvrlA (дата обращения: 31.03.2023).
2. Анализ рынка лабораторной диагностики в России в 2018-2022 гг, прогноз на 2023-2027 гг в условиях санкций. 2023. 102 с. URL: https://marketing.rbc.ru/research/28053/ (дата обращения: 31.03.2023).
3. Гольдберг А.С. Организация служб лабораторной диагностики в России – текущий статус и перспективы развития // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н. А. Семашко. 2022. №1-2. С.26-35.
4. Лабораторная диагностика (рынок России) URL: https://goo-gl.me/258lh (дата обращения: 31.03.2023).
5. Приказ Минздрава РФ от 21 февраля 2000 г. N 64 "Об утверждении номенклатуры клинических лабораторных исследований".
6. Долгов В. В. К дискуссии по статье А. В. Эмануэля и соавт. "практика разработки и внедрения систем менеджмента качества в медицинских учреждениях" // Клиническая лабораторная диагностика. 2013. №4. С.52-53.
7. Меньшиков В. В. Обеспечение аналитической достоверности результатов цитологических исследований: требования к реагентам // Клиническая лабораторная диагностика. 2013. №4. С.53-54.

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В АПК

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Агафонов, А.В. Пчельников, В.Н. Хрянин
Новосибирский государственный аграрный университет
pchelaleksandr@mail.ru

В статье представлено описание сферы применения наноматериалов. Указано, что одно из перспективных направлений - применение наноматериалов в агропромышленном комплексе. Применение наномодифицированных покрытий для защиты металлоконструкций техники и оборудования сельскохозяйственного назначения перспективно в плане обеспечения долговечной защиты.
Ключевые слова: наноматериалы, агропромышленный комплекс, композиционные материалы, лакокрасочные покрытия.

Основные открытия, предсказываемые в области нанотехнологий, пока не сделаны, тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных достижений позволяет относить ее к высоким технологиям [1,2].

Расчеты показывают, что использование нанотехнологий может повысить основные характеристики полупроводниковых вычислительных и запоминающих устройств. Однако нанотехнологию не стоит сводить только к локальному революционному прорыву в указанных областях (электроника, информационные технологии). Уже сейчас в нанотехнологии получен ряд исключительно важных результатов, позволяющих надеяться на существенный прогресс в развитии многих других направлений науки и техники (медицина и биология, химия, экология, энергетика, механика и т.п.) [1].

Нанотехнология - это совокупность технологических методов, применяемых для изучения, проектирования и производства материалов, устройств и систем, включая целенаправленный контроль и управление строением, химическим составом и взаимодействием составляющих их отдельных элементов нанодиапазона [1,2].

Материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, высокопрочные и при этом легкие, устойчивые к износу, давлению и различным видам излучения, нужны для развития практически всех отраслей. Например, в судо- и машиностроении востребованы легкие и износостойкие материалы, необходимые для создания элементов обшивки конструкций. Ведутся разработки для авиационной и автомобильной промышленности, нацеленные на уменьшение веса деталей при одновременном сохранении прочности корпуса и его частей, снижения расхода топлива, улучшения качества автомобильных красок и масел. Решить перечисленные задачи возможно за счет создания углеродных наноматериалов - наноалмазов, углеродных нанотрубок (УНТ) и фуллеренов [1,2].

Основными направлениями использования нанотехнологий и наноматериалов в агропромышленном комплексе являются [3,4].

- биотехнология и генная инженерия;
- производство, хранение и переработка сельскохозяйственной продукции;
- агроинженерия;
- экология.

Эффективное внедрение наноразработок предполагает:

- интенсификацию сельскохозяйственного производства и повышение конкурентоспособности отечественных продуктов питания;
- увеличение выхода сельскохозяйственной продукции;
- снижение износа техники;
- биологизацию земледелия.

Нанотехнологии используются для снижения интенсивности изнашивания, повышении задиростойкости трущихся поверхностей и интенсификации процессов образования защитных пленок в период приработки после изготовления или ремонта изделия. Использование нанотехнологий имеет ряд достоинств [1-4]:

– автоматизация процесса;

– небольшие затраты расходных материалов и электроэнергии;

– стабильно высокое качество покрытия;

– высокая экономическая эффективность и др.

Использование наноматериалов в упрочняющих покрытиях имеет следующие преимущества:

– уменьшение износа материала;

– увеличение твердости, жесткости и пластичности материала, срока службы материала;

– небольшие затраты расходных материалов;

– высокая экономическая эффективность.

При использовании наноматериалов открываются возможности управления давно известными веществами с усилением определенного качества в сторону, необходимую производителю. Последний аспект как раз полезен для лакокрасочной промышленности.

В частности, интерес представляют покрытия повышенной механической прочности, водоотталкивающие покрытия, улучшенные с помощью наночастиц кремния, внедренных в лакокрасочные материалы. Наночастицы закупоривают мельчайшие отверстия в поверхности и не дают молекулам воды проникнуть в нее, а также повышают прочность связей между молекулами самого покрытия. Добавление диоксида титана еще и позволяет покрытию самоочищаться от инородных элементов. Подобные покрытия могут наноситься на любые поверхности, включая металлические [3,4].

Таким образом, применение наномодифицированных лакокрасочных покрытий для техники и оборудования сельскохозяйственного назначения позволит обеспечить надежную противокоррозионную защиту металлических поверхностей для агрессивных условий эксплуатации агропромышленного комплекса.

Список литературы

1. Шевченко, В.Я. Белая книга по нанотехнологиям / В.Я. Шевченко. М.: ЛИ, 2008. – 344с.
2. Королев, Е. В. Нанотехнология в строительном материаловедении. Анализ состояния и достижений. Пути развития / Е. В. Королев // Строительные материалы. – 2014. – № 11. – С. 47.
3. Исследование влияния мелкодисперсных порошковых материалов на свойства защитных покрытий машин АПК / А. П. Пичугин, А. П. Илясов, А. В. Пчельников [и др.] // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2021. – № 7. – С. 36-40. – DOI 10.31044/1684-2561-2021-0-7-36-40. – EDN KORRXT.
4. Роль нанодобавок в формировании прочного контактного слоя защитных покрытий / А. В. Пчельников, А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков, О. Е. Смирнова // Строительные материалы. – 2022. – № 7. – С. 45-50. – DOI 10.31659/0585-430X-2022-804-7-45-50. – EDN BCJOSY.

ВКЛАД РУССКИХ УЧЕНЫХ В РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ НАУКИ

Ю.Д. Белова, Л.А. Литвина
Новосибирский государственный аграрный университет
uni01@ngs.ru

Во время обучения по школьной программе мы узнали много ученых с мировыми именами, но среди них были преимущественно французы, немцы, англичане. Об отечественных ученых мы узнали очень мало, о многих в первые услышали лишь, обучаясь в университете. Поэтому я считаю, что рассмотреть биографию этих ученых, привлечь к ним внимание и восхититься их работами, которые имели огромное значение в развитие мировой науки очень актуально.
Ключевые слова: ученые, наука, мировые ученые.

Цель: познакомится с биографиями русских ученых, внесших огромный вклад в развитие мировой науки.

Задачи: В качестве задач мы выбрали несколько имен: Виноградский С.Н., Ивановский Д.И., Мечников И.И., Гамалея Н.Ф, Ермольева З.В.

Большой вклад в развитии мировой науки внесли многие наши русский ученые, но, к сожалению, не все удостоились мировой славы и нобелевской премии. Сегодня мы поговорим о некоторых из них.

Андреевкий Степан Семенович (1760-1818). Собственным самозаражением во время экспедиции в Зауралье (1786—1789), доказал заразную и зоонозную природу сибирской язвы, что показало передачу этой болезни от животных к человеку. Это открытие имело огромное значение для науки. Он самостоятельно провел эксперимент, который опередил выводы зарубежных ученых Ричарда Коха и Луи Пастера, которые в 1876-1877 годах сообщили о способах культивирования бациллы антракса [4]. После этого началось всестороннее экспериментальное изучение сибирской язвы. Вместе с Жуковским молодые врачи разработали меры предотвращения распространения болезни. Они активно просвещали своих современников о характере инфекции, которая оказалась на редкость живучей, не боясь ни вечной мерзлоты, ни кипячения. Благодаря им удалось предотвратить массовое распространение эпидемии.

Мечников И.И. (1845-1916). Зоолог по образованию стал одним из основоположников фагоцитарной, или клеточной, теории иммунитета. Установил, что белые кровяные тельца — лейкоциты — захватывают и пожирают микробов, проникших в ткани человеческого организма. Клетки, пожирающие микробов, назвал фагоцитами. Заложил основы

клеточной иммунологии, доказал, что синтезируются тела. Показал, что фагоцитарные клетки играют важную роль в антитоксическом иммунитете; макрофаги, способные поглощать токсины, могут сами активно вырабатывать антитоксические вещества. К числу классических работ по микробиологии относятся его совместные с Э.Ру исследования по сифилису. К числу важнейших работ в области медицинской микробиологии относятся исследования патогенеза холеры и биологии холероподобных вибрионов, сифилиса, туберкулеза, возвратного тифа. Является основоположником учения о микробном антагонизме, послужившем основой для развития науки об антибиотикотерапии. Он организовал первую в России бактериологическую лабораторию [4].

Виноградский Сергей Николаевич (1856-1953). В 1887-1888 годах открыл хемосинтез: возможность получения энергии за счет окисления сероводорода и использования ее для ассимиляции углекислого газа, что стало настоящим прорывом в микробиологии и обеспечило ученому мировое признание. Экспериментальным путем выделить культуры бактерий-нитрификаторов. Доказал, что углерод для строения клеточного вещества может быть получен только фиксацией углекислого газа. В 1895 году выделил первую азотфиксирующую бактерию Clostridium pasterianum. С 1902 по 1905 в Санкт- Петербурге занимался изучением опасных инфекций, в частности чумы [3]. Является основоположником экологического направления микробиологии, связанного с изучением роли микроорганизмов в природных условиях и участием их в круговороте веществ в природе.

Гамалея Николай Федорович (1859-1949). Выдающийся русский микробиолог, в 1886 г., совместно с Мечниковым и Бардахом основал первую в России бактериологическую станцию, где изготавливалась антирабическая вакцина и проводилась вакцинация людей против бешенства. Наряду с Д.И. Ивановским, Гамалея является основоположником современной вирусологии. Ещё в 1886, изучая чуму рогатого скота, он доказал, что она вызывается фильтрующимся вирусом. Первый в мире открыл существование бактериофагов; ему принадлежит открытие «химических вакцин». Он первый ввёл в России прививки против бешенства, усовершенствовав пастеровский метод прививок. Огромны заслуги Гамалеи и в борьбе с оспой. При его участии впервые было введено всеобщее оспопрививание в Петрограде в 1918 году; этот опыт был затем распространён на всю страну. Он первым обосновал значение дезинсекции для ликвидации паразитарных тифов, разработал метод неспецифической профилактики гриппа, сделал крупный вклад в учение об изменчивости микробов. Также он

разработал способ борьбы с крысами как переносчиками чумы; разработал способ борьбы с холерой человека путём упорядочения водоснабжения и канализации [1].

Ивановский Дмитрий Иосифович (1864-1920). Являясь ученым ботаником именно, его публикация в журнале «Сельское хозяйство и лесоводство» статьи «О двух болезнях табака» в 1892 году можно считать дала отсчет вирусологии как науки. В 1901 году в Варшаве он открывает новый способ фильтрации, который позволяет ему сформулировать теорию особых инфекционных заболеваний, возбудители которых имеют живую и организованную структуру. В 1935 году была обнаружена особенность вируса мозаики табака существовать в кристаллическом виде. Именно тогда эти кристаллы были названы именем Ивановского.

Ермольева Зинаида Виссарионовна (1898 – 1974). Создательница первого отечественного антибиотика. Открытие антибиотиков и в первую очередь пенициллина – это достижение имеет огромное значение для человечества. Вместе с другими учеными она стояла у истоков медицинской бактериохимии и изучения антибиотиков в нашей стране. Важнейшее направлений её научной деятельности является изучение холеры. Исследуя морфологию и биологию холерных и холероподобных вибрионов, она предложила новый метод дифференциальной диагностики этих микроорганизмов. В 1942 году был выделен первый отечественный пенициллин — крустозин. Уже в 1943 г. лаборатория начала готовить пенициллин для клинических испытаний. В 1960 г. впервые в нашей стране получила противовирусный препарат интерферон. Более 30 лет жизни (1942—1974) Зинаида Виссарионовна посвятила изучению антибиотиков. Позже под руководством З. В. Ермольевой были созданы и внедрены в производство многие новые антибиотики и их лекарственные формы [2].

Таким образом русские ученые явились основоположниками многих направлений в биологической науке. Из них только Мечников удостоился нобелевской премии. Хотя все они достойны признания и наград.

Список литературы

1. «Во имя человечества. История российской медицины»: Николай Фёдорович Гамалея // Российское историческое общество URL: https://historyrussia.org/sobytiya/vo-imya-chelovechestva-istoriya-rossijskoj-meditsiny-nikolaj-fjodorovich-gamaleya.html (дата обращения: 01.05.2023).

2. Зинаида Виссарионовна Ермольева — создатель первого отечественного антибиотика // РМАНПО URL: https://rmapo.ru/history/228-zinaida-vissarionovna-ermoleva-sozdatel-pervogo-otechestvennogo-antibiotika.html#:~:text=Зинаида%20Виссарионовна%20Ермольева%20—%20создатель%20первого%20отечественного%20антибиотика (дата обращения: 02.05.2023).
3. Сергей Николаевич Виноградски. // Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины Северо-Западного отделения РАМН. URL: http://www.iemrams.spb.ru/russian/director/vinogradski.htm (дата обращения: 01.05.2023).
4. Шлегель Г.Г. История микробиологии. - Пер. с нем. изд. - М: Стереотип, 2020. - 304 с. ISBN 978-5-354-01662-4.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С.А. Гаврюк, С.В. Иванова, А.Ю. Андронов
Новосибирский государственный аграрный университет
andronov87@bk.ru

Данная публикация посвящена изучению информационных технологий и рассмотрению их применения в сельскохозяйственном производстве.
Ключевые слова: информационные технологии, сельское хозяйство, агропромышленная сфера, эффективность

Сельское хозяйство и сельскохозяйственное производство является основой пищевой безопасности и постоянного экономического роста во многих странах мира. Развитие информационных технологий (ИТ) в сельском хозяйстве в последние годы стало актуальной темой, поскольку они помогают фермерам и аграрным компаниям повышать производительность, сокращать издержки и управлять ресурсами более рационально. В настоящее время данный процесс, как и любая другая область аграрной индустрии, сталкивается с острыми проблемами в сфере информационного обеспечения, потому как сельское хозяйство стало крайне технологичным. Развитие информационных технологий позволяет значительно повысить качество и эффективность деятельности в сельском хозяйстве. В данной работе рассматриваются виды и проблемы информационного обеспечения в сельском хозяйстве, предлагается объект исследования, рассматривается новизна

результатов, область их применения и достигнутый уровень процесса исследования.

Объектом данного исследования является процесс информационного обеспечения в растениеводстве.

Выделяют различные виды информационного обеспечения отрасли сельского хозяйства:

1. Технологии управления информацией, основная функция которых – сбор, обработка, хранение и передача информации фермерам и аграрным компаниям. Такие технологии включают инструменты управления урожаем, учет прироста скота, планирование производства и другие.

2. Технологии GPS, позволяющие сельхозтоваропроизводителям контролировать поля и отслеживать грузоперевозки, определять точность навигации и управлять ресурсами производства. Подобные технологии используются и для контроля орошения, удобрения, а также уменьшения затрат на топливо.

3. Технологии роботизации – которые становятся все более популярными в сельском хозяйстве, поскольку позволяют производителям сельхозпродукции сократить ручной труд и автоматизировать производственные процессы. Роботы могут использоваться для посадки и уборки сельскохозяйственных культур, поддержания полей и иных задач.

4. Технологии дистанционного мониторинга – такие как датчики и дроны, используются для контроля качества воздуха и воды, проверки земельных участков и сбора данных об агрокультурах. Они также могут помочь фермерам увеличить производительность труда и сократить издержки.

5. Технологии умного земледелия, использующиеся для определения потребностей растений в удобрениях и воде, отслеживания погодных условий и прочее. Эти технологии заменяют традиционные методы управления землей и при этом повышают прибыль производителей продукции сельского хозяйства. [1]

Но существует ряд проблем, которые затрудняют процесс результативного использования информационных технологий в области сельского хозяйства, в список которых входят:

1. Недостаточная информированность аграрных производителей о возможностях применения информационных технологий в сельском хозяйстве.

2. Ограниченный доступ к информационным технологиям в регионах с низким уровнем развития сельского хозяйства.

3. Высокие затраты на приобретение и внедрение современных информационных технологий в сельское хозяйство.

4. Неподготовленность сельхозпроизводителей к использованию информационных технологий в своей деятельности.

5. Отсутствие единой базы данных по сельскому хозяйству, затрудняющее принятие оперативных решений в течение сезона. [2]

Перечень вышеперечисленных сложностей приводит к тому, что сельскохозяйственные производители не используют все возможности для увеличения качества и количества урожая, не учитывают новые решения и методы, не развивают свой бизнес, а, следовательно, не получают максимальную прибыль.

Применение ИТ в сельском хозяйстве имеет также несколько преимуществ, которые помогают повысить производительность и сократить затраты. К ним относятся:

– Увеличение производительности труда.

– Сокращение расходов на топливо и снижение затрат на уборку урожая.

– Выявление потенциальных проблем и усовершенствование агрокультуры.

– Увеличение точности ведения документации, включая учет прироста скота и другое.

– Уменьшение рисков, связанных с сохранением земли и водных ресурсов.

Результаты данного исследования показали, что информационное обеспечение в сельском хозяйстве является важным аспектом повышения эффективности сельского хозяйства. На сегодняшний день научно-технический прогресс привлекает многих производителей к использованию новых информационных технологий.

Также можно отметить, что результаты проведённого исследования могут быть использованы в сельскохозяйственном секторе с целью повышения продуктивного использования информационных технологий. Таким образом, полученные результаты способны помочь сельхозтоваропроизводителям сократить затраты на внедрение новых информационных технологий и увеличить эффективность производства сельскохозяйственной продукции.

В заключение, информационное обеспечение в сельском хозяйстве является одним из ключевых показателей продуктивности сельского хозяйства. Необходимо дальнейшее развитие информационных технологий и их активное использование в сельском хозяйстве для повышения производительности, обеспечения качественной продукции и повышения доходов производителей.

Список литературы
1. Tadviser. ИТ в агропромышленном комплексе России, 2022. [Электронный ресурс] – режим доступа: https://www.tadviser.ru/a/355086 (дата обращения: 01.05.2023)
2. Семин А.Н., Кислицкий М.М., Агнаева И.Ю., Ворона В.Ю. Отечественный опыт формирования локального уровня сельской экономики средствами цифровых технологий // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2018. № 6. С. 73-85.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ АПК В ЦИФРАХ

О.А. Желудова, И.А. Севастеева
Новосибирский государственный аграрный университет
isevasteeva@yandex.ru

В статье дана оценка экспортной продукции в динамике с 2010 по 2022 год, также представлена структура российского экспорта. В работе приведен анализ политики импортозамещения в Российской Федерации, поскольку именно сегодня этот вопрос стоит особо остро. На основе данных Федеральной службы государственной статистики была составлена и проанализирована диаграмма производства основных видов импортозамещающих пищевых продуктов в РФ.
Ключевые слова: экспорт, импортозамещение, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство, агротехника, зерновые и масличные культуры, производство импортозамещающих продуктов

В современной России назрела необходимость наращивания собственного производства продукции для стабилизации экономики, а также для замещения товаров, которые попали в списки санкционных, и, конечно, для обеспечения продовольственной безопасности.

В настоящее время Российская Федерация находится на 17 месте в рейтинге основных мировых экспортеров продовольствия. В 2022 году экспорт сельхозпродукции составил 41,6 млрд $. По сравнению с 2010 годом поставки на внешние рынки выросли более чем в 5 раз (рис.1).

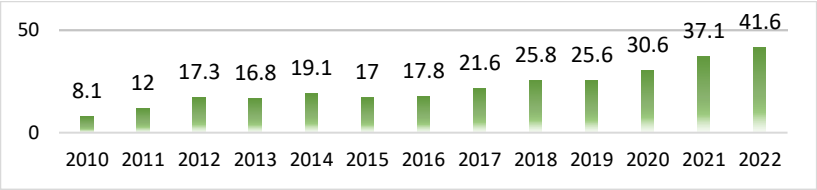


Рисунок 1 – Экспорт продукции АПК 2010 – 2022 гг. (млрд $) [1]

Чаще всего Россия продает за границу зерновую продукцию (32%), масложировую продукцию (22%) и прочую продукцию сельского хозяйства (15%), которые представлены на рисунке 2.

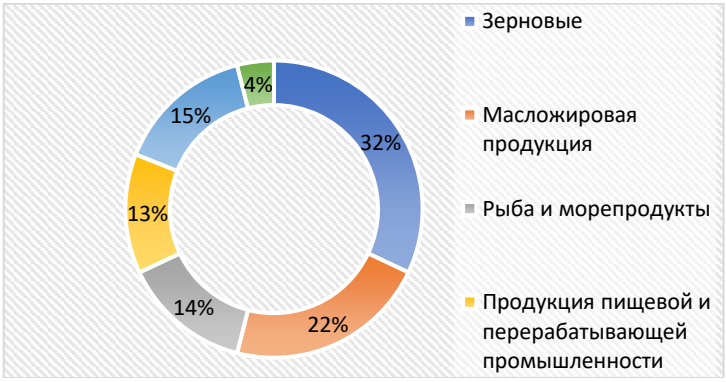


Рисунок 2 – Структура экспорта продукции АПК из России в 2022 году, % [1]

Крупнейшими покупателями продукции российского производства являются такие страны как Китай, Турция, ЕС и др. [1].

В августе 2022 году экспорт зерновых и зернобобовых культур составил 4,732 млн тонн. Это на 23% прошлогодних показателей (6,145 млн тонн). Если экспорт пшеницы был еще ниже уровня августа 2021 года на 23,3% (3,892 млн тонн), то вывоз ячменя и кукурузы, наоборот, вырос: до 715 (+41%) и 54,5 (+26%) тысяч тонн соответственно.

Понятие импортозамещения включает в себя два аспекта. Первый – замена ввозимой продукции отечественными аналогами. Второй – рост производства российской продукции до объемов, позволяющих экспортировать товары. Из-за ухода иностранных брендов с российского рынка акцент сейчас делается на первом аспекте.

В 2023 году 445,8 миллиарда рублей выделят на господдержку АПК, об этом сообщает Министерство сельского хозяйства России. Деньги

будут направлены по следующим направлениям: импортозамещение, комплексное развитие АПК и сельских территорий. По мнению экспертов, именно сельское хозяйство может стать драйвером развития российской экономики, при этом значимость агросектора будет только возрастать [3].

В России слабо развита селекционная деятельность. На рисунке 3 видно, что доля импортной селекции в общем объеме высеянных семян в 2022 году превышает отечественную долю практически по всем видам, за исключением озимой и яровой пшеницы, ярового ячменя, а также сои, доля которой превышает иностранную долю лишь на 1,6 %.

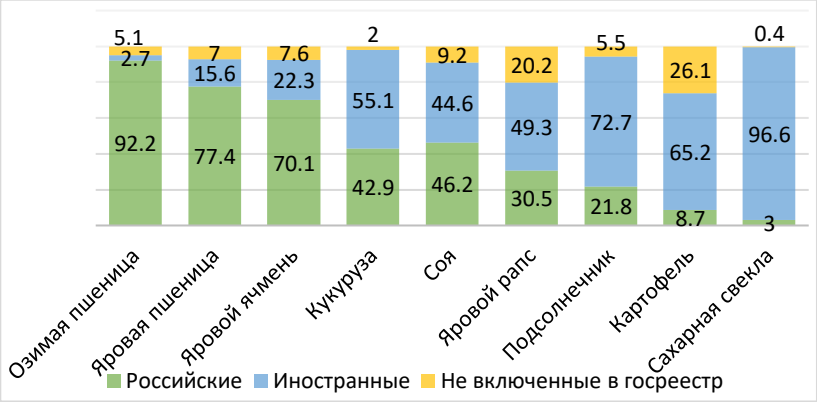


Рисунок 3 – Доля отечественной и импортной селекции в общем объеме высеянных семян в 2022 г. (к 30 марта), % [2]

На начало 2022 года в России насчитывалось около 100 отечественных производителей агротехники. Продукция этих компаний занимает около 50% рынка сельскохозяйственной техники. Однако в прошлом году увеличилась и закупка импортной техники, поэтому ее доля выросла до 49%, а доля российской упала на 7%.

Но даже при производстве отечественной техники используются зарубежные запчасти. В невозможности в краткие сроки наладить отечественное производство необходимых запчастей и полноцикличное создание техники, которые ранее закупались за рубежом, кроется основная проблема. Причем, как отмечают представители Торгово-промышленной палаты, в России наладить такое производство не удается уже достаточно давно. Например, если в СССР в год производили 170 тысяч тракторов, то сейчас — только 8 тысяч. Около

половины всех тракторов, комбайнов и подобной техники, срок эксплуатации которых 10 лет, уже устарело.

Закрытие для России западных рынков позволяет бизнесу выбрать среди десятков ниш для производства востребованных на рынке товаров. Проблемы политики импортозамещения в России, конечно, никуда не ушли. Жителям страны по-прежнему приходится сталкиваться с ростом цен, инфляцией и дефицитом качественных товаров. Однако вопросы производства отечественных продуктов питания, сельскохозяйственной техники постепенно решаются, в основном, благодаря принимаемым эффективным управленческим решениям. Для того чтобы не сократить в дальнейшем объем урожая, в России необходимо стимулировать селекционную деятельность и наладить производство отечественной техники.

Список литературы

1. Российский экспорт. [Электронный ресурс]. URL: https://aemcx.ru/export/rusexport/ (дата обращения 04.05.2023).
2. Растениеводство в России. [Электронный ресурс]. URL: https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rastenievodstvo-v-rossii-urozhay-2022-goda-importozameshchenie-statistika-po-eksportu/ (дата обращения 04.05.2023).
3. Реализация госпрограмм импортозамещения и комплексного развития. [Электронный ресурс]. URL: https://rynok-apk.ru/articles/plants/realizatsiya-gosprogramm-/ (дата обращения 29.04.2023).

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА СУШКИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ АПК

З.К. Зайналов, А.В. Пчельников, А.П. Ильясов
Новосибирский государственный аграрный университет
zainalovzafar@yandex.ru

В настоящей статье представлены результаты исследований влияния способов сушки на эксплуатационные показатели лакокрасочных покрытий. Определено, что инфракрасная сушка наиболее предпочтительна для получения долговечных лакокрасочных покрытий по показателям адгезия, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь, твердость, шероховатость и др.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, сельскохозяйственная техника, лакокрасочные покрытия, адгезия, твердость, диэлектрическая проницаемость, инфракрасная сушка, конвекционная сушка, естественная сушка, печная сушка

В представленном исследование были применены такие сушки как: естественная сушка, конвекционная сушка, инфракрасная сушка (ИКС), печная сушка. Данные виды сушки являются наиболее распространенными для лакокрасочных материалов [1,2].

По результатам исследования свойств лакокрасочных покрытий на основе распространенных эмалей применяемых для металлоконструкций АПК такие как Вика-60, Мл-1110, и ПФ-115, определено, что в зависимости от применяемого способа сушки изменяются значения показателей исследуемых свойств [2-4]: адгезионная прочность, твердость ЛКП, добротность ЛКП, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь и др. У всех исследованных эмалей адгезионная прочность покрытий возрастает в 2-3 раза при применении инфракрасной сушки.

В результате исследований, определено что при применение инфракрасной сушки у эмалей Вика-60 и Мл-1110 повышается адгезионная прочность в 2,5-3 раза в сравнение с другими видами сушки, так же повышается твердость лакокрасочного покрытия, например, у эмали Вика 60 при инфракрасной сушки твердость составила 4Н, при естественной, конвекционной и печной же сушки твердость эмали Вика-60 составляет Н, так же при инфракрасной сушки эмали Вика-60 снижается такой показатель как диэлектрическая проницаемость который характеризует антистатические качества покрытий. Таким образом определено, что для эмали Вика – 60 наиболее лучшим видом сушки является ИКС.

По результатам проведенных исследований определено, что для окрашивания техники и оборудования АПК рекомендуется применять эмаль Вика-60 и Мл-1110 высушенную в результате воздействия инфракрасной сушки, это позволяет добиться повышения адгезионной прочности, и других физико-механических свойств в 2,5-3 раза.

Список литературы

1. Гольдберг М.М. Лакокрасочные покрытия в машиностроении Справочник. Изд. 2-е, переработ. и доп. Под ред. М. М. Гольдберга. М.: Машиностроение, 1974. – 576

2. Актуальность применения современных методов сушки лакокрасочных покрытий при окрашивании машин и оборудования

АПК / З. К. Зайналов, Б. М. Муслихов, А. В. Пчельников, Д. Сунжидмаа // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 15 декабря 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 22-28. – EDN XLVZPT.
3. Исследование адгезионной прочности систем лакокрасочных покрытий при ремонтном окрашивании машин в АПК / А. А. Железнов, А. В. Пчельников, А. А. Колесников, В. Н. Хрянин // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования, Новосибирск, 10 ноября 2014 года / Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск: Издательский центр "Золотой колос" Новосибирского государственного аграрного университета, 2014. – С. 46-53. – EDN TLKGDP.
4. Исследование адгезионной прочности модифицированных лакокрасочных покрытий / Д. В. Обсоков, М. А. Иванов, В. Н. Хрянин, А. В. Пчельников // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы X региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова, Новосибирск, 12–13 ноября 2018 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2018. – С. 199-203. – EDN VNMEIG.

КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Караваева, И.А. Севастеева
Новосибирский государственный аграрный университет
isevasteeva@yandex.ru

В статье проанализирована структура прогноза региональной потребности в кадрах на 2023-2029 годы по видам экономической деятельности организаций и уровням образования, выявлены возможные причины незаинтересованности молодых специалистов в работе в сфере сельского хозяйства, а также предложены возможные меры по повышению привлекательности работы в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сельское хозяйство, кадры, высшее образование, потребность в кадрах, программа поддержки

В настоящее время модернизируются не только фермерские хозяйства, но и населённые пункты в целом. Модернизация и цифровизация сельского хозяйства порождают потребность в квалифицированной рабочей силе, однако на данном этапе появляются сложности.

Рассмотрим динамику занятых в сельском хозяйстве за 2017-2021гг по Новосибирской области (Рис. 1) [1].

Проанализировав представленные данные, можно выявить тенденцию к снижению среднегодовой численности занятых в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве. С каждым годом, начиная с 2017, численность занятых в сельском, лесном хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве сокращается (в 2021 году по сравнению с 2017 годом численность сократилась на 14723 человек, т.е. на 17,77%). При этом динамика среднегодовой численности занятых по всем обследуемым видам экономической деятельности имеет тенденцию снижения только до 2020 года, а в 2021 году наблюдается рост численности.

Таким образом, рост численности занятых в экономике в целом не ведет к повышению численности занятости в сельском хозяйстве.

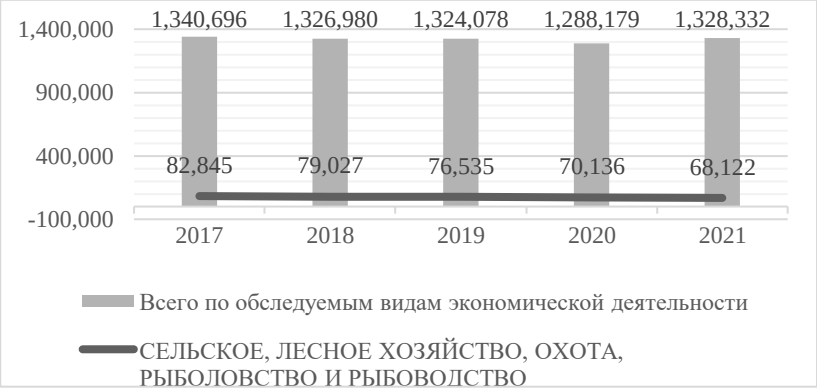


Рисунок 1 – Среднегодовая численность занятых в экономике (расчеты на основе интеграции данных) с 2017 г. (человек, значение показателя за год), чел

Такая тенденция является негативной, так как сельское хозяйство нуждается в квалифицированных кадрах для развития и получения

высоких результатов, что обеспечит продовольственную безопасность страны. Нехватка кадров значительно замедляет данный процесс.

В целях выявления спроса на кадры в сельском хозяйстве рассмотрим структуру прогноза потребности в кадрах в Новосибирской области на 2023-2029 годы по видам экономической деятельности организаций и уровням образования (Табл. 1) [2].

Таблица 1 – Структура прогноза региональной потребности в кадрах на 2023-2029 годы по видам экономической деятельности организаций и уровням образования в НСО, чел

Основной вид экон. деятельности	ВО*	СПО**	НКР***	Итого
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	1911	5936	582	8429
По всем видам экономической деятельности	51033	97516	7967	156516

* – Высшее образование

** – Среднее профессиональное образование

*** – Неквалифицированные работники

Проанализировав данные, представленные в таблице 1, можно сделать вывод о достаточно высокой региональной потребности в кадрах в сельском, лесном хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве. Суммарная потребность в кадрах в сфере сельского хозяйства составляет 5,39% от потребности в кадрах по всем видам деятельности. Причем по уровню образования в сельском хозяйстве, так же, как и по всем видам деятельности, наиболее востребованы кадры, получившие среднее профессиональное образование (70,42% от общей прогнозной региональной потребности в кадрах в сельском хозяйстве). Специалисты, получившие высшее образование востребованы меньше (22,67%).

В настоящее время молодого специалиста можно рассматривать как движущую силу агропромышленного комплекса и сельских территорий в целом. Однако молодые специалисты, заканчивая аграрные образовательные учреждения, зачастую выбирают иную сферу деятельности. Основными причинами такого решения в большинстве случаев выступают непрестижность работы в сельской местности,

недостаточно развитая инфраструктура, низкий уровень оплаты труда, приверженность городскому образу жизни и т.д. В то же время молодые квалифицированные специалисты могли бы поспособствовать развитию сельских территорий, поднятию уровня инфраструктуры.

Государство стремится создать условия для привлечения молодых специалистов к работе в сельском хозяйстве. Например, Приказом Минсельхоза Новосибирской области от 18.06.2020 N 161-нпа (ред. от 08.12.2020) в качестве меры поддержки молодых специалистов в сельском хозяйстве предусмотрено назначение выплаты средств государственной поддержки в виде единовременной выплаты [3].

В качестве дополнительных мер по привлечению молодых специалистов к работе в сельском хозяйстве можно выделить:

1. Проведение профориентационной работы со школьниками старших классов;
2. Развитие инфраструктуры в сельской местности;
3. Повышение престижа работы в сфере сельского хозяйства;
4. Дополнительное материальное стимулирование работников в сельском хозяйстве и т.д.

Таким образом, можно сделать вывод о большой востребованности молодых специалистов в сельском хозяйстве, способных применить свои компетенции для развития и совершенствования процессов в сельском хозяйстве и инфраструктуре местности. Сельское хозяйство является стратегической отраслью Российской Федерации, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны, поэтому особенно важно направлять силы на ее развитие и совершенствование.

Список литературы

1. Среднегодовая численность занятых в экономике (расчеты на основе интеграции данных) с 2017 г. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/indicator/58994
2. Приказ Министерства труда и социального развития Новосибирской области «О прогнозе кадровой потребности организаций Новосибирской области на 2023-2029 годы» № 1171 от 31.08.2022. – С. 59-61. – Режим доступа: https://mtsr.nso.ru/sites/mtsr.nso.ru/wodby_files/files/page_6676/prikaz_no_1171_na_opublikovanie.pdf
3. Приказ Минсельхоза Новосибирской области от 18.06.2020 N 161-нпа (ред. от 08.12.2020)

ОЦЕНКА ПРОБЛЕМЫ НА ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ЖИВОТНОВОДСТВА

В.Д. Лисота
Новосибирский государственный аграрный университет
lisota.802@mail.ru

Связи с постановлением нового закона, урегулировались новые для животноводства обязанности. Комплексы животноводства по мимо главной продукции производят и большое количество побочного продукта или отходов своей жизнедеятельности. Навоз хоть и используется как полезное удобрения для растительных культур, но может и нести в себе множество опасностей для окружающей среды, населенных пунктов и других хозяйств.

Ключевые слова: побочные продукты, навоз, животноводство, навозохранилища, отходы, органические удобрения, инфекционные заболевания, экономические выгоды, экология

С 1 марта 2023 года в России вступит в силу новый закон о побочных продуктах животноводства. К ним относятся навоз, помет и стоки, которые образуются при содержании сельскохозяйственных животных, а также подстилка, если такие продукты используются в сельскохозяйственном производстве [3].

С увеличение количества поголовья в Новосибирском регионе повышается и производство отходов животноводства. А значит регулируется ФЗ "Об отходах производства и потребления", которые предполагает, что производители должны разработать паспорт отходов в соответствии с классом опасности, провести экологическую экспертизу проектной документации, получить лицензию на деятельность и внести навозохранилища в государственный реестр объектов размещения отходов [6].

По данным управления, за 2021 год на территории Новосибирского региона были сформированы 47 млн тонн сельскохозяйственных отходов, из них 97,5% составили навоз и его разновидности. Что превысила прошлый год 20,9 млрд. тонн. С каждым годом число отходов будет увеличиваться в объеме 4,1 млн тонн [2].

Так, например, ООО «Сибирской ниве» в ПК «Пеньково», рассчитали сколько примерно выходит отходов в сутки за 2018 год (Таблица 1). По сравнению с 2018 годом (9088,5 тонн) в 2023 году вместе с поголовьем в комплексе увеличилось и производство отходов (9782 тонн).

Таблица 1 - Примерный расчет выхода навоза за сутки в ООО «Сибирская Нива», ПК «Пеньково» за 2018 год и 2023 г.

Количество голов в хозяйстве	Образовано навоза/помета тысяч тонн за 2018 г.
300 (в 1 группе)	± 15,1
4999 (всего)	± 24,9
Количество голов в хозяйстве	Образовано навоза/помета тысяч тонн за 2023 г.
300 (в 1 группе)	± 16,5
5367 (всего)	± 26,8

К сожалению, некоторые хозяйства не вели учеты объёма производства побочных продуктов за последние несколько лет. Что видимо и привело к проблеме контроля утилизации.

С одной стороны, это несомненная выгода для экономики страны. Будут решены вопросы продовольственной безопасности плодородных культур. Однако здесь важно учесть необходимый баланс между экономическими выгодами и экологическими вопросами. Мощность современных комплексов поражает воображение, иногда достигая критического уровня, и в результате они уже оказывают новое влияние на экологию всех регионов страны. Проблемой, вызванной отсутствуем норм в строительстве, является появление в окрестностях комплексов вырабатывающие токсичные и вредные вещества, выделяемые животными.

При несоблюдении правил утилизации биологически опасных отходов существует значительный риск возникновения опасных инфекционных заболеваний, таких как сибирская язва, карбункул, столбняк, некробациллез, туберкулез, бруцеллез, ящур, чума, рожа свиней, инфекционные анемии, сап, мыты, эпизоотический лимфангоит и др. В результате они причиняют дискомфорт жителям населенных пунктов в виде неприятных запахов и могут представлять угрозу как для здоровья людей, так и для здоровья животных.

Предложения по решению проблемы:

1) Ведение учета объёма использованного навоза и его реализации в Новосибирском регионе.

2) Ведение дополнительных финансов для реализации проектов или обеспечение аренд использования навозохранилищ. Крупные организации могут арендовать свои навозохранилища для более мелких предприятий. Процент от хранения и перепродаж органического навоза не скажется на утрате доходов предприятий. А мелкие предприятия, не имея возможности построить такие проекты, могу сэкономить.

3) Делать большой упор переработки побочных продуктов животноводства до IV класса на воспроизводство плодородия земель с меньшим риском его загрязнения с помощью биополимеров. Ведь важно, что в обработанных и переработанных побочных продуктах животноводства не допускались наличия патогенных и болезнетворных микроорганизмов и паразитов.

По ГОСТу массовая концентрация примесей токсичных элементов не должна превышать: по свинцу – 130 мг/кг; кадмию – 2 мг/кг; ртути – 2,1 мг/кг; мышьяку – 10 мг/кг. Концентрация остаточного количества действующего вещества (ГХЦГ, ДДТ) пестицидов не должна превышать 0,1 мг/кг. [1]. Тем самым мы обеспечим ветеринарно-санитарный контроль в регионах страны.

4) Ферментация навоза. Поможет ускоренно сделать органическое удобрение всего за пять – семь суток. Убьет всю опасную микрофлору и не теряя своих качеств.

5) Ввести нормы подходящие индивидуально каждому хозяйству по созданию проекта навозохранилищ или бурт для хранения побочных продуктов.

6) Использовать навоз не только для органики, но и использовать его в твердой фракции как подстилку для животных с помощью фильтрационно-сушильной установки EYS BC 14. В дальнейшем переработать на органику для почвы.

Список литературы

1. Головко, А.Н. К вопросу глубокой переработки жидких органических отходов животноводства и птицеводства / А. Н. Головко, А. М. Бондаренко // Вестник аграрной науки Дона. — 2019. — № 4. — 62-68 с.

2. Данилова Ю. Сельхозпредприятия области могут полностью отказаться от животноводства [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://infopro54.ru/news/selxozpredpriyatiya-oblasti-mogut-polnostyu-otkazatsya-ot-zhivotnovodstva/ (дата обращения: 28.04.2023).

3. Коваленок А. Заксобрания региона предложил внести поправки в федеральный закон [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nsk.rbc.ru/nsk/27/04/2023/644a15f29a7947d9617de64f (дата обращения: 27.04.2023).

4. Легализация навоза: куда девать отходы с фермы, не нарушая закон [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dzen.ru/a/Y25MN4rq8iB_XEK1 (дата обращения: 28.04.2023).

5. Морозов, В.В. О современных методах переработки и утилизации образующихся отходов на сельхозпредприятиях и животноводческих

фермах / В.В. Морозов, З.И. Курбатова // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 2. — 19-23 с.
6. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОБ ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 28.04.2023).
7. Шуварин М. В. Экологические проблемы утилизации отходов животноводства / М. В. Шуварин, Е. Е. Борисова, Д. В. Ганин [и др.] // Вестник НГИЭИ. — 2020. — № 7. — 101-112 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ ПЛАТФОРМЕННЫХ РЕШЕНИЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ АПК РОССИИ

Д.А. Медведский, О.Н. Мороз
Сибирский университет потребительской кооперации
ksenijasib@mail.ru

В работе проанализированы процессы цифровизации АПК, рассмотрены тенденции и специфика платформенных управленческих решений, определены перспективы развития экономических технологий, выявлены и обоснованы проблемы государственного регулирования отрасли, представлены результаты бизнес-решений для АПК.

Ключевые слова: проблемы, агропромышленный комплекс, цифровизация, цифровая трансформация, платформенные решения, инновации

Актуальность научного исследования. АПК России достиг определенной зрелости. Об этом свидетельствует стабилизация степени инвестиционных капиталовложений в аграрный сектор экономики и рост конкурентоспособности сельхозпроизводителей. В сельском хозяйстве России значительно вырос объем и качество новых платформенных решений – систем сбора, обработки и хранения базы данных. В практике АПК становятся востребованными промышленно-аналитические системы на базе цифровизации. АПК России находится на пороге инновационных изменений, которые сократят объем ручного труда.

Объектом исследования является экономика АПК России.

Проблемы исследования. В новых экономических условиях санкции подчеркнули, что АПК России решает ряд проблем – реализация программы национальной продовольственной безопасности, импортозамещение цифровых продуктов, инвестирование АПК. По данным ВШЭ, факторами, сдерживающими цифровизацию АПК в России являются: дефицит квалифицированных IT-специалистов АПК; цифровая дифференциация между городской и сельской территорией, так как лишь у 74,3% предприятий агробизнеса РФ имеется широкополосный доступ в интернет; незначительный уровень доверия ключевых аграриев к новым технологиям и платформенным решениям.

В 2023 году Правительство РФ проводит активную работу по внедрению инноваций в сельхозпроизводство. Минсельхоз России отрабатывает план финансирования отраслевых проектов по цифровизации АПК, выделив 118 млрд. рублей на развитие цифрового сельского хозяйства в период 2019–2024 гг. согласно программе «Цифровая трансформация сельского хозяйства России».

Достигнутый уровень процесса исследования. Экономика АПК России – одна из консервативных отраслей национальной экономики. Согласно рейтинга Института статистических исследований и экономики знаний ВШЭ по уровню цифровизации АПК РФ занимает последнее место среди всех сфер предпринимательской деятельности. Результаты исследования показали, что индекс цифровизации экономики АПК в 2022 году составлял 23 условные единицы при среднем отраслевом нормативном значении – 32 единицы. Главный приоритет государственной политики Министерства сельского хозяйства РФ на перспективу – это трансформация экономики АПК России. По результатам прогнозной оценки агроэкспертов России к 2026 году цифровая трансформация способна обеспечить: пятикратный рост рынка агробизнеса IT-решений – согласно статистике Минсельхоза РФ; темпы роста производительности труда в АПК на 15,6% до 2030 года – по оценкам Института стратегических исследований и экономики знаний ВШЭ.

На цифровизацию экономики АПК влияют специфические особенности отрасли, к которым относится:

– сезонность: в агросекторе «растениеводство» основная часть производственных процессов, включающая период с июня по октябрь;

– ежегодное планирование прибыли: фермеры получают урожай один раз в год, поэтому в качестве условной единицы выбирается период сбора урожая, а не месяц, как принято в других сферах экономики;

– повышенные риски, вызванные изменениями погодных условий. Фермерское хозяйство может потерять экономическую выгоду в результате резкого холода, засухи или града, что не относится ни к одной из отраслей экономики РФ.

Ключевой задачей при реализации программ цифровой трансформации в сельском хозяйстве является непосредственное извлечение ценности из больших данных по целому ряду показателей с помощью облачных платформ, решений на основе больших данных, технологий предиктивной аналитики и систем поддержки принятия решений. К примеру, по прогнозам, уже к 2050 году средняя ферма будет формировать порядка 4,1 млн. единиц информации за день [2].

Научная новизна. Планируется, что этап цифровой трансформации будет включать частные цифровые платформы управления производством, облачные киберфизические системы и системы интернет вещей, а также системы прогнозирования, которые обеспечат информационную поддержку для решения отдельных производственных задач. Особенностью цифровых платформ, является их открытость и высокая степень интеграции в метасистему, обеспечивающую поддержку жизненного цикла всей отрасли и управление качеством на основе анализа данных и прогностического моделирования в области программы «Цифровое сельское хозяйство» и проекта «Экосистема» [1].

Область применения. На российском рынке существует достаточное количество отечественных цифровых решений, которые действительно активно используются аграриями: «СкайСкаут», «АгроМон», «Агросигнал», «Свое фермерство», «ЦентрПрограммСистем», «Агротроник», «Степь» - облачный сервис «История поля», «Городские теплицы».

Вывод и обоснование. Платформенные решения на основе больших данных и технологий цифровизации способствуют обеспечению эффективного управления агрокомплексом, трансформации бизнес-процессов и решению проблем продовольственной безопасности на федеральном и региональном уровнях управления. Выделим платформенные решения со стороны IT-технологий в части продвижения цифровизации агросферы России: эффективность сервиса, нацеленная на рост урожайности и экономию рабочего времени; качественный интерфейс на основе одной онлайн-площадки; консультирование независимых экспертов сервисов незаинтересованных в продажах семян, удобрений, материалов и техники; электронный документооборот на основе платформ «Поле.рф» и «Росагролизинг»; вовлеченность участников сервиса для

автоматизации бизнес-процессов; получение данных в режиме онлайн о состоянии полевых угодий, урожая, погодных условий, что экономило бы 4 часа за трудодень; экспертная оценка АПК и взаимодействие с представителями IT-сектора; профильность CRM-систем для АПК на основе весового, кормового, ветеринарного учета и сезонных циклов; наличие единой базы поставки для разных уровней работы на основе B2B платформы, обобщающей общий спектр потребностей АПК; наличие агромаркетплейса и онлайн-канала для продвижения сельхозпродукции и рекламных возможностей [3].

АПК России – это многогранная отраслевая рыночная ниша, которая в условиях нового времени ожидает внедрения новых платформенных решений цифровой трансформации экономики и управления агросферы. По-нашему мнению, успешными будут цифровые сервисные платформы, которые учтут отраслевую специфику АПК в новых реалиях, способствуя решению первостепенных текущих задач аграрных предприятий России.

Список литературы

1. Путевая В.И. «Умное» сельское хозяйство: состояние и перспективы // Бюджет.ру. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bujet.ru/article/332134.php.
2. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации: Минсельхоз России / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mcx.gov.ru/.
3. Карташева Н.С. Цифровая трансформация в сельском хозяйстве // Центр подготовки руководителей и команд цифровой трансформации ВШГУ РАНХиГС. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cdto.ranepa.ru/sum-of-tech/materials/136.

РОЛЬ ИНФИЦИРОВАННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ПЕРЕДАЧЕ МИКРОМИЦЕТОВ ВИГНЫ

А.А. Никифорова, О.А. Казакова, Ю.В. Фотев
Новосибирский государственный аграрный университет
Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
nikiforovaanastasia022@gmail.com

Цель работы – определить таксономический состав микромицетов на инфицированных растительных остатках вигны. Исследования

проводились в 2021-2022гг. Материал исследований: инфицированные растительные остатки вигны сорта Сибирский Размер. Вигна выращивалась в условиях весенне-летней пленочной теплицы Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Результаты микологического анализа на среде Чапека показали, что растительные остатки вигны были контаминированы 7 родами микромицетов: Fusarium spp.; Penicillium spp.; Cladosporium spp.; Botrytis cinerea, Sclerotinia sclerotiorum, Aspergillus niger, Mucor mucedo, а также бактериями.
Ключевые слова: инфицированные растительные остатки, вигна, факторы передачи, микромицеты, Fusarium spp.; Penicillium spp.; Cladosporium spp.; Botrytis cinerea, Sclerotinia sclerotiorum, Aspergillus niger, Mucor mucedo.

Инфицированные растительные остатки – это остатки растений, пораженных в истекшем периоде вегетации. Основная их функция – обеспечить выживание покоящихся структур патогенов во времени из года в год. Длительность выживания фитопатогенов варьируется от скорости разложения инфицированных растительных остатков (в течении 1-1,5 лет), за это время происходит передача возбудителей болезней от одного поколения растений к другому [1]. Цель работы – определить степень заселения инфицированных растительных остатков вигны микромицетами и их таксономический состав.

Условия проведения исследований. Исследования проводились в 2021-2022гг. в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза Новосибирского государственного аграрного университета. Материал исследований: инфицированные растительные остатки вигны сорта Сибирский Размер (Vigna Savi). Вигна выращивалась в условиях весенне-летней пленочной теплицы Центрального сибирского ботанического сада СО РАН. Площадь сезонной, необогреваемой, пленочной теплицы составляла 900х10м², высота в коньке 4,8 м. Субстрат в теплице смешанный (торф, опилки, дерновая земля), в качестве дренажа использовался речной песок (с глубины 50 см). Инфицированные растительные остатки отбирали в конце сентября - начале октября. Оценку их внутритканевой зараженности растительных остатков патогенами проводили методом микологического анализа. Перед началом анализа растительные остатки вигны (основание растения, подземные органы) нарезали по 1см, подвергали обеззараживанию в 0,5%-ном растворе марганцовокислого калия (10 мин). Обработанный таким образом материал закладывали на твердую

питательную среду Чапека в 5 кратной повторности, инкубировали 7 суток и анализировали при помощи микроскопа.

Результаты исследований. Результаты микологического анализа показали, что растительные остатки вигны за 2021 и 2022г (рисунок 1) были контаминированы 7 родами патогенных и условно патогенных микромицетов (грибами рода: Fusarium spp.; Penicillium spp.; Cladosporium spp.; Botrytis cinerea Pers., Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary, Aspergillus niger Tiegh., Mucor mucedo Sowerby), а также бактериями (рисунок 2).



Рисунок 1 – Спороношение фитопатогенов на инфицированных растительных остатках вигны

В 2021 году подземные органы растительных остатков вигны были заражены в большей степени грибами родов *Fusarium* и *Cladosporium* (39 и 30% соответственно), в 2022 году - грибами рода *Fusarium* и *Penicillium* (42 и 16% соответственно). Менее распространенными на подземных органах в 2021 году были грибы *Penicillium* spp., *Aspergillus niger* и *Mucor mucedo,* в 2022г. - *Aspergillus niger* и *Botrytis cinerea*.

В 2021 году на основании растении были выделены грибы родов *Cladosporium* и *Fusarium* (26 и 17% соответственно), в 2022 годы было выделено *Fusarium spp.* в 3,5 раза больше. Процентное соотношения выявления гриба *Aspergillus niger* Tiegh за анализируемые года составило 12 и 13% соответственно. Наземные органы растений в 2021 году были инфицированы грибами *Mucor mucedo* Sowerby 22%, менее распространялись грибы *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary 6%, *Botrytis cinerea* Pers 1% и грибы рода Penicillium spp. 2%.

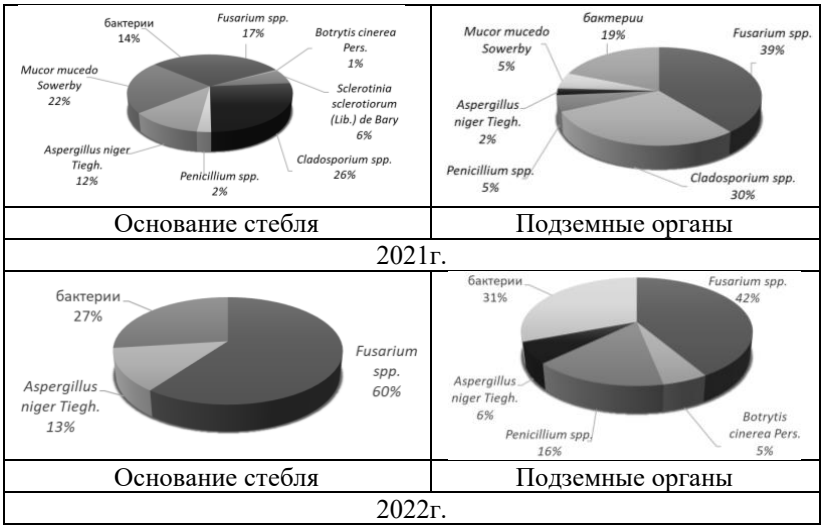


Рисунок 2 – Внутритканевая зараженность растительных остатков вигны микромицетами по годам

Бактериоз был обнаружен на корнях и стеблях в 2021 году - 14 и 19%, в 2022 году – 27 и 31%.

Таким образом, результаты исследований показали, что инфицированные растительные остатки вигны служат фактором передачи для возбудителей фузариозной корневой гнили, серой и белой гнили, кладоспориоза, бактериоза, плесневения (пенициллеза, аспергиллеза, серой плесени). Данное исследование свидетельствует о факте накопления инфекции в месте выращивания вигны и необходимости удаления инфицированных растительных остатков из теплицы в конце вегетации, проведении дезинфекции обеззараживающими средствами в конце и начале вегетационного периода.

Список литературы

1. Эпифитотиология [Текст]: учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов, В. А. Чулкина; под ред. А. А. Жученко, В. А. Чулкиной. - Новосибирск: Новосибирский гос. аграрный ун-т, 2011. - 707, [1] с.: ил., табл.; 20 см. - (Учебная литература для студентов аграрных вузов).; ISBN 978-5-94477-092-9

2. Болезни семян вигны в условиях юга Западной Сибири / Никифорова А.А., Казакова О.А., Фотев Ю.В. // Агропромышленные технологии центральной России. – 2022. – Выпуск 3 (№25). – с. 64-85. DOI 10.24888/2541-7835-2022-25-64-85. (RSCI)
3. Грибные заболевания спаржевой вигны на юге Западной Сибири / Фотев Ю.В., Казакова О.А. // Овощи России. - 2019. - №2. - с. 3−7. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-2-97-105
4. Распространенность грибных инфекций на семенах вигны в Сибири / Никифорова А.А. Казакова О.А., Фотев Ю.В. //Исследования и разработки молодых ученых, студентов и специалистов для АПК Сибирского федерального округа. – 2022. - с. 129-139.
5. Эффективность защитных мероприятий против возбудителей болезней семян вигны / Никифорова А.А. Казакова О.А., Фотев Ю.В. // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2022. - №6. – с. 59-60.

МЕРЫ ПО ПРИВЛЕЧЕНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ В АПК РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Р. Побызакова, О.С. Шинделова
Новосибирский государственный аграрный университетE-mail: olga_education@mail.ru

Данная статья раскрывает проблему нехватки кадров в сельском хозяйстве и предложенные нами меры по решению существующей проблемы путем создания сервиса, определяющий сотрудничество вузов и сельскохозяйственных организаций.
Ключевые слова: сельское хозяйство, производство, кадры

Эффективное развитие аграрного сектора экономики России невозможно без наличия квалифицированных специалистов в отрасли. На современном этапе одной из актуальных проблем является нехватка кадров в сельском хозяйстве.

По данным ресурса по поиску вакансий на российском рынке труда «Работа России» (Trudvsem.ru) [2] в Новосибирской области в сфере сельского хозяйства найдено более 1500 вакантных мест, связанных с поиском специалистов ветеринарии, обслуживания электрооборудования, машинистов сельскохозяйственного

производства, технологов, агрономов, специалистов экономического отдела (экономистов, бухгалтеров).

Сравнивая с другими отраслями области, можно заметить, что в сельском хозяйстве потребность в кадрах в 6,5 раз превышает объем вакансий, предлагаемых работодателями в легкой промышленности (238 вакансии), в 2,3 раза – финансового сектора экономики (652 вакансии).

В профильных вузах только 20% выпускников думают о работе в сельском хозяйстве [4]. Многим удобнее остаться в крупных городах, чем работать в аграрном секторе сельской местности. На это есть множество причин.

Возникновение проблемы нехватки кадров в сельскохозяйственных организациях может объясняться следующими наиболее распространенными причинами:

1. Слабая социальная развитость сел и деревень, которые являются основными мотиваторами развития сельского хозяйства. [5].

2. Неправильное представление образа сельского хозяйства молодыми людьми (абитуриентами, школьниками, взрослыми, «влияющими на выбор детей» и т.д.).

3. Привлекательность других отраслей экономики.

Причины рассматриваемой проблемы определяют место не только в развитости самих организаций, но и выделяют необходимость прорабатывания данной проблемы с университетами и органами власти на уровне регионов.

Как мы видим, в области существует огромное количество сельскохозяйственных организаций. Это, в свою очередь, усложняет выбор школьника, студента в выборе места прохождения учебной и производственной практик, а выпускника – места работы.

На уровне образовательных учреждений можно отметить проблему слабой информированности студентов и выпускников о местах прохождения практик, продолжения стези специалиста сельскохозяйственной отрасли. Многие испытывают трудности в поиске организаций, которые бы удовлетворяли обе стороны (работник-работодатель). Оставшись в стороне от профессионального участия в деятельности какой-либо организации, может сформироваться негативное представление о своей будущей деятельности.

Предлагаются следующие меры по решению проблем:

1. Создание специальных программ, позволяющих удерживать сельское население на местах его пребывания (специализированные классы).

2. Развитие направления целевого обучения на образовательные программы сельскохозяйственной отрасли.

3. Развитие информатизации аграрного сектора, т.е. внедрение определенных сервисов.

Мы предположили, что цифровизация экономики сельского хозяйства, а также частичное решение кадровых проблем возможно при помощи создания платформы (онлайн-сервиса), или приложения «Агротека», по работе с сельскохозяйственными организациями и студентами, которые готовы проходить практику.

Осуществление реализации данного мероприятия возможно при сотрудничестве вуза и сельскохозяйственных организаций. Опции сервиса позволят определиться студенту с местом прохождения практик, а организациям найти новый способ нахождения трудовых ресурсов.

Интересующими факторами для студента могут являться: наличие рабочих мест, возможность обеспечения жильем, оплачиваемость, размер организаций, их специализация и местоположение.

Данное приложение будет представлять собой программный продукт, которое позволит связать потенциального работодателя со студентом. Визуальное представление данного предложения представлено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пример возможностей работы приложения «Агротека»

Приложение включает себя возможности просмотра цифровой карты Новосибирской области, выбора определенных критериев, просмотра описания организаций – участников и предоставляет возможность прямого общения с представителями организаций.

Ещё одной особенностью нашего предложения может являться внедрение метода «реверсивного наставничества» в АПК.

В обычном понимании, реверсивное наставничество – это наставничество над старшим (по возрасту, опыту или положению) младшим (по возрасту, опыту или должности) человеком [1]. Однако реверсивное наставничество не обязательно предполагает именно межпоколенческое взаимодействие. Возможен вариант, когда важна принадлежность к разным должностным уровням [3].

Например, студент может обмениваться знаниями с фермером, которому необходимы знания в области бухгалтерского учета. А фермер даст возможность изучения сельскохозяйственного производства.

Можно сделать вывод, что внедрение описанного приложения поможет решить часть проблемы нехватки кадров в сельском хозяйстве, которое может сопровождаться не только нахождением мест для практик, но и обменом знаний студентов с работодателями, что является новой интересной практикой в сфере АПК.

Список литературы

1. Макунин А. С. Наставничество как инструмент управления текучестью кадров / А. С. Макунин // Li international correspondence scientific and practical conference "international scientific review of the problems and prospects of modern science and education", Boston. – PROBLEMS OF SCIENCE, 2018. – С.116-118. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36623210

2. Портал «Работа России» – федеральная государственная информационная система Федеральной службы по труду и занятости [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://trudvsem.ru/

3. Реверсивное наставничество [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://skillbox.ru/media/corptrain/reversivnoe-nastavnichestvo-kak-mladshie-spetsialisty-uchat-starshikh/

4. Рустам Хафизов: «Сельское хозяйство проигрывает в битве за абитуриентов» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://chr.plus.rbc.ru/news/61680b547a8aa955a13be0dc

5. Шинделова, О. С. Экономический механизм государственной поддержки сельскохозяйственных кооперативов / О. С. Шинделова, С. А. Шелковников // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. 2022. № 1. С. 56-63.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

М.А. Попов, В.В. Коротких, М.В. Демитерко
Новосибирский государственный аграрный университет
mikepopov@ngs.ru

При восстановлении изношенных деталей машин необходимо убедиться в достижении требуемых свойств в полученных покрытиях. В статье проводится анализ способов, позволяющих оценивать свойства металлопокрытий, наносимых методом холодного газодинамического напыления, таких как пористость, адгезионно-когезионные свойства и остаточные напряжения.

Ключевые слова: газодинамическое напыление, пористость, микрошлиф, адгезия, когезия, остаточные напряжения, субстрат

При обзоре статистики ремонтных предприятий и анализе научных публикаций многих авторов, можно сделать вывод, что 85% деталей теряют работоспособность при износе, не превышающем 0,2-0,3 мм. Компенсация такого незначительного по величине изношенного слоя, возможна различными современными и перспективными способами, одним из которых является холодное газодинамиическое напыление (ХГДН). Это быстроразвивающийся метод порошкового нанесения покрытий, в котором частицы с характерным размером 10–150 мкм ускоряются в сверхзвуковом потоке газа до скоростей 400–1200 м/с и при ударе о подложку закрепляются на ней без фазовых переходов [3].

Объектом исследования является процесс определения свойств металлопокрытий, полученных методом ХГДН.

Процесс образования покрытия очень сложен и охватывает целый ряд одновременно протекающих физических и химических явлений. В то же время формирование металлопокрытий, математическому моделированию не поддается. Описать отдельные протекающие явления и полученные свойства возможно только эмпирическим путем.

Основные группы факторов, которые влияют на формирование покрытий – это режимы напыления, параметры порошка, параметры движения сопла относительно детали, параметры охлаждения. Получаемые при этом свойства также разделим на группы:

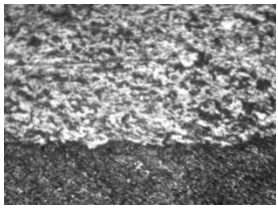
1) структурные (пористость, трещины, толщина покрытия и др);
2) физические (теплопроводность, твердость, плотность и др);
3) прочность связи с субстратом – адгезия, прочность связи отдельных монослоев межу собой – когезия.

4) механические напряжения (остаточные напряжения);

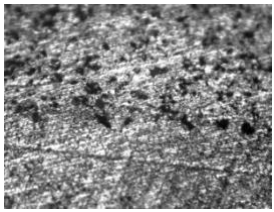
Рассмотрим способы, позволяющие определять численные характеристики вышеописанных свойств.

Отличительной особенностью металлизационных покрытий является их пористость. Оценка пористости может быть выполнена путем получения микрошлифа и микроструктурного анализа.

Для анализа были выбраны порошки на основе алюминия и цинка (А-80-13 и А-20-11). Микроструктурный анализ показал следующие результаты [2] (см. рис. 1).



а



б

Рисунок 1 – Микрофотографирование образцов: а) А-80-13; б) А-20-11 (субстрат в нижней части фото)

Исследование показало, что образец (а) имеет более выраженную границу между напыленным слоем и субстратом. и меньшую пористость. Но, явно выраженная граница может говорить о недостаточной диффузии, а соответственно и адгезионной прочности.

Для количественной оценки прочностных свойств могут быть использованы известные методы: клеевой и штифтовый по ГОСТ 9.304-87. Примерные значения адгезионной и когезионной прочности сцепления покрытий на основе алюминиевых сплавов, нанесенных методом ХГДН приведены в таблице данных (см. табл.1), полученных ранее авторами А.П. Алхимов, С.В. Клинков, В.Ф. Косарев и др. [1].

Таблица 1 – Значения адгезионной и когезионной прочности сцепления покрытия с подложкой [1]

Материал		Метод напыления	Метод испытания	Прочность сцепления, МПа
покрытие	подложки			
Al	Cu	ХГДН, $k_d < 1$	Клеевой	62-67
Al	Х18Н9Т	ХГДН, $k_d < 1$	Клеевой	62-65
Al	Cu	ХГДН, $k_d < 1$	Штифтовый	30-40
Al	40Х	ХГДН, $k_d < 1$	Штифтовый	38-40

Из таблицы видно, что прочностные характеристики покрытий, нанесенных методом ХГДН достаточно высоки, и величина сцепления покрытий с подложками составляет σ_{br} = 30-67 МПа, что практически не уступает значениям для покрытий, напыленных газотермическими методами.

По мере наращивания толщины слоя покрытия происходит рост технологических остаточных напряжений (ТОН), которые при определенной толщине могут вызвать растрескивание или отслоение покрытия. В связи с этим был разработан способ тестирования ТОН в напыляемых покрытиях [4].

Прочность сцепления покрытия определяют по отношению силы его сдвига, при продавливании через отверстие матрицы (см. рис. 2).

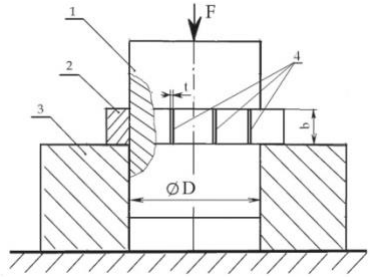


Рисунок 2 – Схема определения прочности сцепления покрытия на сдвиг: 1-образец; 2-кольцевой поясок покрытия; 3-матрица; 4-разрезы покрытия; F-сила сдвига покрытия

Окружные остаточные напряжения σ_θ в кольцевом покрытии определяют расчётом как разность прочности сцепления на сдвиг покрытия при освобождении их от остаточных напряжений и прочности сцепления покрытия при исходном уровне технологических остаточных напряжений в соответствии с формулой 1.

$$\sigma_\theta = \tau_{сц(p)} - \tau_{сц} \qquad (1)$$

$\tau_{сц(p)}$ - прочность сцепления покрытия на сдвиг при освобождении их от остаточных напряжений, МПа;

$\tau_{сц}$ - прочность сцепления покрытия на сдвиг при исходном уровне остаточных напряжений, МПа;

Таким образом, оценка свойств покрытий, полученных методом ХГДН, выше описанными свойствами, позволит определить возможность восстановления

Список литературы

1. Алхимов А.П. и др. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. А.П. Алхимов, С.В. Клинков, В.Ф. Косарев [и др.]; отв. ред. А.П. Алхимов. -Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2010. -536 с.
2. Обоснование выбора порошковых материалов и режимов напыления при восстановлении деталей из алюминиевых сплавов / В. Н. Хрянин, Р. В. Конореев, М. А. Попов, Д. В. Рудаев // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2022 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2022. – С. 634-637. – EDN FLDRTO.
3. Обоснование выбора режимов напыления установкой ДИМЕТ - 405 при восстановлении деталей, изготовленных из алюминиевых сплавов / И. Д. Горн, В. Н. Хрянин, Р. В. Конореев, М. А. Попов // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования : Материалы XIII международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию кафедры Надежности и ремонта машин ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ, Новосибирск, 15 декабря 2021 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2021. – С. 184-186. – EDN RJVNSQ.
4. Патент № 2757405 C1 Российская Федерация, МПК G01N 3/24, G01N 19/04. Способ определения остаточных напряжений в покрытиях: № 2020139908 : заявл. 03.12.2020 : опубл. 15.10.2021 / В. Н. Хрянин, И. А. Безбородов, М. А. Попов [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Новосибирский государственный аграрный университет". – EDN XXRCYC.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ РИЗОБАКТ НА СЕМЕНАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

О.А. Казакова, Я.С. Скрябин
Новосибирский государственный аграрный университет
kazakova.o@list.ru

Работа посвящена изучению эффективность биологического препарата Ризобакт на семенах пшеницы, тритикале, ячменя, овса. Исследования проводились в 2023г. в лабораторных условиях методом влажных рулонов по ГОСТ 12044-93. Применение биологического препарата Ризобакт для обработки семян способствовало лучшему развитию проростков и корней, уменьшению процента семян, пораженных корневыми гнилями, а также увеличению лабораторной всхожести.

Ключевые слова: семена, зараженность, грибные инфекции, Ризобакт, биологическая эффективность.

Микробиологические препараты представляют собой живые клетки отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе [1, 2]. Один из таких препаратов – микробиологическое удобрение Ризобакт, производимое с использованием бактерий *Enterobacter cloacae, Rhizobium galegae, Mesorhizobium ciceri, Corynebacterium freneyi, Pseudomonas tolaasii* (группа *P. fluorescens*). Препарат представляет собой жидкость, содержащую биомассу бактерий и их метаболиты, образующиеся при культивировании. Ризобакт обладает ростостимулирующей активностью, повышает всхожесть и энергию прорастания семян, способствует усиленному развитию корневой системы растений, улучшает минеральное питание, устойчивость растений к стрессам, комплексу грибных и бактериальных заболеваний [3,4].

Цель работы - оценить влияние препарата Ризобакт на рост и развитие зерновых культур (ячменя, пшеницы, овса, тритикале) в лабораторных условиях.

Условия проведения исследований. Исследования проводились в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза Новосибирского ГАУ в 2023г. Материалом исследования служили семена тритикале сорта Тихон, яровой пшеницы сорта Новосибирская 18, ярового ячменя сорта Биом, овса сорта Сиг, а также микробиологический препарат Ризобакт. Семена зерновых культур были получены из хозяйства «ХХ

съезд КПСС» Тогучинского района Новосибирской области. Обработка препаратом Ризобакт проводилась в лабораторных условиях, норма расхода препарата 0,1л/т. Расход рабочей жидкости 10л/т. Исследования проводились методом влажных рулонов по ГОСТ 12044-93.

Результаты исследований. Влияние препарата Ризобакт на лабораторную всхожесть семян зерновых культур (таблица 1).

Таблица 1 - Влияние препарата Ризобакт на лабораторную всхожесть семян зерновых культур

Культура, сорт	Лабораторная всхожесть, %	
	контроль	Ризобакт, 0,1 л/т
Пшеница Новосибирская 18	81,0	86,0
Овёс Сиг	0	94,0
Тритикале Тихон	76,0	82,0
Ячмень Биом	99,0	98,0

Результаты исследований показали, что лабораторная всхожесть семян зерновых культур при применении препарата Ризобакт увеличивалась в среднем на 5,5%. Семена овса сорта Сиг в контроле не взошли, препарат Ризобакт стимулировал ростовые процессы, и в результате обработки семян лабораторная всхожесть овса составляла 94,0%. Влияние препарата Ризобакт на длину ростка зерновых культур представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние препарата Ризобакт на длину ростка зерновых культур

Культура	Длина ростка, см		$НСР_{05}$
	контроль	Ризобакт, 0,1 л/т	
Пшеница Новосибирская 18	8,1	7,8	1,2
Овёс Сиг	0	6,6	0,6
Тритикале Тихон	6,2	6,5	1,0
Ячмень Биом	13,5	14,3	1,6

Результаты исследований показали, что на тритикале и ячмене длина ростка увеличивалась после применения биопрепарата Ризобакт на 0,3-0,8 мм. На овсе наблюдался нормальный рост проростка, на пшенице существенных изменений по длине ростка выявлено не было. Влияние препарата Ризобакт на длину корней зерновых культур представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Влияние препарат Ризобакт на длину корней зерновых культур

Культура, сорт	Длина корней, см	
	контроль	Ризобакт, 0,1 л/т
Пшеница Новосибирская 18	5,9	6,7
Овёс Сиг	0	7,1
Тритикале Тихон	6,9	7,8
Ячмень Биом	9,3	9,9

Результаты исследований показали, что после применения микробиологического удобрения Ризобакт длина корней на пшенице, ячмене, тритикале увеличивалась в среднем на 0,8 мм. На овсе корни росли и развивались нормально. Влияние препарата Ризобакт на длину колеоптиле зерновых культур представлено в таблице 4.

Таблица 4 - Влияние препарата Ризобакт на длину колеоптиле зерновых культур

Культура, сорт	Длина колеоптиле, см		$НСР_{05}$
	контроль	Ризобакт, 0,1 л/т	
Пшеница Новосибирская 18	4,9	4,3	0,7
Овёс Сиг	0	6,2*	0,7
Тритикале Тихон	3,7	3,8	0,6
Ячмень Биом	6,6	6,4	0,6

По длине колеоптиле достоверных изменений в результате применения препарата Ризобакт обнаружено не было. Влияние препарата Ризобакт на распространенность корневой гнили представлено в таблице 5.

Таблица 5 - Влияние препарат Ризобакт на распространенность корневой гнили зерновых культур

Культура, сорт	Распространенность корневой гнили, %		Биологическая эффективность, %
	контроль	Ризобакт, 0,1л/т	
Пшеница Новосибирская 18	65,0	39,0	40,0
Овёс Сиг	55,0	36,0	34,5
Тритикале Тихон	99,0	82,0	17,2
Ячмень Биом	34,0	20,0	41,2

Биологическую эффективность препарата (%) в отношении распространенности корневой гнили в сравнении с контролем рассчитывали по формуле Аббота: С =, где Р и р – распространенность гнили, соответственно, в контрольном и опытном вариантах. Препарат уменьшал проявление симптомов корневой гнили на всех исследуемых партиях зерновых культур. Биологическая эффективность препарата Ризобакт против корневой гнили составила в среднем 33,2%. Лучшую эффективность препарат показал на пшенице и ячмене. Корневая гниль была вызвана фитопатогенами р. *Fusarium*, р. *Alternaria*, *Bipolaris sorokiniana* (таблица 6) [3-4]. На пшенице и тритикале в контрольных вариантах был превышен порог вредоносности по зараженности грибами р. *Fusarium* в 2,5-4 раза.

Таблица 6 - Влияние препарата Ризобакт на зараженность семян зерновых культур фитопатогенами

Культура, сорт	Вариант	Зараженность, %		
		р. *Fusarium*	р. *Alternaria*	*Bipolaris sorokiniana*
Пшеница Новосибирская 18	Контроль	24,0	21,0	2,0
	Ризобакт	14,0	11,0	1,0
Овёс Сиг	Контроль	7,0	15,0	0
	Ризобакт	4,0	2,0	0
Тритикале Тихон	Контроль	39,0	17,0	0
	Ризобакт	33,0	16,0	0
Ячмень Биом	Контроль	0	17,0	0
	Ризобакт	0	28,0	0

Биологическая эффективность препарата Ризобакт против фузариозной инфекции составила в среднем 33,3%, против альтернариозной инфекции 46,7%, против *Bipolaris sorokiniana* 50,0%. Лучшую эффективность против возбудителей болезней препарат Ризобакт показал на овсе и пшенице.

По результатам исследований можно заключить, что применение биологического препарата Ризобакт для обработки семян способствует лучшему развитию проростков и корней, уменьшает процент семян, пораженных корневыми гнилями, а также увеличивает лабораторную всхожесть.

Таблица 7 - Биологическая эффективность препарата Ризобакт против фитопатогенов, паразитирующих на семенах зерновых

Культура, сорт	Биологическая эффективность препарата Ризобакт против фитопатогенов, %		
	р. *Fusarium*	р. *Alternaria*	*Bipolaris sorokiniana*
Пшеница Новосибирская 18	41,7	47,6	50,0
Овёс Сиг	42,9	86,7	0
Тритикале Тихон	15,4	5,9	0
Ячмень Биом	0	0	0

Список литературы

1. Вахитов В.А. О механизмах действия природных регуляторов роста на растения пшеницы/В.А.Вахитов, Ф.М.Шакирова, Ш.Я.Гилязетдинов//Химия и технология применения регуляторов роста растений.-Уфа, 2001. - С. 3-19.
2. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай/ А.А.Завалин.-М.: ВНИИА, 2005. - 302 с
3. Торопова Е.Ю., Кириченко А.А., Казакова О.А., Порсев И.Н. Альтернариоз зерна яровой пшеницы и ячменя в Западной Сибири и Восточном Зауралье// Защита и карантин растений. 2015. № 1. С. 20-22.
4. Казакова О.А., Торопова Е.Ю., Воробьева И.Г. Таксономический состав микромицетов на семенах ячменя в Западной Сибири и Зауралье// В сборнике: Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи. материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых. 2015. С. 36-40.

СУДЕБНАЯ ВЕТЕРИНАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТРУПОВ ЖИВОТНЫХ

О.Е. Сысоева, Е.С. Коновалов, М.А. Ряснянский
Новосибирский государственный аграрный университет
ggematogen@mail.ru

Судебная ветеринарная экспертиза является одной из областей деятельности ветеринарии. Экспертиза трупа животного используется в случаях, когда необходимо установить причины смерти животного, определить наличие незаконных действий по отношению к животному, выявить нарушения правил охраны здоровья животных и

др. В работе будут описаны особенности проведения судебной ветеринарной экспертизы трупа животных, нормативная документация по которой проводят исследования, патологоанатомическое вскрытие и принципы оформления заключения эксперта.
Ключевые слова: эксперт, судебная ветеринарная экспертиза, , ветеринария, труп, дело, лаборатория,

Судебная ветеринарная (судебно-ветеринарная) экспертиза - процессуальное действие, состоящее из проведения исследований и дачи заключения экспертом по специальным вопросам, требующих знаний в области ветеринарной медицины, которые поставлены перед экспертом судом, судьей, органом дознания, лицом, производящим дознание, следователем, в целях установления обстоятельств, подлежащих доказыванию по конкретному делу [1].

Заключение эксперта является результатом судебной экспертизы. Представляет собой - письменный документ, отражающий ход и результаты исследований, проведенных экспертом [2].

Судебная ветеринарная экспертиза трупа животного является сложной процедурой, требующей от эксперта большого объема знаний в области медицины, биологии и ветеринарии. Однако, несмотря на важность этой процедуры, существует ряд проблем, которые затрудняют проведение качественной экспертизы.

Одной из наиболее важных функций ветеринарной экспертизы трупов животных является установление причин смерти. Кроме того, экспертиза может быть полезна для получения информации о состоянии животного перед его смертью, например, для определения того, было ли животное подвержено мучительным условиям перед своей смертью.

По состоянию на 2022 год, наибольшее количество экспертиз проводится в Москве и Санкт-Петербурге, а также в крупных регионах, таких как Краснодарский край, Республика Татарстан, Свердловская область. В этих регионах проводится около 50% всех экспертиз в стране. Однако, помимо установления причин смерти животных, в процессе экспертизы можно также получить информацию о составе и качестве тканей организма животного, что позволяет отслеживать нарушения здоровья и лечения животного на более глубоком уровне [3].

Одной из главных проблем является нехватка специалистов в области судебной ветеринарии. В некоторых регионах России отсутствуют квалифицированные ветеринарные эксперты, что затрудняет проведение экспертиз трупов животных. Для осуществления экспертизы часто требуется проведение дорогостоящих методов

исследования, что может стать препятствием для проведения качественной экспертизы [4].

Еще одним важным аспектом проведения судебных ветеринарных экспертиз является необходимость соблюдения процессуальных требований и стандартов, установленных законодательством. Несоблюдение этих требований может приводить к неправильной оценке обстоятельств дела и, как следствие, к ошибочным решениям.

Экспертом в судебно ветеринарной экспертизе может быть назначен любой ветеринарный врач по выбору сторон по делу или суда. При необходимости по уголовному, гражданскому, арбитражному или административному делу руководителем экспертного учреждения назначается сразу несколько экспертов разных специальностей. Перед ветеринарными экспертом (экспертами) стороны, следственные органы или суд ставят конкретные вопросы, на которые им желательно получить мотивированные ответы. Вместе с определением по делу экспертному учреждению передаются соответствующие материалы и документы, относящиеся к предмету судебно-ветеринарной экспертизы.

При составлении «Заключения судебно-ветеринарной экспертизы», следует учитывать выделение нескольких разделов: 1) титульный лист, 2) вводную часть, 3) исследовательскую часть, 4) заключительную часть и 5) список используемых источников дополнительной информации [5].

В заключение, следует отметить, что судебная ветеринарная экспертиза трупов животных является важной областью деятельности ветеринарной медицины. Вместе с тем, для повышения качества проведения экспертиз необходимо устранение проблем, связанных с нехваткой квалифицированных специалистов и несоблюдением процессуальных требований.

Список литературы:

1. Жаров, А. В. Судебная ветеринарная медицина [Текст] / А.В. Жаров. – М.: «Колос», 2001. – С. 4; 7-9; 13-19; 57-81; 84-86; 132-134; 128-159; 169; 176-177; 200-203.

2. . Кунаков, А. А. Судебная ветеринарно-санитарная экспертиза [Текст] / А. А. Кунаков, И. Г. Серегин, Г. А. Таланов, А. Г. Забашта // – М.: «КолосС», 2007. – С. 136-138. 4. Матышев, А.А. Повреждения от действия высокой температуры [Текст] / А.А. Матышев // Судебная медицина. – СПб.: «ГИППОКРАТ», 1998. – С. 180-190.

3. Инфекционные болезни животных / Б.Ф. Бессарабов [и др.]. – М.: КолосС, 2007. – 671 с. – Режим доступа: http://www.twirpx.com/file/156088/

4. Патологическая физиология и патологическая анатомия животных / А.В. Жаров [и др.]. – М.: КолосС, 2007. – 320 с.
5. Салимов, В.А. Практикум по патологической анатомии животных: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. / В.А. Салимов. – СПб.: Лань, 2013. - 256 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОВАРИОЭКТОМИИ У СОБАК НА БАЗЕ ВЕТЕРИНАРНОЙ КЛИНИКИ «АРТЕМИДА+» Г.НОВОСИБИРСК

В.С. Терновой, А.Н. Целиков
Новосибирский государственный аграрный университет
a.tselikov@mail.ru

В статье описаны сравнительные характеристики различных способов овариоэктомии собак по данным ветеринарной клиники «Артедима+» в г. Новосибирск. Проведена сравнительная характеристика лапаротомических и лапароскопических способов кастрации сук, проанализированы и статистически обработаны результаты исследований, а также проведено экономическое обоснование о целесообразности применения наиболее эффективного способа из рассмотренных.
Ключевые слова: овариоэктомия, лапаротомия, лапароскопия, кастрация.

Одной из задач современной ветеринарной медицины является контроль численности домашних непродуктивных животных, в том числе собак.

В современных реалиях для обеспечения контроля популяции бездомных собак, овариоэктомия является одним из гуманных способов. На данный момент существует два подхода к подобному вмешательству – лапаротомический и лапароскопический.

Лапаротомический способ кастрации подразумевает существенную травму мягких тканей, увеличенное время операции, риски осложнений: кровотечение, ятрогенное повреждение анатомических структур брюшной полости, несостоятельность лигатур и мышечных, кожных швов, повышенный риск инфицирования.

Лапароскопические хирургические операции в ветеринарии получили большую востребованность последние годы. Владельцы

мелких домашних непродуктивных животных чаще интересуются, где можно провести кастрацию их питомцев лапароскопическим способом. Данный способ подразумевает меньшую травматизацию, меньший срок реабилитации, существенное снижение интра- и постоперационных осложнений и времени на проведение операции ветеринарным врачом в сравнении с лапаротомическим.

На данный момент в отечественной ветеринарии получила распространение лапароскопическая овариоэктомия собак путем трех и двух прокольных доступов. Причинами распространения данного способа становится запрос у населения на данное вмешательство, в связи с повышением доступности и снижением стоимости оборудования, используемого для лапароскопии, возможность дополнительного получения обучающих программ в данном направлении, стремление ветеринарных врачей снизить хирургическую травматизацию пациентов и ускорить их реабилитационный процесс при такой рутинной процедуре как овариоэктомия.

В своей работе мы представляем также описать однопрокольный способ овариоэктомии собак, который используется в хирургической практике в ветеринарной клинике «Артемида+» г.Новосибирск.

Научные и исследовательские изыскания проводились в период с 01.01.23 по 26.04.23 на базе ветеринарной клиники «Артемида+» г.Новосибирск. Ветеринарная клиника расположена по адресу: Новосибирская область, г.Новосибирск, ул.Красный пр-т д.99.

За период проведения нами научно-исследовательской работы, в ветеринарную клинику «Артемида+» поступило 96 собак для проведения овариоэктомии. Данные первичного учета взяты из электронной программы «Ветменеджер».

Объектом исследования явились 47 интактных, однородных по весу (10-15 кг) сук в возрасте от 8 месяцев до 10 лет, которым была проведена овариоэктомия. Животные были разделены на три группы, в зависимости от выбранного способа кастрации. В качестве способа овариоэктомии у животных в первой группе (25 собак) использовался лапаротомический способ, у 12 собак второй группы – лапароскопическая двухпрокольный способ, у 10 собак третьей группы – лапароскопическая однопрокольный способ. Данные по группам представлены в таблице 1.

По данным наших исследований в г. Новосибирск на данный момент зарегистрировано около 160 ветеринарных клиник. В 4,3% из них проводится лапароскопическая овариоэктомия собак, в 51% - лапаротомическая овариоэктомия для собак любого веса, в 5% - лапаротомическая овариоэктомия для собак весом до 25 кг.

Таблица 1 – Схема опыта

№ группы	Вид, возраст, пол животного, вес	Количество животных в группе	Способ овариоэктомии
1	Собаки, 8 мес-10 лет, женский, 10-15кг	25	Лапаротомический способ
2		12	Лапароскопический двухпрокольный способ
3		10	Лапароскопический однопрокольный способ

По результатам нашего исследования лапароскопическая однопрокольная овариоэктомия собак проводится только в 1 ветеринарной клинике г.Новосибирск.

Выводы.

1. В г. Новосибирске по данным наших исследований в настоящий момент проводятся все способы овариоэктомии сук.
2. При обращении владельцев собак для проведения овариоэктомии в ветеринарную клинику «Артемида+», проводящую лапароскопические вмешательства, около 47% владельцев делают выбор в пользу овариоэктомию собак лапароскопическим способом.
3. Мы выяснили, что среднее время вмешательства при лапароскопическом способе на 25% меньше, чем при лапаротомическом. Однопрокольный способ, кроме того, имеет минимальную травматизацию. Существенным требованием к проведению лапароскопической кастрации является квалификация персонала, наличие необходимого оборудования, инструмента.
4. Риск интра- и постоперационных осложнений выше при лапаротомическом способе, существует вероятность конверсии лапароскопической овариоэктомии в лапаротомическую.
5. Экономические затраты при использовании способа лапароскопии на 3 000 руб. больше, чем при лапаротомическом способе.

Практические предложения и рекомендации.

1. Для развития в ветеринарной клинике такого направления как лапароскопия первым способом, который должен освоить хирург, должна быть трех портовая овариоэктомия, этот способ обеспечивает удобную работу с органами брюшной полости, благодаря дополнительному инструменту введенному через 3 троакар.
2. При внедрении способа лапароскопии следует учитывать финансовые затраты на оборудование, инструменты, обучение

персонала, которые окупятся в долгосрочном периоде, сложно оценить риск выхода из строя оборудования или инструмента.

3. На консультации перед вмешательством необходимо внимательно ознакомить владельца собаки со всеми способами, их стоимостью, регламентом послеоперационного ухода за собакой, так как способы подразумевают разный подход к уходу после вмешательства.

Список литературы

1. Wildt DE, Leowier DF. Laparoscopic sterilization of the bitches and queens by the uterine horn occlusion. *Am J Vet Res.* 1985; 146:864–871.
2. Laparoscopic ovariectomy in dogs: comparison between laparoendoscopic single-site and three-portal access. Tapia-Araya AE, Díaz-Güemes Martin-Portugués I, Bermejo LF, Sánchez-Margallo FM.J Vet Sci. 2015; 16(4):525-30.
3. Small Animal Surgery (2nd, 02) by ACVS, Theresa Welch Fossum DVM MS PhD Dipl - MS, Cheryl S [Hardcover (2001)]

ФИТОРЕМЕДИАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОСНОВНЫЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ

Н.Ф. Чуенко [1,2], А.С. Павлова [1], А.С. Говоруха [2], Л.А. Литвина [2], Е.А. Новиков [1]
[1]Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены
[2]Новосибирский государственный аграрный университет
novikov@nsau.edu.ru

В конце 20 и в начале 21 века большое внимание уделяется технологии фиторемедиации окружающей среды. По сравнению с физическими, химическими и техническими методами восстановления экосистем использование растений является более экономичным и наносит меньший ущерб окружающей среде. Фиторемедиация – использование растений для удаления тяжелых металлов из окружающей среды или превращения их в безвредные соединения. Согласно другим представлениям в фиторемедиации загрязненных территорий активное участие принимают не только растения, но и ассоциированные с ними микроорганизмы ризосферы.

Ключевые слова: комнатные растения; фитонцидная активность; бутонизация; дошкольные образовательные организации; опрыскивание, фиторемедиация.

Термин «фиторемедиация» был введен американским ученым Раскином в 1994 г. По его мнению, истоки фиторемедиации уходят во времена зарождения земледелия и освоения человеком новых территорий под пахотные земли. Важнейшее преимущество фиторемедиации определяется тем, что в процессе очистки территорий практически используется только энергия солнца, поглощаемая зелеными растениями. В ходе фиторемедиации растительный покров уменьшает испарение влаги и эрозию почвы, активизирует почвенные процессы, не оказывает негативного механического и химического воздействия на почвенный покров, сохраняет структурное состояние почвы, поддерживает её агрофизические показатели.

Фиторемедиация позволяет очищать разные природные объекты: почву открытого и закрытого грунта, поверхностные и грунтовые воды. Очистке поддаются разные типы загрязнений: тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтепродуктами, пестицидами и другими органическими загрязнителями [1].

В детском учреждении для успешной работы, связанной с агротехникой выращивания растений (перевалка, пересадка, размножение, лечение) желательно иметь подсобное помещение (комнату садовника) размером не менее 9 м^2 с окном любой ориентации, кроме северной. Столы или стеллажи для работы с растениями устанавливают в комнате в наиболее освещенном месте – у окна. Дополнительная подсветка способствует более интенсивному процессу фотосинтеза, что ускоряет рост и развитие растений.

Обычно все агротехнические приёмы разбиваются на блоки: полив, подкормка удобрениями, опрыскивание водой, пересадка/перевалка [1]. Частоту выполнения тех или иных работ можно разделить на регулярные и периодичные. Регулярные агротехнические мероприятия (опрыскивание и полив).

Опрыскивание – это вспомогательный приём для увлажнения воздуха и профилактики от многих вредителей. Кроме того, растения, ионизируя воздух, притягивают большое число пылевых частиц, что существенно снижает физиологическую активность растений. При опрыскивании с каплями воды смываются пылевые частицы. Опрыскивать растения нужно чистой водой комнатной температуры из распылителя. Опрыскивать следует как верхнюю часть листа, так и нижнюю. Субтропические растения (мирт, лавр, лимон) в зимнее время,

когда влажность воздуха низкая, желательно опрыскивать ежедневно, тропические растения с гладкими листьями (хлорофитум, кофе) – желательно опрыскивать регулярно. Необходимо учитывать, что опрыскивание не заменяет полива.

Полив зависит от того, насколько мощная корневая система у растения, весь ли земляной ком освоен корнями, из каких компонентов состоит почвосмесь, какая температура воздуха в помещении, из какого материала изготовлен контейнер для растения. Поэтому проверять необходимость полива следует ежедневно. Поливают растения отстоянной водой комнатной температуры. Под каждым горшком должен стоять поддон. Поддоны и горшки, в которых растут растения, необходимо мыть с использованием мыльного раствора. Раз в месяц растения следует обмывать под душем от пыли. В профилактических целях растения, подверженные воздействию вредителей (паутинистый клещ и оранжерейная тля) моют мыльным раствором (10 г мыла дегтярного или хозяйственного на стакан воды). Через 15 минут после нанесения мыльного раствора на листья его смывают чистой водой [1].

Для равномерного роста побегов растения необходимо периодически поворачивать к источнику света (к окну). Нерегулируемый процесс проветривания помещения в зимнее время может стать причиной гибели растения (за несколько минут после открытия форточки перепад температуры воздуха около окна может составлять 20°C). Поэтому растения, стоящие под форточкой, на период проветривания помещения, следует убирать с подоконника либо прикрывать. Если подоконники холодные, то кашпо с растениями устанавливают на подставку из теплоизоляционного материала (дерево, пенопласт). Для стимулирования ветвления древесных растений рекомендуется по мере роста прищипывание двух верхних листьев [2].

Перевалка и пересадка растений проводиться по мере необходимости. Чаще прибегают к перевалке растений. Земля, оплетённая корнями, не удаляется, растения высаживаются в горшок большего размера. Увеличивают размер горшка поэтапно. Например, растение из литрового горшка пересаживается в 2-литровый, затем из 2-литрового – в 3-литровый. Быстрорастущие травянистые растения пересаживают 1-2 раза в год. Луковичные – после периода покоя. Растения цветущие – после окончания цветения. Полную пересадку: удаление земли с корней, посадка в совершенно новую землю – делают в редких случаях, когда земля станет полностью непригодной. При перевалке земляной ком у растения должен быть влажным. Для того чтобы пересадить растения, необходимо приготовить почвенную смесь, которая должна быть рыхлой по структуре и хорошо пропускать воду.

Различают тяжёлые, средние и лёгкие смеси. Тяжёлые земельные смеси используют для пальм, крупных древесных и некоторых травянистых растений. В их составе значительную роль играет дерновая земля. Как правило, в такую смесь высаживают уже взрослые растения. Средние земельные смеси применяют для большинства комнатных растений. В наиболее типичном случае такая смесь состоит из равных частей дерновой, листовой земли, перегноя, торфа и песка. Лёгкие земельные смеси рекомендуются для выращивания бегоний, геснериевых, марантовых, ароидных, некоторых акантовых, пеперомий, а также сеянцев и молодых растений, выращенных из черенков. В составе таких смесей дерновая земля, как правило, отсутствует.

Подкормка не рекомендуется для только что пересаженных, больных, находящихся в физиологическом покое растения. Удобрения выпускают концентрированными, в сухом или жидком виде. Рабочий раствор нужно готовить строго по инструкции и вносить, один раз в 2 недели (весной и летом – в период роста растений). Раствор удобрений должен превышать комнатную температуру на 3-5 ºС. В холодном помещении, при температуре ниже 15ºС, подкармливать растения не рекомендуется [3,4].

При содержании крупномерных растений в вазонах с землей рекомендуется поверхность земли засыпать любым инертным материалом (керамзит, речная галька, вермикулит) либо подсадить низкие – почвопокровные растения, для устранения попадания сапрофитных микроорганизмов с открытых участков почвы в воздух.

Хранение садового инвентаря, ингредиентов для составления почвенных смесей, удобрений, возможно в подсобном помещении, которое располагается в подвале или цокольном этаже и не имеет естественного освещения. Все рабочие инструменты (секаторы, пилы, садовые ножницы и др.) нужно хранить в недоступном для детей месте. К работам по поливу растений могут быть допущены дети. К работам с садовым инструментом и техникой детей допускать нельзя [5].

В процессе озеленения территории ДОУ важно соблюдать последовательность проведения работ, правила посадки деревьев и кустарников вблизи коммуникаций, зданий и сооружений, тщательно выполнять все необходимые агротехнические требования. Посадка древесных растений осуществляется на основе предварительно разработанного ландшафтного проекта (проекта реконструкции существующих насаждений), в котором отражены видовой состав растений, места их размещения, приемы формирования насаждений на территории ДУ. Высаживаемые в заранее подготовленные посадочные ямы деревья и кустарники (в виде стандартных или крупномерных

саженцев) не должны иметь механических повреждений кроны, ствола и корней, и признаков поражений болезнями и вредителями. Уход за древесными растениями включает регулярный полив, внесение удобрений, рыхление и прополку грунта в лунках, санитарную и формовочную обрезку кроны, уход за стволом. Санитарная обрезка деревьев и кустарников проводится по мере необходимости (убираются засохшие, обломанные, поврежденные ветки и порослевые побеги); формовочная обрезка – 1-2 раза в течение сезона (стрижка живых изгородей из кустарников, формирование крон деревьев).

Список литературы

1. Чуенко Н.Ф., Лобкис М.А., Цыбуля Н.В., Фершалова Т.Д., Новикова И.И. Оценка эффективности использования фитонцидных свойств растений для снижения микробной обсемененности воздуха с целью минимизации риска заболеваемости детей в условиях детских организованных коллективов. Science for Education Today. 2022. – Т. 12. – № 2. – С. 152-171
2. Hong S.H., Hong J., Yu J., Lim Y. Study of the removal difference in indoor particulate matter and volatile organic compounds through the application of plants // Environ Health Toxicol. – 2017. – Vol. 32. – P. e2017006. DOI: https://doi.org/10.5620/eht.e2017006
3. Иванова И., Кирина И., Самигуллина Н. Ботаника: лечебное садоводство: Учебное пособие для СПО. – М.: Юрайт, 2020. – С 164
4. Широкова Н.П. Использование фитонцидных свойств растений для улучшения микроклимата помещений // Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства: материалы II междунар. науч. конф. (Москва, 6-7 июня 2019 г.). – М. - С.598-602.
5. Цыбуля Н.В., Чиндяева Л.Н. Научные и практические аспекты фитодизайна // Ботаника и экология для создания комфортной среды обитания человека: Материалы науч.-практич. конф. с междунар. участием. Новосибирск, (20-21 марта 2018 г.). – Новосибирск, 2019. – С. 28.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

СЕКЦИЯ ТЕОРИЯ РАСЧЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО ЗАКЛЕПОЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ

Л.А. Адегова, Е.С. Николайчук
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
e.nikolajchuk@sibstrin.ru

В работе рассмотрена задача уточнения расчета заклепочного соединения элементов строительных конструкций. Рассмотрена расчетная схема фрагмента конструкции, состоящего из двух стальных листов, соединенных заклепками, при действии равномерно распределенной растягивающей силы. Построены конечно-элементные модели заклепочного соединения и выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния для шести типов соединения, из которых выбрано оптимальное.

Ключевые слова: заклепочные соединения, заклепки, конечно-элементная модель, прочность, нагрузка.

В настоящее время ошибочно считают, что заклепочные соединения потеряли свою популярность ввиду их замены сваркой, но это далеко не так. Многие современные материалы не поддаются сварке; кроме того, именно заклепки часто используются при соединении деталей в условиях вибрационных и ударных нагрузок. Такое соединение широко используется во многих отраслях – машиностроении, самолетостроении, ракетостроении, кораблестроении, автомобилестроении, а также в строительстве мостов, жилых и производственных зданий.

Одной из основных ошибок при проектировании заклепочного соединения является предположение о равномерном распределении усилий между заклепками. Для доказательства этой некорректности выполнена данная работа.

Из источника [1] были взяты формулы для определения диаметра заклепки и проверки прочности заклепочного шва на срез, а из [2] – формула для проверки прочности на смятие листа.

Для исследования распределений усилий в заклепочном шве была использована конструкция, состоящая из двух листов, соединенных внахлест. Первоначальный диаметр заклепок $d = 5$ мм.

В качестве материала для листов и заклепок была выбрана сталь 3 пределом текучести $\sigma_т = 240$ МПа, модулем упругости первого рода $E = 2{,}1 \times 10^5$ МПа, коэффициентом Пуассона $\nu = 0{,}3$. Также были взяты справочные данные из [3]: допускаемое напряжение на разрыв $[\sigma_р]$ = 125 МПа, допускаемое напряжение на смятие $[\sigma_{см}]$ = 190 МПа, допускаемое напряжение на срез $[\tau_{ср}]$ = 75МПа.

Метод конечных элементов широко используется для оценки НДС конструкций в различных отраслях промышленности [4–6]. Поэтому он был использован для решения задачи, рассматриваемой в данной работе. Для моделирования листов использовались плоские элементы типа plate (комбинированный плоский оболочечный элемент, воспринимающий мембранную и сдвиговую нагрузки). Для моделирования заклепок использовались элементы типа wale.

Были рассмотрены шесть моделей с разными расположениями заклёпок, для которых осуществлено определение их напряженно-деформированного состояния на основании расчетов по формулам из источников [1, 2].

По результатам расчетов балок трех видов сделаны выводы:

1) нагрузка между заклепками распределяется неравномерно;
2) характер распределения нагрузки зависит от схемы расположения заклепок;
3) в условиях прочности по [1, 2] предполагается равномерное распределение нагрузки между заклепками, поэтому такой расчет дает погрешность;
3) величина погрешности зависит от схемы расположения заклепок.

Список литературы

1. Студопедия – Информационный студенческий ресурс [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://studopedia.net/3_4846_ proektirovanie-zaklepochnogo-soedineniya.html (дата обращения: 13.02.2019).
2. dx-dy.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа : http://dx-dy.ru/sopromat/sdvig-smyatie-v-sopromate.html (дата обращения: 13.02.2019).

3. Алекс-проект [Электронный ресурс]. Режим доступа : https:// studopedia.net/3_4846_proektirovanie-zaklepochnogo-soedineniya. html (дата обращения: 23.02.2019).
4. Рычков С. П. MSC.Visual NASTRAN for Windows [Текст] / С.П. Рычков. – М.: НТ Пресс, 2004. – 552 с.
5. Рычков, С. П. Моделирование конструкций в среде Femap with NX NASTRAN [Текст] / С.П. Рычков. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 784 с.
6. Адегова Л. А. Основы метода конечных элементов: учебное пособие [Текст] / Л.А. Адегова, Б.М. Зиновьев. – Новосибирск: изд-во СГУПС, 2015. – 131 с.

СРАВНЕНИЕ ПЬЕЗООПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ WEISTEK TOUGHNESS PHOTOPOLYMER RESIN И ANYCUBIC BASIC

Ф.С. Волков, М.В. Табанюхова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
m.tabanyukhova@sibstrin.ru

Для экспериментальных исследований напряжений в моделях методом фотоупругости важную роль играют материалы, обладающие оптической чувствительностью. В работе на поляризационно-проекционной установке ППУ-7 получены картины полос интерференции в моделях из фотополимерных смол марок Weistek Toughness Photopolymer resin и Anycubic Basic, являющихся новыми материалами, ранее не исследовавшимися на предмет пьезооптической чувствительности. На основе результатов тарировочных испытаний для обоих материалов определена «цена» полосы по напряжениям.
Ключевые слова: Фотополимерная смола, картина полос интерференции, «цена» полосы материала по напряжениям, тарировочные испытания, пьезооптические свойства, поляризационно-оптический метод.

Поиск оптически чувствительных фотополимеров направлен на обеспечение метода фотоупругости новыми пьезооптическими материалами для изготовления моделей с привлечением аддитивных технологий. Под пьезооптическими свойствами понимается оптическая чувствительность и «цена» полосы материала по напряжениям.

Объект исследования – фотополимерные смолы Weistek Toughness Photopolymer resin и Anycubic Basic. Фотополимерная смола – полимер,

который послойно отверждается под действием ультрафиолетового излучения. Образцы были напечатаны на 3D принтере Anycubic Photon S.

Цель работы – определение оптической чувствительности и «цены» полосы фотополимерных смол указанных марок.

Следует отметить, что работ, посвященных определению оптико-механических характеристик фотополимеров, в нашей стране нет. В последние годы над исследованиями в этой области активно работает коллектив китайских ученых, описавших результаты исследования оптико-механических свойств фотополимерной смолы марки VeroClear [1, 2]. Она используется для печати моделей при исследовании горных пород, а также для изучения сложной структуры бетона. В последнем случае из фотополимера печатают прозрачную матрицу.

Одним из наиболее наглядных и перспективных методов экспериментального изучения напряжений в моделях из фотополимерной смолы является поляризационно-оптический метод, основанный на использовании свойства двойного лучепреломления [3]. В результате просвечивания модели появляется картина полос интерференции, которую также называют полем изохром. Связь картины полос интерференции и напряжённо-деформированного состояния модели определяется тем, что изохромы – это линии, являющиеся геометрическим местом точек с одинаковой разностью главных в плоскости напряжений [4].

Для исследования оптической чувствительности и «цены» полосы фотополимеров по напряжениям были проведены тарировочные испытания, позволяющие вычислить напряжения в какой-либо точке при помощи теоретического решения и сравнить с наблюдаемым оптическим эффектом. В данной работе были рассмотрены: чистый изгиб балки прямоугольного поперечного сечения и сжатие по диаметру диска [5].

Модели представляют собой диск толщиной 5 мм и диаметром 25 мм (Рисунок 1) и балку габаритами 85×5×15 мм (Рисунок 2).

В процессе испытаний образцы подвергались ступенчатому нагружению. При осевом сжатии диска были получены картины полос интерференции. «Цена» полосы фотополимеров вычислена на основе порядкового номера изохромы, определённой в центре диска (Рисунок 3).

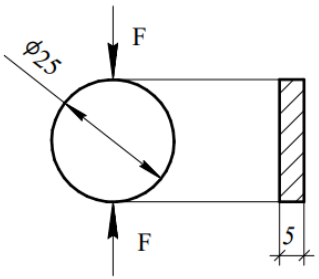


Рисунок 1 – Схема нагружения диска при одноосном сжатии

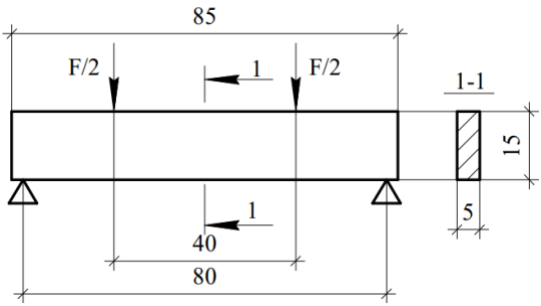


Рисунок 2 – Схема нагружения балки при чистом изгибе

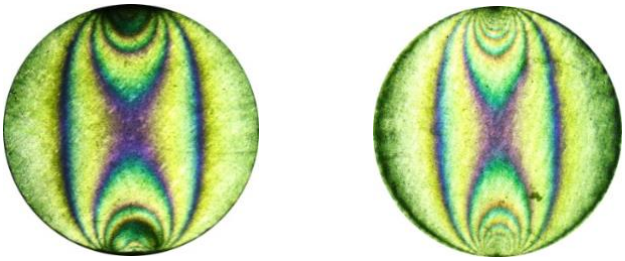


Рисунок 3 – Картины полос интерференции в белом свете. Образцы из Weistek Toughness Photopolymer resin (слева) и Anycubic Basic (справа)

Были проведены испытания на чистый изгиб балки при ступенчатом нагружении. В результате получены картины полос интерференции (Рисунок 4), с помощью которых определен максимальный порядок полосы в сечении 1-1 (Рисунок 2). На основе этих данных вычислена «цена» полосы материала по напряжениям.

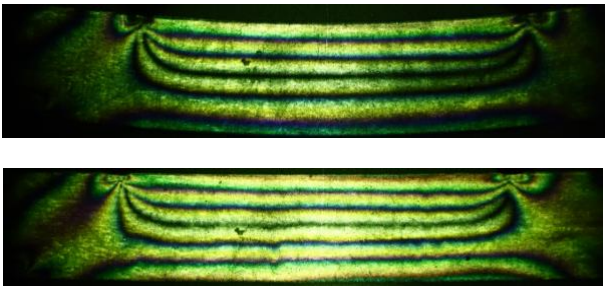


Рисунок 4 – Картина полос интерференции в белом свете. Образцы из Weistek Toughness Photopolymer resin (сверху) и Anycubic Basic (снизу)

В результате выявлено, что оптическая чувствительность смолы Anycubic Basic – более высокая по сравнению со смолой Weistek Toughness Photopolymer resin. Однако следует отметить, что оба этих фотополимера обладают более низкой оптической чувствительностью по сравнению с оргстеклом марки Э2 или эпоксидной смолой. При нагружении образцов до получения второй полосы в материале моделей начинали развиваться пластические деформации. При разгружении в образцах возникали остаточные напряжения и нарушения геометрической формы. В таком случае повторное испытание моделей не представлялось возможным.

Список литературы

1. Ju Y. et al. Experimental study on mechanical and optical properties of printable photopolymer used for visualising hidden structures and stresses in rocks //Optical Materials. – 2021. – Т. 111. – С. 110691.
2. Ju Y. et al. Visualization of the three-dimensional structure and stress field of aggregated concrete materials through 3D printing and frozen-stress techniques //Construction and Building Materials. – 2017. – Т. 143. – С. 121–137.
3. Табанюхова М.В. Теория упругости (фотоупругость) / Табанюхова М.В., Албаут Г.Н. // Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности «Строительство». – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2007 г. – 18 с.
4. Александров А. Я., Ахметзянов Н. Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. – М.: Наука, 1973. – 576 с.
5. Хаимова-Малькова Р.И. Методика исследований напряжений поляризационно-оптическим методом. – М.: Наука, 1970. – 115 с.

О КОРРЕКТНОСТИ АППРОКСИМАЦИИ ФУНКЦИИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ СПЛАЙНОМ ПЯТОЙ СТЕПЕНИ И ПОЛУЧЕНИЯ УСИЛИЙ В НЕЙ

Л.Е. Казанов, П.Г. Суровин, А.О. Кузнецов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
4563500@mail.ru

В работе рассматривается анализ корректности вычислений аппроксимации функции перемещений сплайном пятой степени и последующего получения усилий в тоннельной обделке на основе данной функции перемещений. Также производится расчет задачи о гидростатическом сжатии обделки по предлагаемой методике.

Ключевые слова: тоннельная обделка, перемещения, напряженное состояние, подземные сооружения, деформации обделки тоннеля, усилия в обделке тоннеля, погрешность измерений, гидростатическое сжатие кольца, аппроксимация функции

Исследование является продолжением работ [1-3]. Ранее были представлены основные расчетные формулы и алгоритм работы с ними, были оценены погрешности промежуточных вычислений [3].

В исследовании [2] были приведены фактические погрешности аппроксимации функций перемещений для сплайнов 3-го и 5-го порядков и вычислений усилий от них.

В данной работе осуществляется попытка выяснить, с чем связано получение некорректной эпюры продольных сил в несущей конструкции подземного сооружения при аппроксимации функции перемещений внутреннего очертания обделки.

1 Расчеты усилий по предлагаемой методике для сплайна пятого порядка для различных задач

1.1 Расчет для обделки в грунтовом массиве

Алгоритм расчета соответствует описанию исследования [1], но в качестве фундаментальной функции был взят сплайн пятой степени. Результаты аппроксимации перемещений в естественной системе координат представлены на рисунке 1.

Если точность аппроксимации перемещений для сплайна третьего порядка была в пределах 5%, то для сплайна пятого порядка данная точность уже составила 1%.

Результаты вычисления значений продольных сил и изгибающих моментов по полученным функциям перемещений представлены на рисунке 2.

а) *б*)

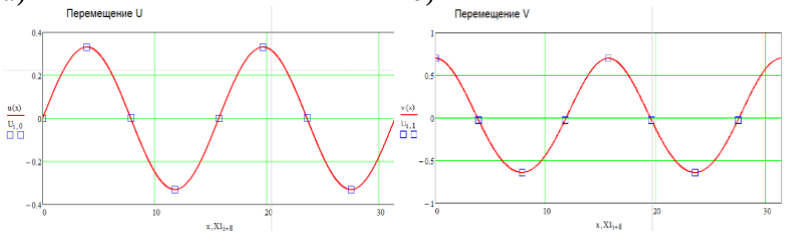


Рисунок 1 – Аппроксимация перемещений контура сплайном пятого порядка:
***а* – тангенциальное перемещение; *б* – радиальное перемещение**
Квадраты – контрольные точки

а) *б*)

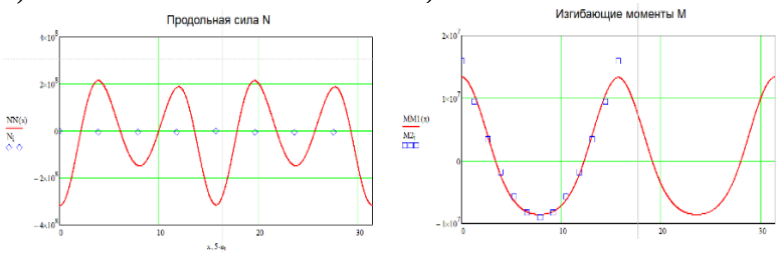


Рисунок 2 – Усилия в обделке для сплайна пятого порядка:
***а* – продольная сила, *б* – изгибающий момент**
Квадраты – контрольные точки

По анализу результатов выяснилось, что продольная сила не отвечает контрольным точкам по причине близости значений, составляющих формулу для определения продольной силы величин не только на порядки, но и по модулю. Например, в формуле:

$$N = \varepsilon EA = \left(\frac{du_s}{ds} - \frac{v_s}{\rho}\right) EA$$

значения в скобках очень близки. Например:

$$\frac{du_s(7)}{ds} = 0{,}08 \text{ и } \frac{v_s(7)}{\rho} = 0{,}081$$

в результате чего получается некорректная эпюра продольных сил.

Далее было принято решение решить задачу о гидростатическом сжатии кольца, для которой получено строгое аналитическое решение.

1.2 Задача о гидростатическом сжатии кольца

Поскольку результаты вычислений продольной силы не отвечали действительности (см. рисунок 2а), то была рассмотрена задача о гидростатическом сжатии кольца (см. рисунок 3). Согласно аналитическому решению, изгибающий момент в сечениях кольца обделки будет равен нулю, а значение продольной силы вычисляется по формуле:

$$N = qR,$$

где R – радиус обделки, м; q – радиальная нагрузка, кН/м.

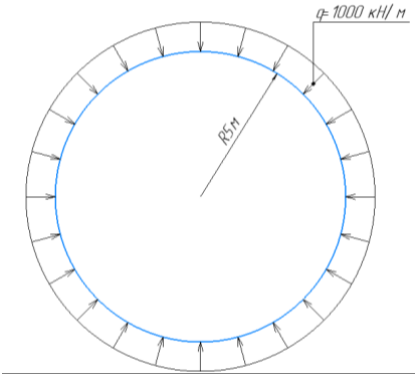


Рисунок 3 – Исходные данные к задаче о гидростатическом сжатии кольца

В соответствии с исходными данными (см. рисунок 3) продольная сила составляет5000 кН. Результаты решения по предлагаемой в работе [1] методике в зависимости от длины контура обделки представлены на рисунке 4 с учетом её симметрии. Эпюра изгибающих моментов не приводится ввиду ее полного зануления.

Не смотря на полученные скачки погрешности вычисления усилий в сравнении с результатом аналитического решения составляют менее 1%, т.е. получены корректные результаты, что противоречит ранее рассмотренным решениям (имеется парадокс – в одном случае вычисления корректны, а в другом – нет). Следовательно, возникает

необходимость в дальнейшем анализе и проверке теории, используемой для данной методики.



Рисунок 4 – Вычисленные значения продольной силы по длине контура обделки для задачи гидростатического сжатия

Вывод

После теоретических выводов были произведены пробные расчеты, по результатам которых получены эпюры изгибающих моментов, отвечающие данным расчета численными методами как качественно, так и количественно с наибольшим расхождением в одном из узлов 15%, чего нельзя сказать про эпюры продольных сил, за исключением задачи о гидростатическом сжатии – погрешность менее 1%.

Дальнейшее развитие работы планируется в совершенствовании методики для увеличения точности результатов расчетных усилий, проверке решения Ржаницына А.Р. [4].

Список литературы

1. Казанов, Л. Е. О возможной методике мониторинга напряженного состояния тоннельной обделки / Л. Е. Казанов, П. Г. Суровин // Интеллектуальный потенциал Сибири : Сборник научных трудов. 30-я Региональная научная студенческая конференция, Новосибирск, 23–27 мая 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. – С. 595-597. – EDN HJPVYO.

2. Казанов, Л. Е. О возможной методике мониторинга напряженного состояния тоннельной обделки / Л. Е. Казанов, П. Г. Суровин, А. О.

Кузнецов // Наука и молодежь XXI века : Материалы регионального форума. В 3-х частях, Новосибирск, 08–10 ноября 2022 года. Том Часть 1. – Новосибирск: Сибирский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 20-25. – EDN ENZWHO.
3. Суровин, П. Г. О точности определения координат точек контура закрепленного лба забоя выработки при строительстве подземных сооружений / П. Г. Суровин, А. О. Кузнецов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2021. – № 2(57). – С. 49-52. – DOI 10.52170/1815-9265_2021_57_49. – EDN VXOCNB.
4. Ржаницын А.Р. Устойчивость равновесия упругих систем. – М., 1973. – 476 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФОТОПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ ОТ ТЕХНИКИ ПЕЧАТИ

А. Е. Керн, Е. С. Савельев, А. Е. Нагель
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
a.kern@sibstrin.ru

Данная работа направлена на определение физико-механических характеристик фотополимерной смолы Anycubic Basic Colored UV. На 3D-принтере посредством технологии SLA (стереолитография) *были напечатаны три серии образцов с разной ориентацией слоёв. Проведены их испытания на одноосное растяжение. Получены диаграммы напряжений. На их основе вычислены характеристики прочности и пластичности фотополимерной смолы. Выполнен анализ полученных результатов.*
Ключевые слова: фотополимерная смола, пьезооптические материалы, физико-механические характеристики.

Печать на 3D-принтере получила широкую популярность в XXI веке за счёт практичности и возможности точного изготовления моделей. Существуют разные технологии создания 3D-объекта: полимеризация фотополимерной смолы под воздействием ультрафиолета (SLA), послойное наплавление пластика (FDM) и другие. В данной работе использована технология - SLA, позволяющая печатать модели из

фотополимерных смол. В первую очередь (для авторов работы), представляют интерес прозрачные фотополимеры, которые в дальнейшем можно применять для изучения напряжённого состояния моделей с помощью метода фотоупругости. Однако основной проблемой при использовании новых материалов является недостаток данных об их физико-механических характеристиках, которые необходимы для дальнейших исследований.

В научной литературе описаны исследования, направленные на определение физико-механических характеристик новых материалов, используемых в аддитивных технологиях. Например, результаты таких исследований представлены в работах [1-4]. Существуют работы, ориентированные на выявление зависимости физико-механических характеристик от положения слоёв при печати образцов с использованием разных материалов. Так в публикациях [2-4] представлены результаты исследования такой зависимости при использовании технологии FDM для некоторых филаментов.

Научной новизной данной работы является изучение физико-механических характеристик фотополимерной смолы Anycubic Basic Colored UV. Материал этот новый, изготовитель не предоставляет всех необходимых для исследований характеристик. Цель настоящей работы – построение диаграмм «напряжение-деформация» и определение прочностных показателей, а также выявление зависимости физико-механических характеристик фотополимерной смолы от ориентации слоёв при печати образца.

Для определения физико-механических характеристик данного материала использовалась модель, схема которой приведена на рис. 1. Она представляет собой пластинку толщиной 3мм с широкими площадками под зажимы и узкой рабочей частью. Изготавливались образцы с помощью технологии печали SLA, основанной на твердении материала при облучении ультрафиолетовым излучением.

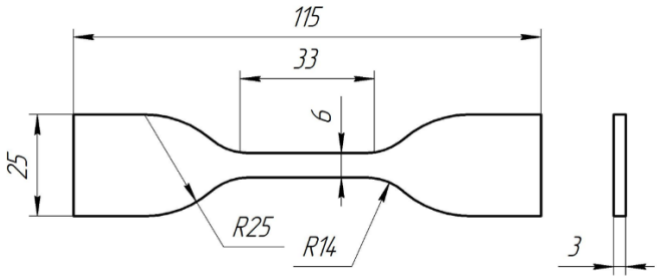


Рисунок 1 – Схема модели

Модели для настоящего исследования напечатаны следующим образом. При печати варьировалось расположение слоёв материала. На рис. 2а представлена модель, расположенная на платформе горизонтально. На рис. 2б модель расположена вертикально, относительно плоскости платформы. На рис. 2в модель расположена на ребре. При этом слои во время печати всегда располагаются параллельно платформе.

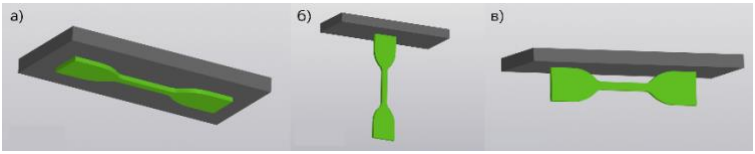


Рисунок 2 – Положение образцов при печати: а) горизонтальная печать; б) вертикальная печать; в) печать на ребре

Для определения физико-механических характеристик модели подвергались одноосному растяжению на установке КСИМ-40. По результатам испытаний для всех образцов были построены диаграммы напряжение-деформация, представленные на рис. 3.

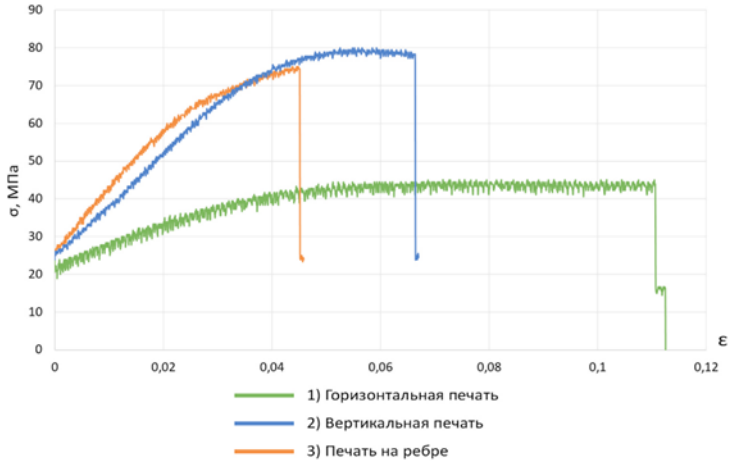


Рисунок 3 – Диаграмма «напряжение-деформация»

Следует отметить отличительный характер диаграмм в зависимости от расположения слоев при печати. График «1» соответствует

испытанию образца, напечатанного горизонтально. На нём есть зона пластических деформаций, относительная линейная деформация составляет 0,11, предел прочности 43 МПа. На диаграмме «2» отражены результаты испытания модели, напечатанной вертикально, а на диаграмме «3» - модели, напечатанной на ребре. На графике «2» площадка текучести отсутствует, относительное удлинение составляет 0,066. Предел прочности данного образца 77 МПа. На диаграмме «3» зона пластических деформаций наименьшая, площадка текучести отсутствует. Относительное удлинение - 0,045, предел прочности – 74 МПа.

Заключение

Получены диаграммы напряжений для образцов, напечатанных при разной ориентации слоёв, при растяжении. Выполнен анализ диаграмм, определены физико-механические характеристики фотополимерной смолы Anycubic Basic Colored UV. Установлено, что ориентация слоёв при печати образцов существенно влияет на характеристики материала.

Список литературы

1. Yang Ju, Li Wang, Heping Xie, Guowei Ma, Lingtao Mao, Zemin Zheng, Jinbo Lu. Visualization of the three-dimensional structure and stress field of aggregated concrete materials through 3D printing and frozen-stress techniques // Construction and Building Materials. - 2017. - №143. - с. 121–137.
2. Шмелёв А. В., Ивченко В. И., Талалуев А. В. Экспериментальное и расчетное определение механических характеристик образцов АБС-пластика при растяжении, изготовленных методом 3D-печати // Инженерный журнал: наука и инновации. - 2021. - №4. - С. 1-13.
3. Витренко В. А., Сыровой Г. В., Афошин А. А. Исследование прочности и характера разрушений моделей, получаемых при изменении положения в 3D-печати // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития. - 2020. - С. 137-139.
4. Бурлов В. В., Спиров К. Н., Крыжановский В. К. Особенности процесса свободного наслаивания расплавов аморфных термопластов и его влияние на свойства изделий получаемых по 3D-технологии // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). - 2016. - С. 52-57.
5. ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – Взамен ГОСТ 11262-80 ; введ. 01.10.2018. – Москва: СТАНДАРТИНФОРМ, 2018. – 20 с.

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТРУБЧАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КОРРОЗИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ И РАЗНЫХ ВИДАХ ДЕФОРМАЦИИ

Е.К. Лукин, В.Г. Себешев
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
e.lukin@sibstrin.ru

С использованием вероятностных методов теории надежности получены количественные описания изменения во времени характеристик надежности по критерию прочности изгибаемого стального стержневого конструктивного элемента кольцевого сечения с учетом коррозионного износа. Выполнен анализ влияния параметров элемента, модели коррозии и вида деформации стержня на его надежность и долговечность.

Ключевые слова: надежность, долговечность, трубчатый стержень, коррозия, изгиб, индекс надежности, вероятность отказа, коэффициент коррозии.

Проблеме коррозионных повреждений материалов и конструкций посвящены многочисленные исследования – как по вопросам изучения физико-химических аспектов процесса коррозии [1], так и по оценкам влияния коррозионного износа на несущую способность конструкций, в частности [2, 3]. Тем не менее актуальным остается развитие теории прямых вероятностных расчетов надежности и долговечности [4] строительных, в особенности стальных, конструкций в сложных условиях эксплуатации с учетом коррозии элементов [5], что необходимо для обоснованного прогнозирования работоспособности строительных систем, оценки их ресурса на разных этапах жизненного цикла и организации их обслуживания и ремонта, включая антикоррозионную защиту конструкций.

В связи с этим рассматривается прямая задача расчета надежности и долговечности по критерию прочности в упругой стадии работы изгибаемого стального стержня кольцевого сечения с учетом равномерного по внешней поверхности коррозионного износа (Рисунок 1). Основные вопросы:

– разработка методики расчета надежности и долговечности стержней кольцевого сечения при изгибе с учетом коррозионного износа;

– получение качественных и количественных результатов расчётов надежности и долговечности с оценкой влияния характеристик изгибаемого элемента и параметров модели коррозии;

– анализ изменения во времени показателей надежности стержня в зависимости от вида деформации (изгиб, растяжение).

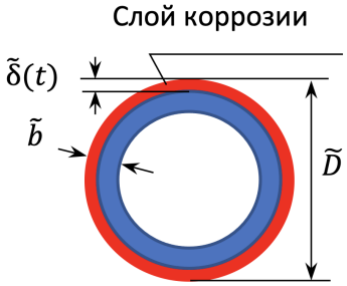


Рисунок 1 – Сечение стержня

В соответствии с общепринятой концепцией расчета надежности проф. А.Р. Ржаницына используется понятие резерва работоспособности

$$\tilde{S}(t) = \tilde{R}(t) - \tilde{Q}(t)\,, \qquad (1)$$

где $\tilde{R}(t)$ и $\tilde{Q}(t)$ – соответственно обобщенная прочность и нагрузочный фактор, зависящие от времени эксплуатации t.

В рассматриваемой задаче в качестве $\tilde{R}(t)$ выступает предельный (в упругой стадии работы материала) изгибающий момент сечения $\tilde{M}_u(t)$, а роль $\tilde{Q}(t)$ играет момент $\tilde{M}(t)$ в расчетном сечении стержня, возникающий от заданных воздействий на конструкцию, в состав которой входит данный элемент.

Надежность (вероятность безотказной работы по принятому критерию работоспособности) находится как

$$P_s(t) = 1 - P_f(t), \qquad (2)$$

где $P_f(t) = \int_{-\infty}^{0} p_S[S(t)]\, dS$ – вероятность отказа;
$p_S[S(t)]$ – плотность вероятности резерва $\tilde{S}(t)$.

Вероятность отказа вычисляется в зависимости от предварительно определяемого индекса надежности (характеристики безопасности)

$$\beta(t) = \frac{\bar{S}(t)}{\hat{S}(t)} = \frac{1-\xi(t)}{\sqrt{[A_R(t)]^2+\left[\xi(t)\,A_Q(t)\right]^2-2\xi(t)\,r_{RQ}(t)A_Q(t)A_R(t)}}, \qquad (3)$$

где $\bar{S}(t)$, $\hat{S}(t)$ – соответственно математическое ожидание (МО) и стандарт резерва $\tilde{S}(t)$; $\xi(t) = \bar{Q}(t)/\bar{R}(t)$ – коэффициент нагруженности (приближения к расчетному предельному состоянию), $0 < \xi(t) < 1$;
$A_R(t)$, $A_Q(t)$, $r_{RQ}(t)$ – коэффициенты вариации и корреляции $\tilde{R}(t)$ и $\tilde{Q}(t)$.

Для описания процесса коррозии использована модель Гульдберга – Ваага [3]:

$$\bar{\delta}(t) = \delta_0(1 - e^{-\alpha t}); \qquad (4)$$

В результате расчетов построены графики изменения во времени вероятности отказа, надежности, плотности вероятности отказа и коэффициента коррозии при варьировании характеристик геометрии сече-ния, параметров модели (4) и вида деформации конструктивного элемента.

Выводы. 1. Разработаны методика и алгоритм расчета надежности и долговечности по критерию прочности изогнутых стержней, претерпевающих коррозионный износ; с их помощью получены количественные описания изменения во времени вероятности отказа и результаты оценки долговечности стальных изгибаемых стержней кольцевого сечения при различных моделях процесса коррозии и варьировании геометрических параметров кольца.

2. Показано, что временна́я плотность вероятности отказа увеличивается в начальный период эксплуатации, а затем уменьшается со временем, причем для массивных сечений возможна стабилизация прогнозируемой надежности, но на уровне, который может быть неприемлемо низким.

3. Сравнительный анализ характера и особенностей изменения во времени показателей надежности трубчатого конструктивного элемента при различных видах деформации (изгибе и растяжении) выявил слабую зависимость этих показателей от вида напряженного состояния сечения при развитии коррозионного износа.

4. Полученные в работе результаты могут быть использованы для приближенных оценок надежности и долговечности стальных стержневых элементов, испытывающих коррозию, при совместном

изгибе с растяжением (или сжатием, без учета риска потери устойчивости), а также имеющих тонкостенные коробчатые, двутавровые и т.п. сечения.

Список литературы

1. Голубев А.И. Влияние коррозии металлов на долговечность металлических конструкций // Исследования надежности металлических конструкций: Труды ЦНИИПроектстальконструкция, 1979. – С. 85–94.
2. Вольберг Ю.Л., Коряков А.С. Учет воздействия агрессивной среды на несущую способность стальных конструкций // Труды МИСИ, 1983. № 183. – С. 30–31.
3. Бондаренко В.М., Прохоров В.Н. К вопросу об оценке силового сопротивления железобетона повреждению коррозионными воздействиями // Изв. вузов. Строительство, 1998. № 3. – С. 30–41.
4. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 384 с.
5. Себешев В.Г. Надежность и долговечность растянутых элементов стержневых конструкций при коррозионных повреждениях // Изв. вузов. Строительство, 2006. № 11–12. – С. 100–107.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЬЕЗООПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДОРАСТВОРИМОЙ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ СМОЛЫ

Э. А. Мглинец, Н. А. Медведева, М.В. Табанюхова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), m.tabanyukhova@sibstrin.ru

В работе представлены результаты исследования пьезооптических свойств водорастворимого полимера. Были проведены тарировочные испытания моделей на поляризационно-проекционной установке. По полученным картинам полос интерференции, связанным с напряженным состоянием, была определена «цена» полосы по напряжению и оптическая чувствительность материала в сравнении с уже исследованными.

Ключевые слова: фотоупругость, пьезооптические свойства, водорастворимый фотополимер, 3D печать, тарировочные испытания.

Объект исследования – фотополимерная водорастворимая смола ESUN Water Washable, из которой изготовлялись модели для

тарировочных испытаний. Водорастворимая фотополимерная смола - полимер, способный растворяться в воде до своего отверждения под воздействием излучения, чаще всего ультрафиолетового.

Цель работы – определение оптической чувствительности и «цены» полосы по напряжениям данной фотополимерной смолы и сравнении полученных данных с характеристиками оргстекла марки Э-2.

Пьезооптические свойства фотополимеров только начинают изучаться в силу долгой недоступности и дороговизны материала. На данный момент в изучении оптико-механических свойств фотополимеров основное направление задает группа пекинских исследователей, с приоритетом изучения фотополимеров в интересах горнодобывающей промышленности. Целью исследований является достижение максимального сходства между физическим и механическим поведением напечатанной модели и реальной горной породы или бетона [1, 2].

В нашей стране исследований, посвященных пьезооптическим свойствам фотополимеров, в том числе водорастворимых, на сегодняшний день нет.

Метод фотоупругости – один из методов изучения напряжений, основанный на зависимости диэлектрической проницаемости вещества от деформации, которая проявляется в виде двойного лучепреломления под действием механических нагрузок.

Для исследования оптической чувствительности полимера и «цены» полосы по напряжениям были проведены тарировочные испытания. В работе рассматривались одноосное сжатие диска и чистый изгиб балки.

Модели представляют собой диск диаметром 25 мм и толщиной 5 мм (Рисунок 1, а) и балку габаритами 85×5×15 мм (Рисунок 1, б).

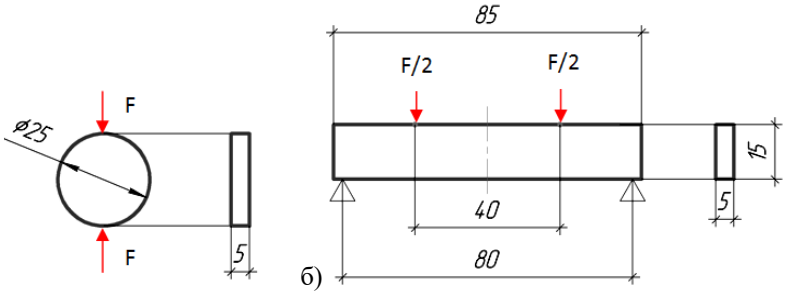


Рисунок 1 – Схема нагружения:
а) - диска при одноосном сжатии; б) - балки при чистом изгибе

В процессе испытаний образцы подвергались ступенчатому нагружению. При одноосном сжатии диска были получены картины полос интерференции (Рисунок 2). «Цена» полосы определялась по формуле:

$$\sigma_0^{1.0} = \frac{8F}{\pi D n}, \quad (1)$$

где $\sigma_0^{1.0}$– «цена» полосы материала по напряжениям,
F – сила,
D - толщина модели,
n – порядок полосы.

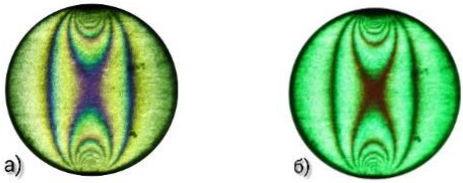


Рисунок 2 – Картины полос интерференции:
а) - в белом свете; б) - в зелёном свете

В результате испытаний на чистый изгиб балки были получены картины полос интерференции (Рисунок 3).

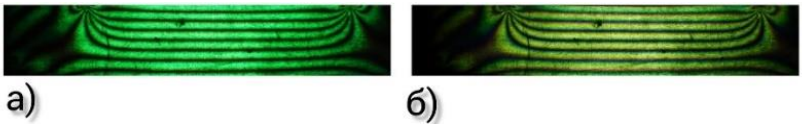


Рисунок 3 - Картина полос интерференции:
а) - в зелёном свете; б) - в белом свете

На основе этих данных вычислена «цена» полосы материала по напряжениям по формуле:

$$\sigma_0^{1.0} = \frac{|M_z|_{max} \cdot d}{n \cdot W_z}, \quad (2)$$

где $|M_z|_{max}$ – максимальное значение момента,
d – толщина модели,
n – порядок полосы,
W_z – осевой момент сопротивления сечения.

В результате тарировочных испытаний была определена «цена» полосы материала по напряжениям для смолы ESUN Water Washable: $\sigma_0^{1.0}$ = 7736,2 кПа·см, при одноосном сжатии и $\sigma_0^{1.0}$ = 16464 кПа·см при чистом изгибе. По сравнению с оргстеклом марки Э-2 оптическая чувствительность смолы ESUN Water Washable ниже в 4,8 раза (для оргстекла $\sigma_0^{1.0}$ =1650 кПа·см), что делает этот материал менее предпочтительным в исследованиях напряжений с помощью метода фотоупругости.

Список литературы

1. Ju Y. et al. Experimental study on mechanical and optical properties of printable photopolymer used for visualising hidden structures and stresses in rocks //Optical Materials. – 2021. – Т. 111. – С. 110691.
2. Wang, L., Ju, Y., Xie, H. et al. The mechanical and photoelastic properties of 3D printable stress-visualized materials. Sci Rep 7, 10918 (2017)
3. Александров. А. Я., Ахметзянов. Н. Х. Поляризационно-оптические методы механики деформируемого тела. – М.: Наука, 1973. – 576 с.
4. Табанюхова М.В. Теория упругости (фотоупругость) / Табанюхова М.В., Албаут Г.Н. // Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности «Строительство» – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2007. – 18с.

ПРИБЛИЖЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОГИБОВ БАЛОК ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

Мищенко А.В., Шилиманова Е.С.
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
kate_shi@icloud.com

Предложена методика приближенного аналитического решения задачи нахождения прогибов консольных балок линейно переменной высоты поперечного сечения. При выводе расчетных соотношений использованы функции формы прогибов балок постоянного сечения при интегральном удовлетворении дифференциального уравнения изгиба. Получены удобные для практического использования приближенные формулы максимальных прогибов балок, загруженных сосредоточенной и равномерно-распределенной нагрузками. Анализ перемещений позволил выявить рациональные профили балок, обеспечивающие наибольшую жесткость при заданном объеме материала.

Ключевые слова: консольная балка, дифференциальное уравнение изгиба, балка переменного сечения, функция формы прогиба.

Одним из распространенных элементов инженерных конструкций являются балочные элементы, испытывающие деформацию изгиба. Повышение прочности, жесткости, экономичности балок и других конструктивных элементов может быть достигнуто следующими способами: а) путем создания рациональных физически неоднородных структур [1, 2] и б) посредством применения усложненной геометрической формы составных частей данных элементов [3–4,]. При проектировании распространенных в строительной практике элементов наличие относительно простых окончательных зависимостей (расчетных формул) представляет существенный практический интерес.

В данной работе рассмотрена приближенная методика расчета прогибов непризматических балок, имеющих линейный и кусочно-линейный законы изменения высоты поперечного сечения.

Однородная балка длиной l, выполненная из некоторого конструкционного материала, имеет прямоугольное поперечное сечение постоянной ширины b и переменной высоты, заданной законом

$$h(x) = h_1\left(1-\frac{x}{l}\right)+h_2\frac{x}{l}, \quad x\in[0,l], \tag{1}$$

где h_1, h_2 – высоты балки на левом и правом концах.

Применяя гипотезы Бернулли, исследование деформаций балки выполним на основе дифференциального уравнения поперечного изгиба стержня переменного сечения. На его основе для балки прямоугольного сечения, учитывая (1), сформируем дифференциальный оператор

$$L(v) = \frac{d^2v(x)}{dx^2} - \frac{12M(x)}{E\cdot b\left[h_1\left(1-\frac{x}{l}\right)+h_2\frac{x}{l}\right]^3} = 0, \tag{2}$$

который при подстановке точного выражения $v(x)$ должен выполняться тождественно. Для поиска приближенного решения аппроксимируем искомую функцию прогиба $v(x)$ выражением

$$v(x) \to v_{\max}\varphi(x), \tag{3}$$

где $\varphi(x)$ – заданная безразмерная функция формы, удовлетворяющая граничным условиям, а $v_{\max}$ – искомое амплитудное значение прогиба. При загружении балки сосредоточенной силой представим прогиб в виде

$$v(x) = v_{1,\max}^{(F)}\varphi_F(x), \quad \varphi_F(x) = \frac{x^2}{2l^2}\left(3-\frac{x}{l}\right). \tag{4}$$

Здесь в качестве функции формы $\varphi_F(x)$ принята безразмерная функция прогиба в консольной балке постоянного сечения. Амплитуда ее прогиба, как известно, составляет $C_F = Fl_1^3/(3EI)$.

Варьирование h_1 и h_2 в выражении (1) выполним с использованием безразмерного управляющего параметра $k\in[0,1]$

$$h_1 = 2kh, \; h_2 = 2(1-k)h, \quad h\in[0,2h], \tag{5}$$

где h – среднее значение высоты. При k = 0,5 получим $h_1 = h_2 = h$, то есть балку постоянного сечения. Очевидно, что задание высот в форме (5)

обеспечивает при изменении k постоянство объема балки $V(k) = bhl_1 = \text{const}$.

Требуя выполнения оператора (2) в интегральном смысле при учете (4), (5), получим простую формулу, удобную для вычисления максимального прогиба трапецеидальной балки

$$v_{1,\max}^{(F)} = C_F \frac{1}{8k^2(1-k)} \ . \qquad (6)$$

В ней первый множитель C_F отражает прогиб в балке постоянного сечения, а второй – безразмерную поправку, учитывающую переменность сечения.

Аналогично (3), заимствуя функцию формы $\varphi(x)$ из точного выражения прогиба балки постоянного сечения, загруженную равномерно-распределенной нагрузкой, имеем аппроксимацию

$$v(x) = v_{\max}^{(q)} \varphi_q(x) \ , \quad \varphi_q(x) = \frac{x^2}{l^2}\left(2 - \frac{4x}{3l} + \frac{x^2}{3l^2}\right). \qquad (7)$$

В балке постоянного сечения амплитуда прогиба составляет $C_q = ql^4/(8EI)$. Записывая дифференциальный оператор, требуя его выполнения в интегральном смысле, с учетом (2), (7) и момента $M = q(l-x)^2/2$ для амплитудного прогиба получим выражение

$$v_{\max}^{(q)} = C_q \frac{6k^2 \ln\frac{k}{1-k} - 8k^2 + 6k - 1}{16k^2(8k^3 - 12k^2 + 6k - 1)} \ , \qquad (8)$$

которое, аналогично (6), может быть использовано для вычисления максимального прогиба при действии распределенной нагрузки.

Выполним аппроксимацию выражения (8) алгебраическими полиномами с использованием табличного процессора Excel. Аналитические выражения аппроксимации второй, третьей и четвертой степеней, соответственно, и степень достоверности аппроксимации имеют вид

$$\overline{v}_{\max}^{(2)} = 6,20k^2 - 9,38k + 4,16 \ , \quad (R^2 = 0,9298),$$
$$\overline{v}_{\max}^{(3)} = 7,85k^3 - 10,72k^2 + 2,37k + 1,53 \ , \quad (R^2 = 0,9545),$$

$$\bar{v}_{\max}^{(4)} = 66,41k^4 - 182,09k^3 + 188,37k^2 - 88,12k + 16,56 \text{ , } (R^2 = 0,9886).$$

Окончательно для практического расчета прогиба балки переменного сечения при действии равномерно-распределенной нагрузки, рекомендуется использовать выражение

$$v_{\max} = \frac{ql^4}{8EI} v_{\max}^{(p)},$$

Где $\bar{v}_{\max}^{(p)}$ – одна из вышеприведенных аппроксимаций полиномами 2, 3 и 4 степеней. Для практического применения рекомендуются третья и четвертая степени.

Список литературы

1. Полилов А.Н., Татусь Н.А., Шабалин В.В. Особенности проектирования упругих элементов в виде профилированных композитных балок // Проблемы машиностроения и надёжности машин, № 6. – 2011. - с. 34-41.
2. Мищенко А.В., Немировский Ю.В. Подклассы равнопрочных композитных рамных систем // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1998. - № 7 (475). - С. 15-21.
3. Дехтярь А.С. Проектирование коробчатых балок переменного сечения // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. - № 6 (269). - С. 2-5.
4. Чепурненко А.С., Андреев В.И., Язьев Б.М. Построение модели равнопрочной многопролетной балки // Инженерный вестник Дона. 2013. - № 1 (24). - С. 98.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИУСА ЗАКРУГЛЕНИЯ ВЕРШИНЫ ТРЕЩИНЫ НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭЛЕМЕНТА

А.Е. Нагель, М.В. Табанюхова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
a.nagel@sibstrin.ru

Работа посвящена исследованию влияния радиуса закругления вершины трещины на напряжённое состояние плоского элемента. В моделях балок с вертикальной трещиной, расположенной на оси симметрии,

методом фотоупругости при чистом изгибе выполнено несколько серий экспериментов. Образцы для исследования изготавливались из фотополимерной смолы Weistec, которая является оптически чувствительным материалом. В результате экспериментов получены картины полос интерференции, по которым определена интенсивность напряжений вблизи вершин трещин и произведена оценка влияния радиуса закругления трещины на напряжения вблизи неё.
Ключевые слова: трещина, модель, метод фотоупругости, концентрация напряжений, пьезооптические фотополимеры.

Существует большое количество исследований по изучению напряжённого состояния элементов, имеющих повреждения в виде трещин, которые являются концентраторами напряжений [1-3]. Множество работ посвящено физическим и численным экспериментам по изучению напряжённого состояния у вершины трещины. Однако при моделировании трещины вопросы о геометрических параметрах трещины и их влиянии на напряжённое состояние моделей в указанных работах не рассматриваются. В ряде случаев в физических экспериментах при изготовлении моделей в образце просверливают отверстия, а затем между ними делают пропил, который имитирует трещину. Как близко или далеко находятся, полученные при помощи таких моделей результаты, от истины – неизвестно. Актуальность настоящей работы обусловлена тем, что корректность замены трещины в физических экспериментах разрезом или пропилом, устройство в вершине трещины круглого отверстия должна иметь количественную и качественную оценку.

Научная новизна заключается в оценке влияния радиуса закругления вершины трещины на напряжённое состояние у её вершины, что в физических экспериментах имеет большое значение. Изучение этого вопроса позволит в дальнейшем более корректно использовать имеющиеся приёмы имитации трещин. В сравнении с предыдущими исследованиями [4, 5] в данной работе использованы модели, напечатанные на 3D-принтере, что позволило получить геометрические характеристики трещины, более приближённые к реальным.

Данная работа является продолжением исследований по изучению напряжённого состояния балки вблизи вершины трещины [4, 5]. Ранее исследования проводились на моделях, изготовленных из оргстекла марки Э2 с вертикальной трещиной, расположенной на оси симметрии образца. Трещина на контуре модели имитировалась посредством пропила, вершина которого затем скруглялась с помощью сверла.

В рамках настоящего исследования изготовлены модели с использование технология 3D-печати SLA, основанной на твердении фотополимерных смол при облучении УФ. Образцы напечатаны из фотополимерной смолы Weistec, являющейся оптически чувствительным материалом. Исследования проводились на образцах, выполненных в виде параллелепипеда с размерами 8,5×0,5×1,5 см, ослабленного вертикальной трещиной, расположенной на оси симметрии. Вершина трещины имеет закругление, радиус которого менялся от 0,5 мм до 1 мм с шагом 0,25 мм. Модели в исследовании испытывались при чистом изгибе. Схема нагружения показана на рис. 1.

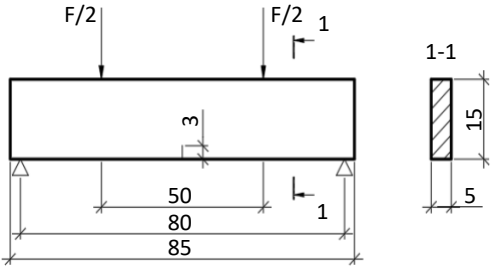


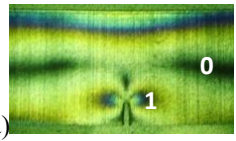
Рисунок 1 – Схема нагружения модели

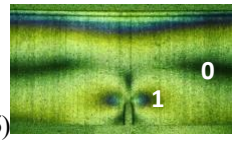
Исследование напряжённого состояния моделей производилось с помощью метода фотоупругости, позволяющего получить картину полос интерференции, которая наглядно позволяет оценить интенсивность напряжений вблизи их концентраторов. Использована поляризационно-проекционная установка (ППУ-7).

Картины полос интерференции, полученные при прямом просвечивании белым светом, показаны на рис. 2. Цифрами 0 и 1 обозначены порядки интерференционных полос.

Представленные на рис. 2 картины полос интерференции зафиксированы при нагрузке 400 Н. Можно отметить низкие оптические свойства фотополимерной смолы Weistec по сравнению с оргстеклом марки Э2, использованном ранее в работах [4, 5]. На фрагментах фотографий видно ярко выраженный концентратор напряжений - вершину трещины. Максимальный порядок интерференционной полосы возникает у вершины трещины в модели с радиусом закругления 0,5 мм и соответствует 1,75. Анализ остальных фотографий показывает то, что увеличение радиуса закругления вершины трещины приводит к снижению порядка полосы, что говорит

об уменьшении интенсивности напряжений вблизи трещины. В моделях с радиусами закругления 0,75 мм и 1 мм порядок полосы соответствует 1,5 и 1,25.

а) 

б) 

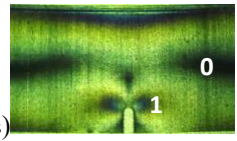
в) 

Рисунок 2 – Картины полос интерференции в моделях с радиусом закругления вершины трещины: а) 0,5 мм; б) 0,75 мм; в) 1 мм

Выполнить аналогичные испытания при трёхточечном изгибе не представилось возможным, т.к. низкая оптическая чувствительность данного материала не позволила получить картину полос интерференции, пригодную для оценки напряжённого состояния элемента. При увеличении нагрузки модели разрушились, не позволив зафиксировать даже первый порядок полосы.

Заключение

При чистом изгибе получены картины полос интерференции в моделях балок с трещиной на вертикальной оси симметрии (материал моделей - фотополимерная смола Weistec). По ним произведена оценка интенсивности напряжений вблизи вершины трещины.

Экспериментально показано, что в моделях, увеличение радиуса закругления привело к уменьшению напряжений вблизи вершины трещины. В связи с низкой оптической чувствительностью материала - фотополимерной смолы Weistec, не удалось получить достаточного количества интерференционных полос, которое нивелировало бы погрешность эксперимента. Работа в этом направлении требует продолжения. Для успешного завершения поставленных задач необходимо найти фотополимер с оптической чувствительностью близкой к таким материалам как оргстекло марки Э2 и эпоксидной смоле, которые традиционно используют в методе фотоупругости.

Список литературы

1. Астапов Н. С. Моделирование упругопластического разрушения пластины с краевой трещиной / Н. С. Астапов, В. Д. Кургузов // Прикладная математика & Физика. – 2022. – Т. 54. – № 3. – С. 160-170.
2. Rodríguez J. G. D. Comparison of stress separation procedures. Experiments versus theoretical formulation / J. G. D. Rodríguez // Engineering Solid Mechanics. – 2022. – Vol. 10. – No 2. – P. 153-164.

3. Frishter L. Assessments of Solutions of the Uniform Elastic Boundary Value Problem in the Tip Area of a Boundary Wedge-Shape Notch / L. Frishter // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022. – Vol. 170. – P. 189-197.
4. Гербер Ю. А. Напряжения вблизи вершины трещины-пропила / Ю. А. Гербер, А. Е. Нагель, М. В. Табанюхова // Строительная механика и конструкции. – 2023. – № 1(36). – С. 55-62.
5. Гербер Ю. А. Влияние радиуса закругления вершины трещины на напряжения / Ю. А. Гербер, А. Е. Нагель, М. В. Табанюхова // Вестник Самарского университета. Естественнонаучная серия. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 62-69.

НЕЛИНЕЙНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ РАСПОРНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ С ПОДАТЛИВЫМИ СВЯЗЯМИ

А.А. Никитин, В.Г. Себешев
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
a.nikitin@sibstrin.ru

Представлен нелинейный расчет пологой трехшарнирной системы с упругоподатливыми опорами на действие распределенной нагрузки. Получена в аналитической форме зависимость между параметрами нагрузки и перемещений с учетом конструктивной и геометрической нелинейностей. Построены диаграммы нелинейного деформирования системы при варьировании ее геометрических и жесткостных характеристик. Выполнен анализ особенностей полученных графиков.
Ключевые слова: распорные стрежневые системы, нелинейное деформирование, продольно-поперечный изгиб, податливость, конструктивная и геометрическая нелинейности.

В современной инженерной практике, в том числе в строительстве, актуальным является использование эффективных по материалоемкости конструктивных систем, правильное представление о напряженно-деформированном состоянии которых невозможно без учета факторов нелинейностей в их работе под нагрузкой. В частности, это пологие арочные, оболочечные, комбинированные и т.п. системы [1, 2].

Принципиально важные для теории расчета геометрически нелинейных систем вопросы рассмотрены в [3] на двухстержневой модели, называемой «фермой Мизеса», при неподвижных опорах и сосредоточенной нагрузке. В решении задачи учтены только продольные деформации стержней.

Объектом исследования в данной работе является симметричная распорная система с податливыми опорными закреплениями (возможно моделирование конструкций с затяжками и др.) под действием распределенной нагрузки (Рисунок 1, а).

Цель – разработка методики, расчетного аппарата с аналитическим описанием зависимости между нагрузкой и характерным перемещением, а также алгоритма расчета при учете конструктивной и геометрической (в смысле больших перемещений) нелинейностей [4], в предположении о линейно-упругой работе материала.

Особенностью решаемой задачи является оценка влияния на кинематику системы как деформаций элементов (сжатия и продольно-поперечного изгиба), так и податливости опорных связей.

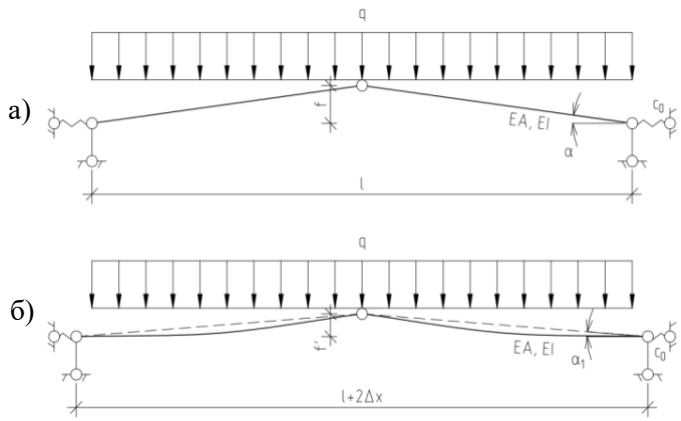


Рисунок 1 – Расчетная схема системы в недеформированном (а) и деформированном (б) состояниях

Для выявления зависимости между нагрузкой q и перемещением Δ ключевого шарнира рассмотрены три стороны задачи:

– статическая, с определением средней по длине стержня продольной силы, распора и изгибающих моментов;

– геометрическая, в которой составляются уравнения совместности деформаций с учетом податливости опорных горизонтальных связей;

– физическая, в которой деформации элементов конструкции на основании закона Гука выражаются через возникающие в системе усилия (продольные силы и изгибающие моменты); а горизонтальные смещения опорных узлов – через распор; учитывается также сближение концов элементов при их продольно-поперечном изгибе (ППИ).

Синтез вышеуказанных трех групп соотношений, полученных по «деформированной схеме» (Рисунок 1, б), дал следующее разрешающее уравнение:

$$\frac{ql^2\cdot\left\{1+\left[\left(1-\frac{\Delta}{f}\right)\tan\alpha\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}}}{8EA(f-\Delta)\cos\alpha}+0{,}007\cdot\frac{\pi^4q^2l^6(f-\Delta)^2\left\{1+\left[\left(1-\frac{\Delta}{f}\right)\tan\alpha\right]^2\right\}^{-\frac{3}{2}}}{\left\{32\pi^2EI(f-\Delta)\left[1+\left\langle\left(1-\frac{\Delta}{f}\right)\tan\alpha\right\rangle^2\right]^{-\frac{3}{2}}-ql^4\right\}^2}+$$

$$+\left[1+\frac{ql}{4c_0(f-\Delta)}\right]\cdot\left\{1+\left[\frac{f-\Delta}{\frac{l}{2}+\frac{ql^2}{8c_0(f-\Delta)}}\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}}-\frac{1}{\cos\alpha}=0\,, \qquad (1)$$

где q – нагрузка; l – длина пролета; f – стрела подъема; α – первоначальный угол между стержнем и горизонталью; Δ – вертикальное перемещение ключевого шарнира; EA и EI – жесткости сечения стержня соответственно при сжатии и изгибе; c_0 – жесткость податливой опоры.

Аналитическая зависимость (1) между q и Δ с учетом деформаций сжатия и ППИ элементов, а также податливости упругих связей, использована для анализа особенностей графиков деформирования системы при варьировании ее расчетных параметров. Обнаружено, что эти графики при учете различных комбинаций деформаций качественно не изменяются, но наблюдаются значительные количественные различия результатов (Рисунок 2).

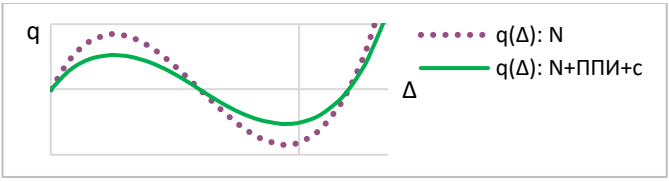


Рисунок 2 – Сравнение результатов расчетов по разным вариантам учета комбинаций факторов нелинейностей

При увеличении изгибной жесткости и жесткости упругодеформируемых связей итоговое решение сводится к учету только продольных деформаций, как в задаче Мизеса [3]. При этом игнорирование влияния податливости опор и ППИ элементов на перемещения создает риск досрочного (по нагрузке) достижения системой предельного состояния, проявлением эффектов, известных как «прощелкивание (перескок)».

Полученные результаты могут быть использованы в практике при проектировании зданий и сооружений нормального и повышенного уровней ответственности.

Список литературы

1. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела. Т. III. – М.: Наука. Глав. редакция физ.-мат. литературы, 1981 – 480 с.
2. Шкутин Л.И. Численный анализ разветвления форм изгиба стержней // ПМТФ, 2001 Т.42, №2. – С. 141–147.
3. Mises R. Über die Stabilitätsprobleme der Elastizitätstheorie // Z. angew. Math. Mech. 1923 Bd. 3 S. 406–462.
4. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. – М.: Стройиздат, 1978 – 204 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ СТАЛЬНОГО ТРОСА ПРИ УЧЕТЕ ВОЗНИКАЮЩЕГО ТРЕНИЯ

Д.Е. Решетников, А.Н. Кожевников
Новосибирский государственный технический университет
Kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

Работа посвящена экспериментальному исследованию частот собственных колебаний стального троса с трением. Экспериментальным способом были оценены потери на трение при натяжении троса. Также выполнен сравнительный анализ полученного спектра частот колебаний с математической моделью стального троса.

Ключевые слова: стальной трос, малые колебания, испытательный стенд, MathCAD, трение в узле конструкции.

В современной технике применяется множество различных видов конструкций, в основе которых лежит стальной трос с изменяющимся

уровнем тяжения. Среди таких конструкций можно выделить не только силовые оттяжки слабо закрепленных элементов, но и механизмы для различных грузоподъемных, буксировочных и такелажных работ.

Для данного исследования был разработан испытательный стенд, основным элементом которого является стальной трос, соответствующий стандарту DIN 3055 [1]. Конструкция применяемого шестимиллиметрового троса представляет собой оплетку из оцинкованной стали, охватывающую органический сердечник. Испытательный стенд представлен на Рисунке 1, а.

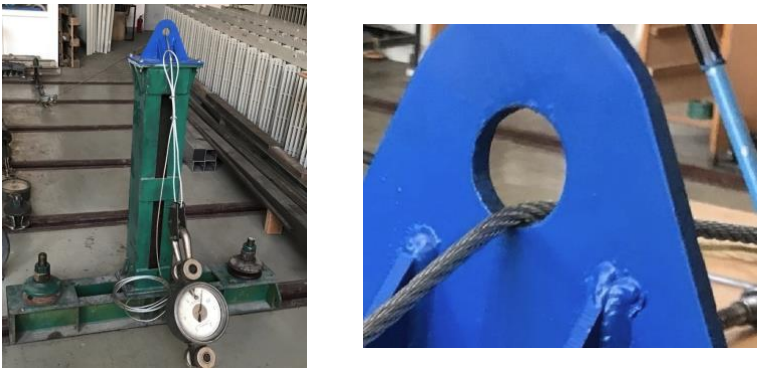


Рисунок 1 – Испытательный стенд с тросом:
а) – общий вид; б) – спроектированный кронштейн

Натяжение в тросе создавалось при помощи стяжной муфты. Сила натяжения фиксировалась с помощью двух динамометров, расположенных по обе стороны от стойки с кронштейном (Рисунок 1, б), в котором возникало трение в силу его конструкции [2].

На первом шаге было выполнено измерение разницы между показаниями динамометров по обе стороны от кронштейна при постепенном повышении нагрузки с шагом 50 кгс в одной из частей стенда. Результаты приведены в Таблице 1. Полученная зависимость имеет нелинейный характер.

На втором шаге при варьировании усилия тяжения в тросе определялись спектры частот малых колебаний для последующего сопоставления с расчетными значениями [3, 4]. Частоты фиксировали с помощью анализатора спектра частот конструкций «ЛЭПТОН-1». Данный комплекс предназначен для определения частот колебаний в диапазоне от 0,5 до 30 Гц. Анализатор состоит из измерительного блока

и приложения для смартфона для визуализации результатов. Датчики крепятся к конструкции с помощью двух магнитов.

Таблица 1 — Зафиксированное отличие в показаниях динамометров

Значение натяжения троса, кгс	Отличие показаний, кгс
50	2
100	10
150	25
200	12,5
250	12,5

В эксперименте было рассмотрено 10 различных значений натяжения троса. Дополнительно к тросу прикладывалось разовое воздействие для повышения уровня полезного сигнала относительно фонового шума. Результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2 — Значения частот колебаний: эксперимент и расчет

Значения натяжения троса, кгс	Экспериментальные частоты, Гц	Расчетные частоты, Гц	Отличие, %
63	7,52 15,38	7,271 14,543	3,42 5,76
70	7,56 15,09	7,665 15,329	-1,37 -1,56
80	7,83 15,83	8,194 16,388	-4,44 -3,40
90	9,63 16,86	8,691 17,382	10,80 -3,00
100	10,44 19,07	9,161 18,322	13,96 4,08
120	10,44 19,97	10,035 20,069	4,04 -0,49
140	10,23	10,84 21,679	-5,63
150	12,44	11,22 22,44	10,87
160	12,54	11,588 23,176	8,22
180	12,64	12,291 24,582	2,84

Экспериментальные значения частот малых колебаний в большинстве случаев превышают расчетные, что свидетельствует о некорректно определенной эффективной длине тросовых элементов стенда или об ошибках в определении фактического растягивающего усилия.

Для исключения указанных факторов планируется повторно выполнить серию испытаний в аналогичных условиях с целью сбора статистических данных.

Список литературы:

1. CEN EN 12385-4: Steel wire ropes – Safety – Part 4: Stranded ropes for general lifting applications – Incorporates Amendment A1: 2008.
2. Решетников Д. Е., Кожевников А. Н. Экспериментальное определение частот собственных колебаний стальных тросов// XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05 – 08 декабря 2022 г.) //Сборник научных трудов в 11 ч. / Под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. С. 49–52.
3. Решетников Д. Е., Кожевников А. Н. Сопоставление расчетных подходов к моделированию колебаний тросов// Региональная научная студенческая конференция: сб. науч. тр. Интеллектуальный потенциал Сибири 30-я Региональная научная студенческая конференция, Новосибирск, 23–27 дек. 2022 г. : в 4 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. – Ч. 2. – С. 609–612.
4. Бабаков И.М. Теория колебаний – 3-е изд., стереотипное. Москва, 1968. – 560с.

СЕКЦИЯ СОВРЕМЕННЫЕ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ПОЛУЧЕНИЕ БЕТОНОВ ДЛЯ МОСТОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

П.В.Банул, А.В.Банул
Сибирский государственный университет путей сообщения,
polina.banul.01@mail.ru

Статья посвящена анализу проблем у строительных организаций, которые в некоторых случаях возникают при взаимодействии с бетонными заводами при поставках бетона, а именно когда необходимо получить бетон с требуемыми проектом характеристиками и в нужное время. Автор рассматривает решение этих проблем путем использования самоходного бетоносмесителя с автоматической загрузкой YNIX QGMC4000. Построить надежную, качественную, безопасную и долговечную конструкцию можно только при строгом соблюдении всех норм и стандартов из качественного бетона. Опыт компании «Сиб-М» показал, что возможно в полевых условиях получать бетон не уступающий по качеству бетону, производимому на бетонном заводе[1].

Ключевые слова: бетон, бетоносмеситель, песок, щебень, физико- механические показатели материалов.

Целью данной работы было получить бетоны с заданными свойствами непосредственно на стройке, используя самоходный бетоносмеситель. В данной работе приводятся результаты испытаний инертных материалов (песка и щебня) и полученного бетона. Сделан сравнительный анализ полученных характеристик бетона с заданными составом требуемыми свойствами. Полученные выводы позволили разработать регламент, отработать режимы и технологию приготовления бетона самоходным бетоносмесителем.

В условиях испытательной лаборатории ООО «Строительной компании «Сиб-М» были отработаны различные составы бетонов для капитального ремонта и реконструкции мостов. Опытным путем

определялось количественное соотношение цемента, песка и щебня, а также вид и количество пластифицирующих и воздухововлекающих добавок. Опытным путем была отработана очередность подачи материалов для получения бетона с требуемыми показателями. Отбор проб и входной контроль бетонной смеси производился по ГОСТ 10181-2014 [2], ГОСТ 10180-2012 [3]. При входном контроле определяли основные физико-механические показатели испытываемой продукции.

Лаборатория оснащена необходимыми приборами и оборудованием, которые проходят ежегодные поверки и аттестации. Для получения бетона класса В30, подвижностью П3, с морозостойкостью F_2300, маркой по водонепроницаемости W8 в испытательной лаборатории был произведен входной контроль заполнителей крупного(щебня) и мелкого (песка), вяжущего - портландцемента ЦЕМ 42,5 Б по ГОСТ 31108-2020.

Щебень дробился из изверженной (интрузивной) породы – диабаз, представлял собой смесь фракций от 5 до 20 мм. Изготовитель ООО «Барзасский карьер».

Результаты испытаний показали, что характеристики полученного на самоходном бетоносмесителе YNIX QGMC4000 бетона соответствуют заданному составу БСТ В30 П3 F_2300 W8 . Установлено, что время перемешивания бетонной смеси зависит от объема загрузки, но не более 15 минут для 4 $м^3$ бетонной смеси.

Список литературы

1. Банул А.В., Банул П.В. Особенности приготовления бетонов для мостостроения с использованием самоходного бетоносмесителя.- Сборник по итогам региональной научно-технической конференции студентов и аспирантов «Наука и молодежь XXI века» 2022 г. (Новосибирск, СГУПС)
2. ГОСТ 10181-2014. Смеси бетонные. Методы испытаний.- Москва: изд-во Стандартинформ, 2015.- 28с.
3. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. - Москва: изд-во Стандартинформ, 2018.- 36с.

СОЗДАНИЕ КАРТ ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Е.П. Белоусов, В.Н. Копылов
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
kvn@sibstrin.ru

Представлена разработанная геоинформационная технология создания цифровых карт снеголавинной опасности на примере Республики Алтай. В качестве исходных данных использовались цифровые модели рельефа местности, спутниковые снимки, архив данных о сходах лавин. В процессе работ созданы векторные слои уровней опасности лавин в горных районах с наложением слоёв на карту, оценены размеры районов лавинной опасности. Была проведена успешная валидация технологии с использованием архивных данных о произошедших сходах лавин на территории Республики Алтай. Технология актуальна в условиях современных изменений климата и режима осадков в горах, а также имеет практическую значимость, обусловленную нехваткой данных экспедиционных наблюдений за снежными лавинами.

Ключевые слова: геоинформационная технология, моделирование лавинной опасности, спутниковый снимок, векторный слой, площадь лавинной активности.

Цель представляемых исследований – разработка технологии составления карт лавинной опасности горных районов и создание на её основе современных карт рассматриваемых районов. Технология разрабатывалась на примере отдельных районов Северо – Чуйского и Южно – Чуйского хребтов, окрестности горы Белухи в Горном Алтае: Выбор этих территорий связан с наличием в них крутых горных склонов и наличием обильным снегопадов.

Для достижения цели были решены следующие задачи, соответствующие этапам технологии:

- сбор сведений и статистических данных о современной лавинной активности в Республике Алтай;
- сбор необходимых геопространственных данных о рассматриваемых районах: спутниковых снимков, цифровых моделей рельефа местности, векторных географических карт;
- разработка процедуры создания векторных слоёв (карт) уровней лавинной опасности;

- валидация технологии с использованием ретроспективных данных, включая спутниковые снимки рассматриваемых районов в лавиноопасный период.

Разработанная технология была опробована на перечисленных выше районах. В моделировании использовались многоспектральные спутниковые снимки участков склонов со спутника Landsat 8 (США) с пространственным разрешением 15 м. Снимки были получены из картографического ресурса Google Earth геологической службы компании Google. Доступ к нему возможен как для простого просмотра каталога, так и для непосредственного получения хранимых в нём материалов. Также была использована векторная карта Республики Алтай, взятая из ресурса Open Street Map (OSM). OSM является веб-картографическим проектом, который содержит свободно распространяемую географическую карту мира.

Для работы с рельефом местности использовалась открытая глобальная цифровая модель рельефа SRTM в виде фрагментов интересуемого региона размером один градус широты на один градус долготы. Цифровая модель рельефа – это трехмерное отображение земной поверхности, представленное в виде массива точек с определяемой высотой. Цифровая модель рельефа SRTM – результат радарной интерферометрической съемки поверхности Земли с борта космического аппарата «Индевор» (США) (разрешение 30м по поверхности и 1 м по высоте).

Для выполнения операций с геопространственными данными применялась кроссплатформенная открытая геоинформационная система Quantum GIS (QGIS), которая поддерживает работу с распространенными форматами: векторными ГИС-форматами, такими как Shapefiles, растровыми форматами (TIFF, PNG, GEOTIFF и др.). QGIS имеет большой набор модулей расширения функциональных возможностей для обработки геопространственных данных.

Процедура создания векторных слоёв уровней лавинной опасности основана на цифровой модели рельефа рассматриваемой местности. Слои получены в картографической проекции Меркатора в международной системе координат WGS 84. В первую очередь использовался анализ крутизны склонов, измеренных на спутниковых снимках.

На рисунке 1 показан анализ ландшафта на основе спутникового снимка окрестности горы Белухи.

На рисунке 2 представлена карта, полученная совмещением векторных слоёв уровней лавинной опасности в районе горы Белухи.

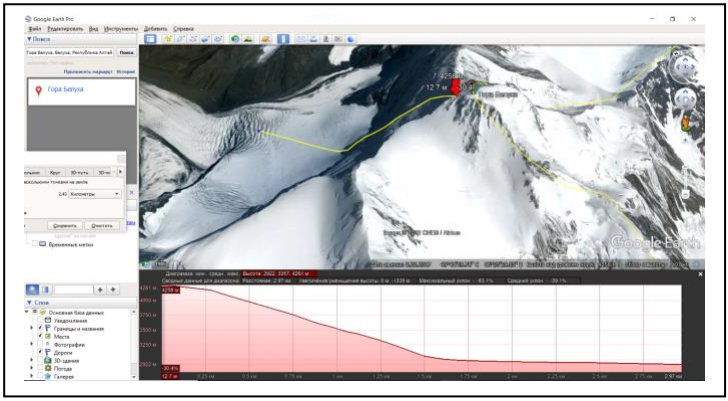


Рисунок 1 – Спутниковый снимок окрестности горы Белухи

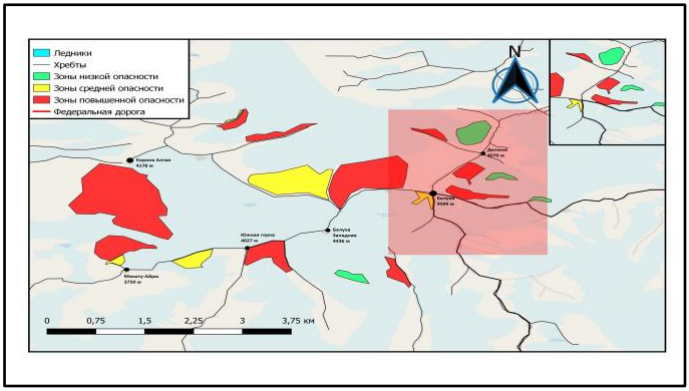


Рисунок 2 – Карта лавинной опасности в окрестности горы Белухи

Технология была создана в рамках совместных работ с Сибирским научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом Росгидромета.

ПРОНИКАЮЩАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАК СПОСОБ УЛУЧШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНЫХ И РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

В.А.Вандышева, А.В. Мазгалева
Сибирский государственный университет водного транспорта
vvandyseva13@gmail.com, a.v.mazgaleva@nsawt.ru

В работе рассмотрен принцип работы проникающей гидроизоляции. Проведено исследование влияния гидроизоляции на технические свойства бетона с применением в воздушно-сухих и воздушно-влажных условиях. Установлены закономерности: гидроизоляция увеличивает прочность и плотность бетона; гидроизоляция способствует долговечности бетонных конструкций.

Ключевые слова: гидроизоляция, проникающая гидроизоляция, свойства бетона.

В России в больших масштабах и различных формах ведутся ремонтные и ремонтно-восстановительные работ с применением различных материалов. Из всех строительных материалов ведущую роль имеют бетон и железобетон, которые составляют примерно 70% из всех изделий и конструкций.

Бетон в эксплуатационных условиях подвержен агрессивному воздействию различных сред, особенно минерализованной воды и органических кислот. Наиболее эффективным способом повышающим гидроизоляционные свойства у бетона является применение минералов проникающего воздействия. Одними из первых разработчиков и производителей в России проникающих минералов стала гидроизоляция системы «Пенетрон».

Принцип действия: активные химические компоненты гидроизоляции в сочетании с водой вступают в химическую реакцию с цементным камнем. В результате в порах и капиллярах бетона образуются нерастворимые кристаллы. При этом образовавшиеся кристаллы становятся составной частью бетонной структуры, уплотняя ее. Состав проникает на глубину до 150 мм. При появлении в цементном камне новых порций воды процесс формирования кристаллов возобновляется и бетон приобретает способность к «самозалечиванию».

Гидроизоляция состоит из портландцемента, мелкого заполнителя, например кварцевого песка, может содержать другие твердые компоненты, а также легко растворимые в воде солисульфаты, карбонаты и нитраты.

В ходе исследований Уральского технического университета установили изменения свойств цементного камня обработанного проникающей гидроизоляцией.

В таблице 1 приводятся результаты определения средней плотности контрольных цементных образцов (состав № 1) и образцов обработанных проникающей гидроизоляцией (состав № 2) в различные сроки твердения. В первой строке приведены данные по плотности образцов, хранившихся в воздушно-сухих условиях, во второй строке– в воздушно-влажных условиях.

Таблица 1 - Изменение плотности цементного камня при твердении

Номер состава	Средняя плотность, кг/м^3, в возрасте, сут.					
	14	28	60	90	180	360
1	2130	2105	2210	2260	2275	2290
	2220	2210	2220	2290	2335	2300
2	2150	2145	2200	2210	2175	2200
	2250	2270	2275	2317	2390	2350

В таблице 2 приводятся изменение прочности контрольных цементных образцов (состав № 1) и образцов обработанных проникающей гидроизоляцией (состав № 2) в различные сроки твердения.

Таблица 2 - Изменение прочности цементных образцов в различные сроки твердения

Номер состава	Предел прочности при сжатии , МПа, в возрасте, сут.					
	14	28	60	90	180	360
1	56,20	59,60	60,13	63,70	63,83	63,30
	72,70	78,70	83,70	92,50	101,87	102,73
2	58,33	60,42	64,48	68,80	67,90	68,50
	75,83	85,72	90,53	101,90	108,90	110,30

При проведении исследовании установили следующие закономерности:

1) применение смеси повышает плотность и прочность цементного камня;

2) применение смеси способствует долговечности бетонных и железобетонных конструкций, так как за счет снижения проницаемости

цементного камня для агрессивных сред повышается их срок эксплуатации.

Список литературы:

1. Москвин В.М. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузеев; Под общ. ред. В.М. Москвина. М.: Стройиздат, 1980. 536 с
2. Технологический регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозийной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. М.: НИИЖБ, 2008.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАМЕДЛИТЕЛЯ СХВАТЫВАНИЯ ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО

М.Б. Голубева, А.Ф. Бернацкий
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова
bernatsky@sibstrin.ru

В НГУАДИ проведены исследования проведены исследования по определению влияния добавки уксусной кислоты на сроки схватывания и прочностные свойства строительного гипса. Установлены зависимости сроков начала и конца схватывания от количества замедляющей добавки 9 %-ной уксусной кислоты. Приведены данные об изменении прочности при сжатии и изгибе образцов гипсового камня.

Ключевые слова: строительный гипс, добавки, уксусная кислота, схватывание, прочность

Гипсовые вяжущие относятся к классу воздушных минеральных вяжущих веществ и отличаются быстрыми сроками схватывания, и начало схватывания может наступить уже через несколько минут. Однако, например, в случае использования сухих штукатурных смесей на гипсовых вяжущих при механизированном оштукатуривании методом пульверизации их схватывание должно наступать не ранее 30 минут.

Для того, чтобы продлить сроки схватывания гипсовых вяжущих, существуют различные виды замедляющих добавок (бура техническая, животный клей, цитраты натрия, кальция, винная или виннокаменная кислоты и их соли) [1-3].

В Новосибирском государственном университете архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова (НГУАДИ) на лабораторных занятиях по дисциплине «Архитектурное материаловедение» студентами второго курса проведены исследования по определению влияния добавки уксусной кислоты на сроки схватывания и прочностные свойства строительного гипса.

В качестве объекта исследований использовался строительный гипс марки Г-5 (изготовитель «ООО Планета ГИПС», республика Адыгея), Подвижность гипсового теста, сроки схватывания, прочность при сжатии и при изгибе затвердевшего гипса в процессе исследований определялись по методикам ГОСТ 23789 [4]. Для прочностных испытаний изготавливались образцы-призмы размером 16х4х4 см с различным водогипсовым отношением (В/Г), равным 0,52; 0,54; 0,56 и 0,58. В качестве замедлителя сроков схватывания использовался 9 %-ный раствор уксусной кислоты.

Определение сроков начала и конца схватывания гипсового теста производилось при введении замедляющей добавки уксусной кислоты в количестве от 2,3 до 8,3 % от массы навески гипса. На рисунке 1 приведены данные зависимости сроков начала и конца схватывания гипсового теста от количества замедляющей добавки уксусной кислоты. Из приведенных данных прослеживается прямолинейная зависимость сроков схватывания, как начала, так и конца схватывания, от количества добавки уксусной кислоты.

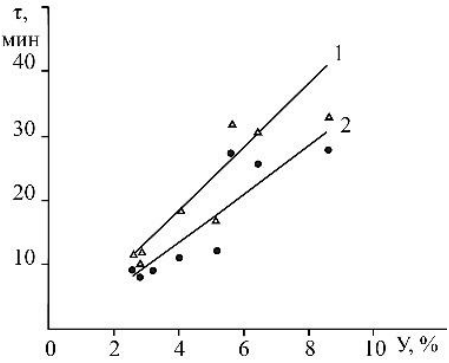


Рисунок 1 - Изменение сроков конца (1) и начала схватывания (2) гипсового теста (В/Г = 0,52) от добавки уксусной кислоты

Введение добавки уксусной кислоты, замедляющей сроки схватывания гипсового теста, отрицательно сказывается на прочностных показателях гипсового камня. На рисунке 2 приведена

зависимость прочности при сжатии и изгибе гипсовых образцов, изготовленных с одинаковым В/Г = 0.52, от количества вводимой добавки уксусной кислоты.

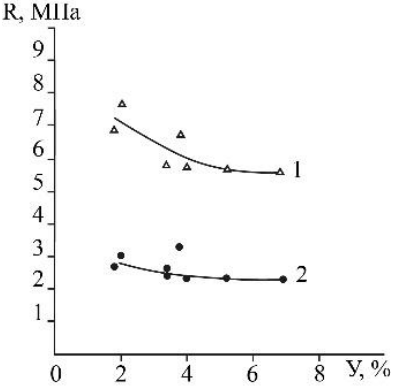


Рисунок 2 - Зависимость прочности при сжатии (1) и изгибе (2) гипсовых образцов от количества вводимой уксусной кислоты

Снижение прочностных свойств гипсового камня с увеличением количества вводимой добавки уксусной кислоты можно объяснить более поздними сроками начала процессов структурообразования, которые и определяют прочностные характеристики затвердевшего гипса. Поскольку прочностные испытания образцов производились в одно и то же время после приготовления гипсового теста, из-за увеличения сроков схватывания гипса при введении замедляющей добавки уксусной кислоты структурообразование гипсового камня не успевало завершиться к моменту испытания гипсовых образцов.

Таким образом, разбавленная уксусная кислота 9 %-ной концентрации может служить добавкой к строительному гипсу, которая удлиняет сроки схватывания гипсового теста. При добавлении 8-10 % уксусной кислоты указанной концентрации от массы гипса схватывание гипсового теста начинается через 30-40 минут после его приготовления.

Список литературы

1. Гипс в малоэтажном строительстве /А.В. Ферронская, В.Ф. Коряков, И.М. Баранов [и др.].- М.: АСВ, 2009.- 240 с.
2. Башкатов Н.Н. Минеральные вяжущие вещества / Учеб. пособ. / Н.Н. Башкатов.- Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018.- 148 с.

3. Литвиненко С.В. Применение замедлителя для схватывания гипсовых вяжущих Retardan 225 P / С.В. Литвиненко // Строительные материалы.- 2012.- № 7.- С. 25-26.
4. ГОСТ 23789-2018 Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.- М.: Стандартинформ, 2018.- 11 с.

ОБЪЕМНАЯ ГИДРОФОБИЗАЦИЯ АСФАЛЬТОВЫХ БЕТОНОВ

А.А. Коновалов, В.С. Прибылов
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
cool.konovalo2014@yandex.ru

В работе оценивается влияние различных гидрофобизирующих добавок на эксплуатационные характеристики асфальтового бетона в дорожных покрытиях. Здесь одним из основных показателей является его водостойкость. В проведенных испытаниях исследованы свойства асфальтобетонной смеси и асфальтобетона марки SP-16H на битумном вяжущем PG 70-40, состав которой улучшен следующими гидрофобизаторами: пропитка JOBI, силиконовая пропитка, объемный гидрофобизатор олеат натрия.
Ключевые слова: асфальтобетон, гидрофобизация, водостойкость, эксплуатационные характеристики.

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ Р 58401.1-2019 [1]. В качестве исходного материала исследована асфальтобетонная смесь и асфальтобетон SP-16H на битумном вяжущем PG 70-40 с физико-механическими свойствами и характеристиками, соответствующими нормативной технической документации и *фактическим коэффициентом водостойкости 0,89.*

Испытание 1 – введение в состав асфальтобетонной смеси гидрофобизирующей пропитки JOBI.

Фактическая дозировка для образцов цилиндрической формы диаметром 150 мм и высотой от 110 мм до 120 мм составила 13 мл (0,26%), исходя из общей площади поверхности цилиндра.

Испытания показали, что асфальтобетон с добавкой JOBI соответствует требованиям ГОСТ Р 58401.1-2019 [1] по содержанию воздушных пустот, и не требует серьезных корректировок вяжущего в составе, а также пригоден для испытаний на водостойкость в

соответствии с ГОСТ Р 58401.18-2019 [2]. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Введение гидрофобизатора JOBI в состав асфальтобетона не приводит к повышению водостойкости образцов вследствие его интенсивного испарения при высокой температуре.

Таблица 1 – результаты испытаний на водостойкость асфальтобетона с добавкой JOBI

Максимальная нагрузка P, Н	Толщина образца h, мм	Диаметр образца D, мм	Предел прочности при непрямом растяжении S_1, S_2, кПа	$S_{ср}$	TSR
17180	95	149	773,06	781,96	**0,90**
17150	94	149	779,92		
17250	93	149	792,90		
19790	97	149	872,14	872,48	
19150	95	150	855,96		
19140	92	149	889,34		

Испытание 2 – введение в состав асфальтобетонной смеси силиконовой пропитки.

Фактическая дозировка для образцов цилиндрической формы диаметром 150 мм и высотой от 110 мм до 120 мм составила 13,5 мл (0,27%), исходя из общей площади поверхности цилиндра.

Испытания показали, что асфальтобетон с силиконовой пропиткой соответствует требованиям по содержанию воздушных пустот, и не требует серьезных корректировок вяжущего в составе, а также пригоден для дальнейших испытаний на водостойкость в соответствии с ГОСТ Р 58401.18-2019 [2]. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Применение силиконового гидрофобизатора повышает эксплуатационную надежность асфальтобетона, который, проникая в структуру материала и заполняя его внутренние поры, повышает его устойчивость к воздействию поверхностных вод.

Таблица 2 – результаты испытаний на водостойкость асфальтобетона с силиконовой пропиткой

Максимальная нагрузка P, Н	Толщина образца h, мм	Диаметр образца D, мм	Предел прочности при непрямом растяжении S_1, S_2, кПа	$S_{ср}$	TSR
19350	97	149	852,75	856,33	**0,93**
19400	96	150	858,10		
18870	94	149	858,14		
20750	98	150	899,08	920,57	
21030	96	150	930,20		
20940	96	149	932,43		

Испытание 3 – введение в состав асфальтобетонной смеси объемного гидрофобизатора олеата натрия.

Фактическая дозировка для образцов цилиндрической формы диаметром 150 мм и высотой от 110 мм до 120 мм составила 15 гр. (0,3%), исходя из общей площади поверхности цилиндра.

Испытания показали, что асфальтобетон с добавкой олеата натрия соответствует требованиям по содержанию воздушных пустот, и не требует серьезных корректировок вяжущего в составе, а также пригоден для дальнейших испытаний на водостойкость по ГОСТ Р 58401.18-2019 [2]. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3 – результаты испытаний на водостойкость асфальтобетона с добавкой олеата натрия

Максимальная нагрузка P, Н	Толщина образца h, мм	Диаметр образца D, мм	Предел прочности при непрямом растяжении S_1, S_2, кПа	$S_{ср}$	TSR
16350	95	149	735,71	755,80	**0,92**
17400	95	148	788,25		
16870	97	149	743,45		
18750	99	150	804,22	819,89	
18730	95	149	842,80		
18440	97	149	812,64		

Использование олеата натрия повышает водостойкость асфальтобетона, снижая при этом адгезионные свойства вяжущего к минеральному заполнителю. Компенсировать этот недостаток возможно путем введения в битум адгезионных добавок.

По результатам проведенного исследования гидрофобизирующая силиконовая пропитка может быть применена при устройстве дорожных покрытий из асфальтобетона.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58401.1-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Система объемно-функционального проектирования.
2. ГОСТ Р 58401.18-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Метод определения водостойкости и адгезионных свойств.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Е. Куралов, Е.А. Бартеньева
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»
a.kuralov@sibstrin.ru

Промышленные отходы различных производств негативно влияют на окружающую среду. Одним из эффективных способов для их утилизации является производство на их основе строительных материалов. Отходы от горнодобывающей промышленности рудника «Веселый» (Республика Алтай) возможно использовать как сырьевой материал для получения строительных растворов. За счет тонкого измельчения данных отходов в процессе добычи золота качество строительных материалов должно повышаться.

Ключевые слова: отходы промышленности, строительный раствор, горнодобывающая промышленность, утилизация отходов.

Современный уровень развития промышленности основан на эксплуатации большого количества энергетических, минеральных, топливных ресурсов. Влияние хозяйственной деятельности человека на окружающую среду возрастает ежегодно и становится все более

агрессивным и разрушающим. Одним из таких направлений является добыча полезных ископаемых. Мировое потребление полезных ископаемых ежегодно значительно увеличивается, что связано с такими основными факторами, как постоянный рост численности населения на планете, экономическое и технологическое развитие стран и растущие материальные потребности человечества. Из всего добываемого объема сырья лишь небольшая его часть используется в качестве полезного продукта, а остальное накапливается в виде отходов на свалках, хранилищах, захоронениях и полигонах [1,2]. Из-за огромного количества отходов выводится из сельскохозяйственного оборота земля, на больших площадях нарушаются естественные растительные покровы, изменяется природный рельеф местности, появляются выработки большого объема, рядом с разрабатываемым месторождением накапливаются вскрышные породы и нарушается природное равновесие. Такие изменения в природной среде, которые особенно заметны в городах, местах добычи полезных ископаемых и около крупных предприятий, а также вдоль транспортных путей, значительно ухудшили качество жизни человека.

Наиболее рациональным направлением утилизации промышленных отходов является их использование в качестве техногенного сырья, например, при получении строительной продукции. Применение отходов производств позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья.

В качестве объекта исследования в данной работе были выбраны отходы производства от добычи золота рудника «Веселый» в с. Сейка Республики Алтай. Ежегодно рудник перерабатывает 80-100 тыс. т руды и в среднем добывает по 300 кг золота в год. Отработка месторождения ведется в основном подземным способом. Обогащение руд осуществляется на золотоизвлекающей фабрике амальгамацией, флотацией [3]. Отвальные хвосты (пульпа) складируются в секционных хвостохранилищах (Рисунок 1). В настоящий момент отвалы вскрышной породы составляют 3 млн 900тыс тонн, хранение хвостов осуществляется в реке Синюха, поймы которой заболочены из-за деятельности предприятия.



Рисунок 1 – Хвостохранилище от добычи золота

По данным авторов Робертуса, Любимова, Сакладова [4] все виды твердых (минерально-сырьевых) отходов рудника «Веселый» относятся к четвертому классу малоопасных отходов, а жидкие отходы (сточные воды) – к малотоксичному типу (IV класс биотоксичности). По данным их исследования отходы горной добычи и обогащения руд ОАО «Рудник «Веселый» оказывают негативное воздействие на объекты окружающей среды, главным образом на почвы, водотоки и их донные осадки [5].

Основными загрязнителями отходов являются тяжелые металлы и применяемые флотореагенты, их уровень присутствия в природных средах зачастую выше эколого-гигиенических нормативов [3]. Масштабы и интенсивность загрязнения природных сред на участках размещения отходов предприятия в целом незначительные, за исключением части почв, вод и донных осадков р. Синюха.

Данный техногенный материал предполагается использовать в качестве мелкого заполнителя в строительных растворах. Хвосты представляют собой глинисто-песчаную смесь, состоящую из переработанных пород известняков, скарнов (преимущественно гранатовых, также встречаются волластонитовые). На 80% размеры частиц менее 0,071 мм.

Таким образом, предполагается, что тонко измельченный материал отходов, их активность, химический состав будут способствовать повышению качества строительных растворов.

Полученный строительный материал возможно эффективно использовать в Республике Алтай в условиях недостатка мелкого заполнителя, обеспечить производство дешевым местным сырьем, а также высвободить значительные площади хранилищ и снизить степень загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. Чумаченко Н. Г., Тюрников В. В., Калинина М. Г. Отвалы и захоронения из отходов Сокского карьера карбонатных пород. Градостроительство и архитектура. – 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 60-66.
2. Манакова Н.К. Вспененные материалы на основе техногенных отходов. Вестник Евразийской науки. – 2020. – №4. – Т. 12. – С. 1-8.
3. Шурова М.В. Эколого-геохимическая оценка состояния природной среды в районе рудника «Веселый» (Республика Алтай): автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. геолог.-минерал. наук. – Томск, 2006. – 13с.
4. Робертус Ю.В., Любимов Р.В., Сакладов А.С. О влиянии производственных отходов ОАО «Рудник «Веселый» на состояние окружающей сред. Природные ресурсы Горного Алтая: бюллетень. – 2007. – № 1.
5. Ларикова Н.В., Архипов И.А., Робертус Ю.В. Оценка экологического состояния поверхностных вод в районе рудника «Веселый». Мир науки, культуры, образования. – № 6 (37). – 2012. – С. 459-463.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКЦИИ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Д.А. Ларина, О.А. Игнатова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
dlarina26@yandex.com

В работе рассмотрены материалы для конструкции водопропускных труб, их преимущества, а также представлено технико-экономическое сравнение рассмотренных вариантов.

Ключевые слова: водопропускные трубы, автомобильная дорога.

Малые водоотводные сооружения устраиваются в местах пересечения автомобильной дороги с ручьями, оврагами или пониженных местах рельефа, по которым стекает вода от дождей или таяния снега. Количество водопропускных сооружений зависит от климатических условий и рельефа, а стоимость их составляет 8-15% от общей стоимости автомобильной дороги с усовершенствованным покрытием. Поэтому правильный выбор материала и типа при рациональном проектировании водопропускных сооружений имеют большое значение для снижения стоимости строительства автомобильной дороги.

Водопропускные трубы — это искусственные сооружения, предназначенные для пропуска под насыпями дорог небольших постоянных или периодически действующих водотоков. Трубы не стесняют проезжую часть и обочины, а также не требуют изменения типа дорожного покрытия.

Труба состоит из средней части, входного и выходного оголовков. Средняя часть трубы обычно разделена на звенья, установленные на фундамент, объединяющий их в секции, или на грунтовую подушку. Между секциями устраивают сквозные деформационные швы для предотвращения трещин или других повреждений трубы от воздействия неравномерной осадки.

Характеристики проектируемых водопропускных труб определяются гидравлическим расчетом (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Гидравлический расчет водопропускной трубы

Характеристика расчета	Значение
Расчетный расход, Q, м^3/с	при 2 % вероятности соответствует 4,75
Объем W, тыс. м^3	7,267
Коэффициент шероховатости русла	0,033
Коэффициент шероховатости лотка трубы	0,012

При устройстве новых водопропускных труб необходимо произвести их сравнительный анализ в зависимости от принимаемого материала. Рассмотрим три варианта конструкции водопропускных труб:

Вариант 1 – конструкция водопропускной трубы из композитного материала.

Вариант 2 – конструкция металлической гофрированной водопропускной трубы.

Вариант 3 – конструкция сборной железобетонной водопропускной трубы.

Таблица 2 - Достоинства и недостатки водопропускных труб из различных материалов

Достоинства	Недостатки
Конструкция водопропускной трубы из композитного материала	
- стойкость к агрессивным средам, не подвержены коррозии; - стойкость к истиранию; - стойкость к климатическим воздействиям; - увеличение межремонтных сроков и общего срока службы; - возможность устройства без оголовков; - небольшой вес; - возможность устройства соединением к существующим железобетонным или гофрированным металлическим трубам.	- анизотропия свойств; - низкая ударная вязкость, повышающая вероятность возникновения скрытых дефектов; - способны впитывать жидкости, обладающие высокой проникающей способностью; - могут выделяться пары, которые часто являются токсичными; - низкая ремонтопригодность и высокая стоимость эксплуатации.

Продолжение Таблицы 2

Достоинства	Недостатки
Конструкция металлической гофрированной водопропускной трубы	
- простота в монтаже и транспортировке; - возможность выбора типа поперечного сечения, зависящего от гидрологических особенностей местности; - возможность монтирования способом «прокола»;	- имеют свойство разрушаться под влиянием линейного расширения, которой происходит при заледенении потоков воды; -монтаж элементов производится исключительно в открытые котлованы и на заранее основательно сооруженные «подушки»;

- стойкость к сложным климатическим условиям и воздействиям агрессивных сред; - продолжительный срок службы.	- устраивается только на полную длину; - составляющие элементы не подлежат замене; - необходимость в периодическом обслуживании; - подвержены коррозии.
Конструкция сборной железобетонной водопропускной трубы	
- экономичность; - устойчивость к сжатью и растяжению; - прочность и долговечность; - простота в монтаже и транспортировке; - устойчивы к сейсмической нагрузке; - высокая ремонтопригодность; - продолжительный срок службы (до 80 лет).	- большой вес; - необходимость устройства сложных оснований (лекальные блоки); - подвержены коррозии.

Для выбора оптимального варианта конструкции произведено сравнение технико-экономических показателей.

По результатам проведенных исследований при сравнении конструкции водопропускных труб из различных материалов на основании технико-экономических характеристик наиболее целесообразно применение конструкции сборной железобетонной водопропускной трубы (без учета стоимости эксплуатации). При учете стоимости эксплуатации наиболее целесообразно применение водопропускных труб из композитного материала.

Список литературы

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84 (с Изменениями №1, 2, 3): введ. 2011-05-20. – Текст: электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

2. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги: введ. 2021-08-10. – Текст: электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

ВЛИЯНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ ШЛАКОАСФАЛЬТОБЕТОНА НА ЕГО ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

В.В. Лебедева, В.С. Прибылов
ФГБОУ ВО Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
v.lebedeva@sibstrin.ru

Сталеплавильные шлаки как заполнитель и основной компонент асфальтобетонной смеси представляет особенный интерес для дорожной отрасли. Практический опыт показал, что покрытия на основе шлакоасфальтобетона обладают повышенными эксплуатационными характеристиками, что определяет их более высокие межремонтные сроки службы по сравнению с асфальтобетонами на традиционных заполнителях. Одним из направлений исследования применения отходов металлургической промышленности в дорожных покрытиях является вопрос обеспечения их долговечности. Большую роль в обеспечении долговечности асфальтобетонных покрытий играет морозостойкость, обеспечивающая устойчивость материала к внешним климатическим факторам.

Ключевые слова: асфальтобетон, отходы металлургических производств, металлургические шлаки, долговечность.

Известно, что качество обслуживания потребителя находится в прямой зависимости от качества дорожного покрытия. Среди них следует различать безопасность движения по степени соответствия транспортно-эксплуатационных параметров и характеристик верхних слоев дорожных сооружений требованиям нормативно-технических документов.

На основании вышеизложенного предлагается провести дорожные мероприятия в рамках нацпроекта БКАД, что требует новых и лучших технологий, материалов и технических решений повторного использования, что позволит не только повысить качество и скорость самого строительства и монтажа, но и предоставить надежный, конкурентоспособный и долговечный продукт в виде ремонта или строительства участка автомобильной дороги.

Металлический шлак является относительно недорогим вторичным сырьем для производства растворов и смесей различного практического назначения. Проведенные исследования [1–3] выявили возможность их использования в качестве заполнителя для асфальтобетонных смесей.

Асфальтобетон из шлаковых материалов характеризуется высокой химической и гидравлической активностью. Это отражается на этапе технической реализации. Процессы структурообразования в асфальтобетонах из шлакового материала продолжается длительное время после укладки покрытия.

При положительной температуре предел прочности при растяжении увеличивается с увеличением количества циклов оттаивания при увеличении напряжения сжатия. Это связано с изменением поверхности зерен шлака, что приводит к увеличению удельной поверхности за счет образования кристаллогидратов, проникающих в битумную пленку и укрепляющих ее. Увеличение адгезионной и когезионной прочности. вместе с усилением межмолекулярного контакта. Это также объясняется с точки зрения теории адгезионной диффузии. Кристаллогидраты защемляют битум и увеличивают тем самым механическую адгезию битума к поверхности шлакового материала [4].

Для оценки влияния сталеплавильного шлака на долговечность асфальтобетона дорожных покрытий были исследованы следующие составы: асфальтобетонная смесь тип Г марки II по ГОСТ 9128-2013 (см. рис. 1), и песчаная шлакоасфальтобетонная смесь (см. рис. 2), содержащая конвертерный металлургический шлак Новокузнецкого металлургического комбината (см. табл. 1). Сформованные образцы асфальтобетона как на традиционном заполнителе, так и на сталеплавильном шлаке по показателю водонасыщения соответствуют требованиям ГОСТ 9128-2013.

В лаборатории ФГБОУ ВО НГАСУ (Сибстрин) в настоящее время проводятся испытания полученных образцов асфальтобетона на морозостойкость при циклах замораживания и оттаивания 0, 25, 50 по ГОСТ 12801-98, определение трещиностойкости (выраженную в виде показателя прочности при расколе) и прочности на сжатие при 0^0С, а также установление взаимосвязи между данными показателями.

Таблица 1 – Составы асфальтобетонных смесей

Материал	Содержание заполнителя в смеси, %	Содержание битума, %
Асфальтобетонная смесь тип Г марки II (заполнитель - отсев дробления горных пород)	95	5
Песчаная шлакоасфальтобетонная смесь (заполнитель - конвертерный шлак)	90	10



Рисунок 1 – Образец асфальтобетона тип Г марки II



Рисунок 2 – Образец шлакоасфальтобетона

Следует отметить [5], что использование металлургического шлака Новокузнецкого металлургического комбината в качестве заполнителя шлакосодержащих асфальтобетонных смесей значительно повышает эффективность и прочность асфальтобетона с одной стороны, что особенно важно в условиях высоких нагрузок и резко континентального климата; с другой стороны, снижает стоимость таких смесей по сравнению с обычными смесями, потому что в таких смесях используются промышленные отходы.

Список литературы

1. Марьев, В.А. Использование вторичных материальных ресурсов при строительстве и ремонте автомобильных дорог – важный резерв ресурсосбережения/ В.А. Марьев, А.В. Руденский // Дороги и мосты. - 2017. - № 37/1. - С.11–24.
2. Гриневич, Н.А. Металлургические шлаки в дорожном строительстве. Управление инновациями в дорожном хозяйстве // Сборник научных трудов ГИПРОДОРНИИ. - 2014. - № 5(64). - С.124–129.
3. Ковалев, Н.С. Влияние степени уплотнения и количества циклов замораживания-оттаивания на пределы прочности при изгибе асфальтобетона гранулированного доменного шлака/ Н.С. Ковалев, Е.Н. Отарова, М.А. Отаров // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). - 2022. - №1(14). - С.25-32.
4. Самодуров, С.И. О долговечности битумошлаковых покрытий автомобильных дорог / С.И. Самодуров, С.М. Маслов, Н.С. Ковалев // Изв. вузов. Строительство и архитектура. - 1976. - №8. - С.147 – 151.

5. Пименов, А.Т. Применение шлаковых заполнителей в составе асфальтобетона для повышения долговечности дорожных покрытий/ А.Т. Пименов, В.С. Прибылов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2019. - №6(70). – С.766-779.

ВЛИЯНИЕ МЕТАКАОЛИНА НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Е. В. Лыткина, С.А. Гаращук
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
s.garachshuk@sibstrin.ru

Изученовлияние различных видовметакаолина на свойствабетонной смеси и бетона. Применение минеральных добавок позволяет улучшит прочностные свойство бетона, а та же повышает водонепроницаемости и морозостойкости. В статье приведены результаты исследования бетонной смеси с применением различных видов метакаолина. Полученные результаты показывают, что добавка метакаолинповышает прочность бетона, а так же повышает водонепроницаемость.

В наши дни, изучение свойств минеральных добавок, применяемых для бетонов, весьма актуально. С помощью добавок можно добиться сокращения сроков набора требуемой прочности бетона и в дальнейшем сокращения сроков распалубки конструкций для дальнейшего строительства. Изучение свойств минеральных добавок и применение их в составе бетонной смеси, также позволит сократить расход цемента, что приведет к меньшей усадке бетона и появлению усадочных трещин.[1-3].

В статье приводится исследование о влиянии метакаолина (МТК) на прочностные характеристики тяжелого бетона (БСТ).

Проанализировав различные литературные источники, можно сделать вывод, что минеральная добавка- метакаолин вводится в бетонную смесь в количестве до 15% и приводит к повышению прочности на 28 сутки на 25–65%. [5]

Материалы и методы исследования.

В качестве вяжущего использовался цемент ЦЕМ 1 42,5Б производства ООО «Искитим Цемент».

В качестве суперпластификатора использовался суперпластификатор на основе полиарилов производства компании ГиперПласт 125

В качестве мелкого заполнителя использовался песок с карьера Марусинно модуль крупности -2,1.

В эксперименте использовались метакаолины производства компании ООО «Синерго», ВМК-45,ВМК-35, а также метакаолин, полученный из отходов при производстве пеностекла.

Технология изготовления.

При приготовлении состава бетона, следует учитывать особенность суперпластификаторов с комплексом «вяжущее+МТК». Для исключения негативных эффектов при смешивании проводилось сухое смешивание компонентов: цемента и МТК, которые заранее перемешивались и затем вводились к инертным материалам. Добавлялось 60% воды, затем 40% воды с добавкой суперпластификатором.

Для изучения влияния проводилось замещение цемента МТК в 10% соотношении.

Составы бетонных смесей и свойства приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытаний бетонных смесей и их состав

Компоненты	**№1**	**№2**	**№3**	**№4**
Цемент	450	405	405	405
Песок	1450	1450	1450	1450
ВМК-45	-	45	-	-
ВМК-35	-	-	45	-
МТК отходы	-	-	-	45
Добавка	1%	1%	1%	1%
Вода	271,5	251	241	248
В/Ц	0,6	0,56	0,54	0,56
В/Т	0,6	0,50	0,48	0,49
ОК, см	19	18	18	18

Продолжение Таблицы 1

Компоненты	**№1**	**№2**	**№3**	**№4**
Прочность, МПа				
1 сут	6,1	5,1	3,0	4,8
3 сут	18,0	16,6	16,5	17,1
7 сут	22,0	26,8	23,3	26,5
28 сут	32,6	39,7	33,7	37,8

На рисунке 1 представлен сравнительные прочности бетонов с разными МТК.

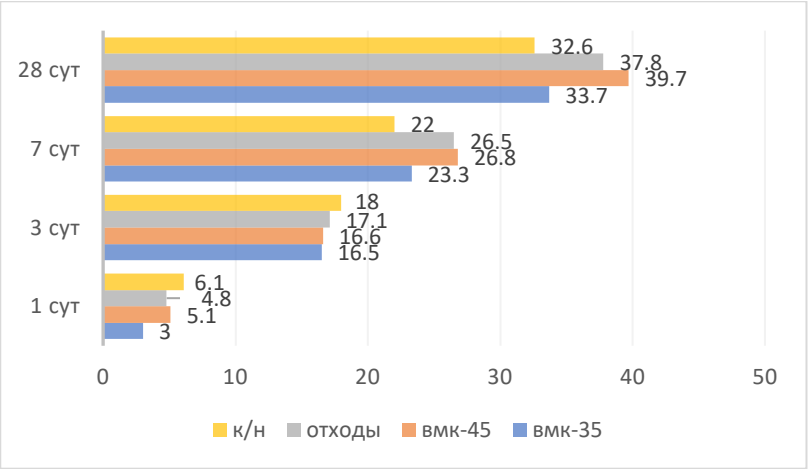


Рисунок 1 – график сравнение бетонов с применением различных МТК

Вывод: На диаграмме наглядно представлено, что метакаолин начинает работать, начиная с 7 суток. Это обусловлено способностью взаимодействовать с Ca(OH)2 с образованием геля C-S-H, что способствует дальнейшему уплотнению микроструктуры цементного камня. При сравнение различных видов метакаолина, лучшую прочность показал метакаолин ВМК-45, и метакаолин, полученный из отходов производства пеностекла. Это означает, что у данных видов метакаолина наиболее лучший химический состав.

Список литературы

1. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны / В.Г. Батраков // Теория и практика. 2–е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.
2. Афанасьев Н.Ф., Целуйко М.К. Добавки в бетоны и растворы. К.:Будивэльнык, 1989. 128 с.
3. Высоцкий С.А. Минеральные добавки для бетонов // Бетон и железобетон. 1994. No2.
4. Высоцкий С.А. Минеральные добавки для бетонов // Бетон и железобетон. 1994. No2.

5. Красный И.М. О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителя // Бетон и железобетон. 1987. No5. С. 10-11.2009. No3.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ ПРОЕКТА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА «О БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ», В ТОМ ЧИСЛЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.

А.А. Мякишев
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
andreykek01@gmail.com

В работе раскрываются предпосылки и история создания Технического Регламента ЕАЭС «о безопасности строительных материалов и изделий»
Также работе оценивается необходимость введения Технического Регламента о безопасности зданий и сооружений. Автор проводит анализ требований к строительным материалам попадающих под действие Технического Регламента. Также автор ищет проблемы и несоответствия в тексте и требованиях Технического регламента
Ключевые слова: Технический Регламент, ЕАЭС, сертификация, декларирование, безопасность, строительные материалы.

Безопасность зданий и сооружений – это очень важный аспект нашей жизни, которая обеспечивается как строителями, так и нормативной документацией, регламентирующей требования к рабочим процессам в строительстве и что немало важно к тому, из чего и строятся здания и сооружения – строительным материалам и изделиям.

В Российской Федерации безопасность зданий и сооружений в целом регламентируется Федеральным Законом № 384 «Технический регламент о безопасности и сооружений» от 30.12.2009 г., но до сих пор качество строительных материалов и изделий как отдельной составляющей строительства ничем не регламентировалось.

В настоящее время ведется активное обсуждение требований нового технического регламента ЕЭАС «О безопасности строительных

материалов и изделий», его структуры, содержания и требований всеми странами-участницами Евразийского Экономического Союза.

28 марта 2023 года в Российском союзе промышленников предпринимателей прошла Международная конференция «Проект технического регламента ЕАЭС «О безопасности строительных материалов и изделий». Разработка и обеспечение реализации». Ее организаторами выступили Минстрой России и РСПП при поддержке Евразийской экономической комиссии и ФАУ «ФЦС».

В своей работе мы рассмотрим и проанализируем требования нового технического регламента, который призван установить требования к строительным материалам и обезопасить людей и рынок от некачественной продукции.

В работе проводится анализ требований ТР ЕАЭС «О безопасности строительных материалов и изделий», перечень материалов попадающим под обязательную сертификацию и декларирование, а также правила и особенности их проведения. Автор объясняет причины создания Технического Регламента и его связь с уже существующими документами и законами в сфере безопасности в строительстве. Также были рассмотрены достоинства и недостатки нового Технического Регламента.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в настоящее время строительство в Российской Федерации и странах-участницах Евразийского Экономического Союза очень активно развивается и безопасность, и качество зданий и сооружений критически важно держать на очень высоком уровне. Новый технический регламент ЕЭАС должен помочь повлиять на первостепенные составляющие этих зданий и сооружений.

Список литературы

1. Технический регламент Евразийского экономического союза "О безопасности строительных материалов и изделий" //Электронный фонд правовых и нормативных-технических документов: [Официальный сайт] – URL: https://docs.cntd.ru/document/351740230
2. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ //Электронный фонд правовых и нормативных-технических документов: [Официальный сайт] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/
3. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ // КонсультантПлюс

[Официальный сайт] – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/
4. Федеральный закон «Технический регламент от требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123 – ФЗ КонсультантПлюс [Официальный сайт] – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/

ДОРОЖНЫЙ БЕТОН НА ШЛАКОЦЕМЕНТНОМ ВЯЖУЩЕМ

К.М. Норкин, В.С. Прибылов
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
tortiklol50@gmail.com

Приведены результаты исследований, посвященных использованию шлакоцементного вяжущего в составе бетона для дорожного строительства. Бетонные смеси, содержащие мартеновский шлак Новокузнецкого металлургического комбината, по своим характеристикам соответствуют требованиям ГОСТ Р 59300-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси бетонные для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия». Установлено, что при замещении части цементного вяжущего мартеновским шлаком в количестве 5 % (от массы цемента) увеличивается прочность дорожного бетона на сжатие, на растяжение при изгибе на 5,7 - 16,9 % по сравнению с бездобавочным составом.

Ключевые слова: дорожный бетон, мартеновский шлак, прочность, водопоглощение.

Одним из наиболее динамично развивающихся с конца XX века направлений технологии портландцементного бетона является применение комплексных модификаторов бетона на основе химических и минеральных добавок. Исследования показали [1], что молотый шлак в составе портландцементного бетона, выполняет роль активного заполнителя, т. е. он реагирует с гидроксидом кальция. При этом образуется дополнительное количество гидросиликатов кальция, полностью исчезают капиллярные каналы, которые в результате усадки цементного камня образуются между ним и поверхностью заполнителя. Это приводит к значительному повышению коррозионной стойкости

бетона с активным заполнителем по сравнению с традиционными составами в большинстве агрессивных сред, в том числе даже против кислоты.

Цель работы - определить оптимальное содержание добавки мартеновского шлака в составе шлакоцементного вяжущего, показать его влияние на прочностные характеристики и водостойкость бетона в монолитных дорожных покрытиях.

Для анализа полученных характеристик подобран следующий состав цементобетонной смеси:

- Проектный класс бетона на сжатие - В35;
- Проектный класс бетона на растяжение при изгибе – B_{tb} 4.8;
- Марка по морозостойкости бетона - $F_2$200;
- Марка по удобоукладываемости - П1;

Расход материалов на 1 м^3 бетона:

- Щебень – 1290 кг;
- Песок – 570 кг;
- Цемент – 470 кг;
- Вода – 170 кг;
- «РЕОПЛАСТ ПКЛ 35 1» 0,4% от массы цемента – 1,88 кг;
- «РЕОПЛАСТ ВВ 5» 0,3% от массы цемента – 1,4 кг.

Испытания бетона, см. рис. 1-4, проводились по ГОСТ 10180-2012 [2], ОДМ 218.3.037-2014 [3].

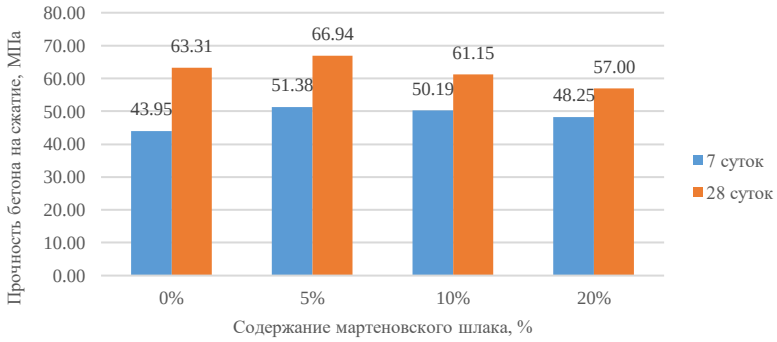


Рисунок 1 – Зависимость прочности дорожного бетона на сжатие от содержания мартеновского шлака (от массы цемента)

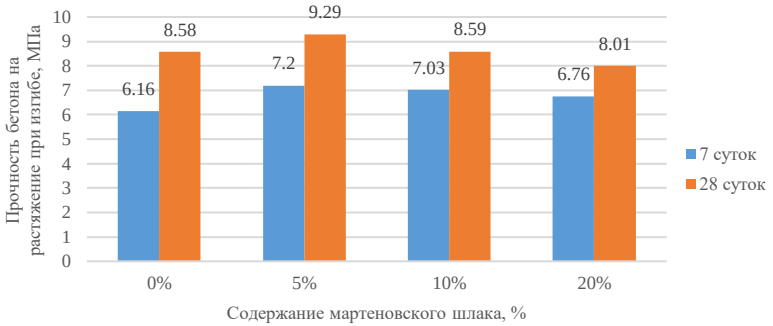


Рисунок 2 – Зависимость прочности дорожного бетона на растяжение при изгибе от содержания мартеновского шлака (от массы цемента)

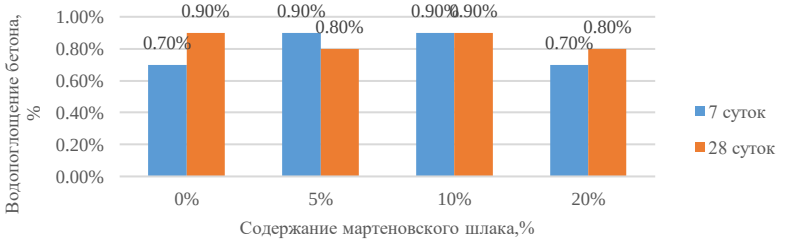


Рисунок 3 - Зависимость водопоглощения бетона от содержания мартеновского шлака (от массы цемента)

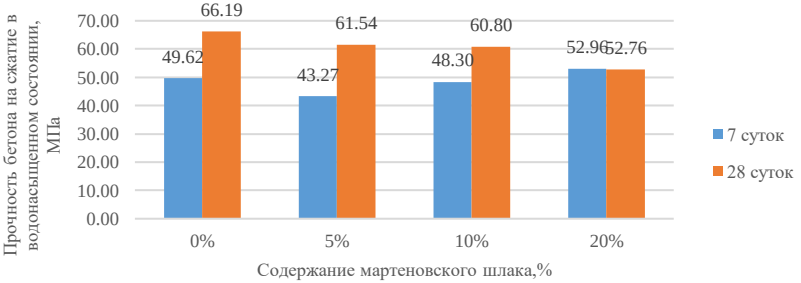


Рисунок 4 – Зависимость прочности бетона на сжатие в водонасыщенном состоянии от содержания мартеновского шлака (от массы цемента)

Исследования показали, что оптимальное введение мартеновского шлака в состав цементного вяжущего в диапазоне 0-5% от массы цемента способствует увеличению прочности дорожного бетона на сжатие и растяжение при изгибе на 5,7 - 16,9 % по сравнению с бездобавочным составом.

Также следует отметить, что введение в состав бетона мартеновского сталеплавильного шлака обеспечивает удешевление готовой продукции в виде монолитного дорожного покрытия.

Список литературы

1. Алексеенко А.А. Улучшение характеристик бетонов путем ввода активной минеральной добавки — молотого доменного шлака / Алексеенко А.А., Москвин Е.И., Птичников В.А. / Молодой ученый. — 2015. — № 24 (104). — С. 80-85.
2. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: дата введения 01 июля 2013. – М.: Стандартинформ, 2018. – 32 с.
3. ОДМ 218.3.037-2014 Рекомендации по контролю прочности цементобетона покрытий и оснований автомобильных дорог по образцам.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

М.А. Подкур, А.А. Дятчина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
voroncovskayalla@mail.ru

Постоянный рост числа транспортных средств приводит к повышению аварийности на автомобильных дорогах. Для снижения количества дорожно-транспортных происшествий необходимо совершенствовать технические средства организации дорожного движения. Таким средством является дорожная разметка из различных материалов, устройство которой на автомобильных дорогах представляет собой эффективный способ предотвращения несчастных случаев.

Ключевые слова: горизонтальная дорожная разметка, эффективность, безопасность, износ.

Материалы для горизонтальной дорожной разметки классифицируются по типам и по способу нанесения.

Существуют следующие три типа разметочных материалов (для горизонтальной дорожной разметки):

1) Краски(эмали);
2) Термопластики;
3) Холодные пластики.

Также для устройства горизонтальной дорожной разметки могут быть использованы изделия, такие как штучные формы и полимерные ленты.

Благодаря своей, относительно других типов разметочных материалов, невысокой стоимости, высокой технологичности, широкой распространённости необходимого оборудования в настоящее время краски (эмали) достаточно широко применяются для нанесения горизонтальной и вертикальной дорожной разметки, в том числе на автомобильных дорогах федерального значения (Рисунок 1).

На втором месте по объёмам применения среди материалов для горизонтальной дорожной разметки находится термопластик, хотя по распространению по субъектам Российской Федерации, органам управления автомобильных дорог термопластики и холодные пластики практически сравнялись.

Термопластики и холодные пластики классифицируются по способу нанесения на две группы – толстослойные, толщиной нанесения 1,5 мм и более, и спрей-пластики, толщина нанесения которых составляет от 0,8 до 1,5 мм в случае холодных пластиков, от 1,1 до 1,5 мм – для термопластиков[1].

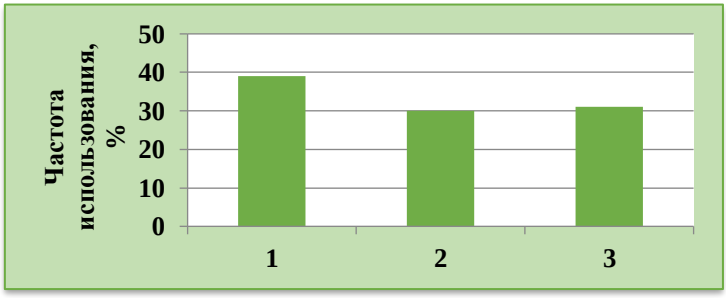


Рисунок 1 – Частота применения материалов для дорожной разметки: 1 – краски (эмали); 2 – термопластик; 3 – холодный пластик

Сравнение срока службы горизонтальной дорожной разметки из различных материалов (Рисунок 2):

– постоянная разметка красками (эмалями) на покрытиях автомобильных дорог до ее износа на 50% на любом участке протяженностью 50 м составляет не менее 6 месяцев[1];

– постоянная разметка термопластиками до ее износа (разрушения) на 50% на любом участке протяженностью 50 м - не менее 12 месяцев[1];

– постоянная разметка холодными пластиками до ее износа (разрушения) на 50% на любом участке протяженностью 50 м - не менее 24 месяцев[1].

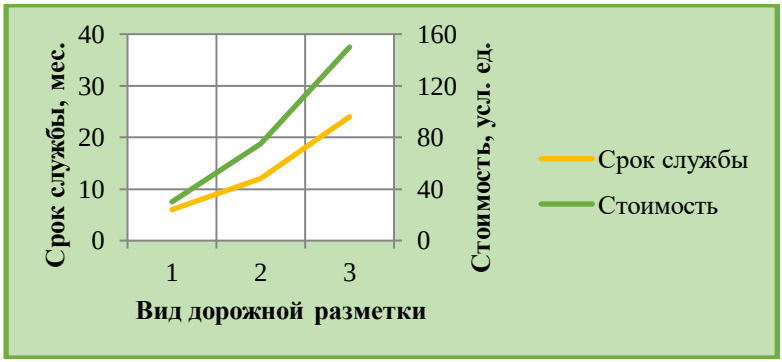


Рисунок 2 – Срок службы и стоимость материалов дорожной разметки: 1 – краски (эмали); 2 – термопластик; 3 – холодный пластик

Технологии нанесения горизонтальной дорожной разметки различных материалов:

Существует два основных метода нанесения красок (эмалей) при устройстве дорожной разметки – воздушный и безвоздушный.

В настоящее время используются следующие методы устройства горизонтальной дорожной разметки термопластиками и холодными пластиками: гравитационный, экструдерный и метод распыления (спрей-метод). Первые два метода применяются для нанесения толстослойной разметки, третий – метод распыления для нанесения тонкослойной разметки.

Оценка стоимости нанесения горизонтальной дорожной разметки различных материалов (Рисунок 2):

Для нанесения горизонтальной дорожной разметки из краски (эмали) не требуется высокотехнологичного оборудования, что позволяет снизить стоимость нанесения данного вида разметочного материала на дорожное покрытие[2].

В случае применения термопластиков для нанесения горизонтальной дорожной разметки стоимость работ возрастает в среднем на 150%, что обусловлено в необходимости проведения подготовительных работ и использования высокотехнологичного оборудования[3].

Холодные пластики, используемые для нанесения горизонтальной дорожной разметки из-за высоких требований к квалификации персонала, повышают стоимость нанесения в среднем на 400% по отношению к нанесению дорожной разметки красками (эмалями) и на 100% по отношению к разметке из термопластиков[3].

Развитие химической промышленности, новые технологические приёмы и возможности позволяют эффективно использовать современные материалы для нанесения горизонтальной, которая будет обладать требуемыми качеством и продолжительностью функциональной долговечности [4].

При этом необходимо обоснование принятия тех или иных решений, не менее важно получение объективной информации на всех этапах жизненного цикла дорожной разметки, первым этапом которой является входной контроль планируемых разметочных материалов [5].

Список литературы

1. 1.Свежинский, В.Н. Материалы горизонтальной дорожной разметки: методическое пособие / В.Н. Свежинский, Л.П. Бессонова. – М.: МАДИ. – 2018. – С. 241.

2. Методические рекомендации по нанесению дорожной разметки на цементобетонные покрытия автомобильных дорог// : Кодекс - Профессиональные справочные системы – Кодекс : сайт – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200037273 (дата обращения: 08.05.2023)

3. Нанесение дорожной разметки // Производство, реализация, монтаж оборудования для организации дорожного движения : сайт. – URL: https://www.signal-doroga.ru/services/the-road-markings/ (дата обращения: 08.05.2023)

4. 4.Свежинский, В.Н. Как правильно выбрать материал /В.Н. Свежинский, Л.П. Бессонова // Автомобильные дороги. – 2010.– № 4 (941). – С. 46–57

5. Методические рекомендации Росавтодора от 29.08.2015 № ОДМ 218.6.020-2016 // Главбух : сайт. – URL:

https://www.glavbukh.ru/npd/edoc/97_471853 (дата обращения: 08.05.2023)

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ 384-ФЗ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ» В СВЯЗИ С ВВЕДЕНИЕМ В ДЕЙСТВИЕ НОВЫХ ЕДИНЫХ ПЕРЕЧНЕЙ ДЛЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ (ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ №2425 ОТ 23.12.2021г.)

А.А. Подопригора
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
podopartem009@gmail.com

В статье рассматривается влияние нового единого перечня на декларирование и обязательную сертификацию строительной продукции.
В статье анализируются новые требования в связи с введением нового перечня продукции, также уделяется внимание переходу с классификатора ОКПД-2 на ТН ВЭД. Автором делается вывод о целесообразности введения нового единого перечня.
Ключевые слова: Федеральный закон, Постановление Правительства, сертификация, декларирование, классификатор.

Стандартизация, сертификация и метрология – важная составляющая поддержки высокого уровня качества продукции и услуг. Для государства и для любого человека в нем важны безопасность и качество итоговой продукции. А особенно имеет важное значение в наше время надлежащая безопасность и достаточная эффективность зданий и сооружений.

Контролируется безопасность Федеральным Законом № 384 «Технический регламент о безопасности и сооружений» от 30.12.2009 г. В соответствии с ним на законодательном уровне обеспечивается достойная безопасность и эффективность зданий и сооружений. Также немаловажным фактором является контролирование различных строительных материалов и конструкций и для этого вопроса ввели список обязательной сертификации и декларирования в Постановлении Правительства №2425 «Об утверждении единого перечня продукции,

подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подлежащей декларированию соответствия».

Согласно Федеральному Закону № 184 «О техническом регулировании» от 27.02.2002г., сертификация - форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров.

Сертификат соответствия - документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, документам по стандартизации или условиям договоров;

Декларирование соответствия - форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов;

Декларация о соответствии - документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов;

В данной статье автором анализируются необходимость новых требований в обязательной сертификации и декларировании, в связи с введением нового перечня продукции Постановлением Правительства РФ № 2425 от 23.12.2021г. Было произведено сравнение требований старого Постановления Правительства РФ от 01.12.2009г. N 982 и нового перечня Постановления Правительства РФ № 2425 от 23.12.2021г. Рассмотрены преимущества и недостатки Постановления Правительства РФ № 2425.

Актуальность данной темы связана с рассмотрением практического применения Постановления Правительства и увеличения объема продукции, к которому предъявляются обязательные требования по безопасности, а также переход с кодификатора ОКПД – 2 на ТН ВЭД.

Принятие нового Постановления позволяет охватить еще больший ассортимент продукции на подтверждения соответствия, что позволит увеличить количество качественной и безопасной продукции.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 23.12.2021г. № 2425 //Электронный фонд правовых и нормативных-технических документов: [Официальный сайт] – URL: https://docs.cntd.ru/document/727708039

2. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ // КонсультантПлюс [Официальный сайт] – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/

3. И.Ю. Матушкина, Л.А. Онищенко, Техническое регулирование: Технические регламенты и стандартизациия: учебное пособие: УРФУ, 2018 – 212с.
4. Федеральный Закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184 // КонсультантПлюс: [Официальный сайт] – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/

ПОЛИСТИРОЛБЕТОН – ЭФФЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Р.Р. Сагиев, Е.В. Лыткина
Новосибирский государственный архитектурно строительный университет (Сибстрин)

Одним из важнейших направлений в строительстве является развитие эффективного энергосбережения зданий. Успешным продуктом разработок последних лет стал полистиролбетон, который объединил в себе свойства конструктивного материала и утеплителя.

Полистиролбетон – это композиционный материал, состоящий из цементного вяжущего и сверхлёгкого заполнителя – вспученного полистирола. По своему назначению полистиролбетон близок к ячеистым бетонам, однако имеет перед ними ряд неоспоримых преимуществ.

В привычном для нас понимании полистиролбетон принято считать как хороший а так же ресурсо и энерго-сберегающий теплоизоляционный материал. Сотрудники НИИЖБ им. Гвоздева

Актуальность развития пенополистиролбетона заключается в развитии его не только как теплоизоляционного материала, но так же как и конструктционно – теплоизоляционного в зависимости от количества введенной полимерной добавки гранул полистирола.

По степени теплозащитных и конструкционных качеств полистиролбетон подразделяется на теплоизоляционный (D150-225), теплоизоляционно-конструкционный (D250-350) и конструкционно теплоизоляционный(D350-600). С позиций теплосбережения наибольший интерес представляют особо легкие бетоны марок по средней плотности D150-400 с учётом их прочности и морозостойкости. Для теплоизоляционных лёгких и ячеистых бетонов плотностью D200-400 не нормируется, т.е. в ограждающих конструкциях их использование без гидроизоляции не допускается.

Применение полистиролбетона:

Перемычки армированные. Полистиролбетонные перемычки выполняют теплоизоляционные и конструкционные функции, несут нагрузку от собственной массы и массы блоков, лежащих над перекрываемыми проемами. За счет своих теплофизических и прочностных показателей выполняют одновременно функции стенообразующего материала и утеплителя, что очень актуально в самых уязвимых местах наружных стен. С экономической точки зрения применение полистиролбетонных перемычек позволит сократить расходы до 300% за счет стоимости материала и уменьшения материалоемкости, увеличить производительность труда в связи с уменьшением производимых работ. Блоки с финишной отделкой Как правило, это искусственный камень или различного рода плитка и другие виды отделки.

Крупноформатные блоки из полистиролбетона Блоки высотой порядка 600мм, длиной до 2500мм и шириной согласно температурным показателям региона строительства. Основное и единственное преимущество – это сжатые сроки строительства.

Блоки с системой паз-гребень Модифицированные крупноформатные блоки оснащены системой пазгребень по горизонтали и вертикали. Также присутствуют в номенклатуре отдельно угловые элементы. Всѐ это в совокупности придаѐт конструкции дополнительную жѐсткость и практически отсутствуют мостики холода.

Панели из полистиролбетона. Широкое распространение на строительном рынке получило т.н. панельное строительство. Домокомплект производится в заводских условиях и собирается на готовом фундаменте. Есть определѐнные вопросы по данной технологии в разрезе выдерживаемых нагрузок. Все панели армируются металлической арматурой.

По плотности и коэффициенту теплопроводности полистиролбетон подразделяется на несколько марок:

По плотности: D150 – D600.

По теплопроводности: 0,055 – 0,145.

Принято считать полистиролбетон конструкционно – теплоизоляционным материалом для малоэтажного строительства, но в современном мире его применение вышло на новый уровень, а именно была разработана система экстренного торможения судов на взлётно-посадочных полосах (ВПП) гражданских аэродромов.

Мировая статистика показывает, что выкаты воздушных судов за пределы взлетно-посадочной полосы не такая уж и редкость. Данные

официальных источников утверждают, что в мире такие происшествия происходят в среднем один раз в неделю. Поэтому обустройство зоны безопасности в конце взлетно-посадочной полосы является обязательным. Это решение должно быть универсальным и применяться повсеместно.

Одним из материалов для системы торможения может быть монолитный полистиролбетон, разработанный специалистами НИИЖБ им. А.А Гвоздева. Состав полистиролбетонной смеси представляет собой оптимальное сочетание комплекса модифицирующих добавок, цементного вяжущего и полистирольного наполнителя. Плотность полистиролбетона рассматривается в пределах D200-250 с покрытием бетонными или иными плитами. Это обеспечивает требование к эксплуатации системы торможения.

Эту проблему решает система EMAS (сокращение от английского Engineered Materials Arresting System) - система инженерных материалов для остановки воздушных судов. Не все аэродромы применяют эту систему. На данный момент рассматриваются варианты лицензирования и обязательного применения.

Специалисты НИИЖБ им. А.А Гвоздева и готовы доказать на практике, что именно монолитный полистиролбетон должен тем самым слоем, который отвечает за торможение судна. Проведя расчёты, инженеры пришли к выводу что плотность полистиролбетона должна быть в пределах 200-250 кг/м^3 с покрытием бетонными плитами или аналогичными материалами. Данное решение свободно реализуется в условиях любого аэродрома при помощи мобильных смесительных установок и подачи насосом к месту заливки. Укладка полистиролбетонной смеси не требует каких-то специализированных навыков и проходит в сжатые сроки. В случае ремонта системы торможения достаточно только залить повреждённые участки.

Указанная система устанавливается по торцам ВПП. Принцип работы основан на передаче энергии движения самолета к относительно хрупкому материалу установленной системы. Как только колеса самолета ломают материал, происходит плавное и контролируемое его торможение. Установка на ВПП системы EMAS помогает эффективно тормозить воздушным судам без получения существенных повреждений.

Таким образом, применение полистеролбетона в строительстве становится возможным не только как теплоизоляционного материала, но так же как и конструкционного. Перспектива развития этого материала имеет место быть в создании более сложных конструкций в не только в гражданском строительстве.

Список литературы
1. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция/ Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), Москва: Росстандарт, 2014. -95с.
2. Шугуан, Х.Легкие бетоны / Х.Шугуан, Ван Фа Чжоу. Издательство ассоциации строительных вузов,2016. –304с.- ISBN 978-5-4323-0155-0.
3. Соколов, В.Н. Конструирование комплексных паро-, тепло- и гидроизоляционных полистиролбетонов / В.Н. Соколов. - Москва: МГСУ,2015. -200с.- ISBN 978-5-7264-1121-7.
4. Баженов, Ю.М. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности: основы теории, методы расчета и технологическое проектирование / Ю.М. Баженов, Е.А. Король, В.Т. Ерофеев, Е.А. Митина. Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 305с. - ISBN 978-5-93093-520-2.
5. Дворкин, Л. И. Специальные бетоны / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Москва: Инфра-Инженерия, 2012. – 368 с. – ISBN 978-5-9729-0046-6

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ

А.В. Садыков, О.А. Игнатова
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин**)**
a.sadykov@sibstrin.ru

В данной работе произведено сравнение вариантов конструкции дорожной одежды при проведении капитального ремонта и реконструкции. Объектом, на основании которого производится сравнение, выступает автомобильная дорога в с. Баган Баганского района Новосибирской области, категория дороги согласно СП 42.13330.2016 «Местные улицы», с шириной полосы – 3,0 м, расчетная скорость движения – 40 км/ч. При анализе рассматривались 2 основных типа конструкции: вариант полной замены дорожной одежды и усиление существующей дорожной одежды.
Ключевые слова: капитальный ремонт дорожной одежды, реконструкция дорожной одежды, дорожная одежда, автомобильные дороги, конструкция дороги, строительство дорог.

В рамках капитального ремонта автомобильной дороги в с.Баган Баганского района Новосибирской области в работе рассмотрены два

варианта конструкции дорожной одежды [1].
Расчеты проводились по методике ПНСТ 542-2021 [2].

Вариант 1 - замена существующей дорожной одежды.

Покрытие: Асфальтобетон А16Вл по ГОСТ Р 58406.2 на БНД 100/130 по ГОСТ 33133, Н=0,06м;
Верхний слой основания: Щебень трудноуплотняемый фракции 40-80 (80-120) мм с заклинкой фракционированным мелким щебнем ГОСТ 25607-2009, Н=0.20м;

Дополнительный слой основания: Щебеночная смесь непрерывной гранулометрии для оснований при максимальном размере зерен С4 - 80 мм ГОСТ 25607-2009, Н=0.22м;

Подстилающий слой: Песок мелкий с содержанием пылевато-глинистой фракции 5% ГОСТ 32824-2014, Н=0.50м.
Стоимость 100 м.п. – 2870,8 тыс. руб.

Вариант 2 - усиление существующей дорожной одежды.
Покрытие: Асфальтобетон А16Вл по ГОСТ Р 58406.2 на БНД 100/130 по ГОСТ 33133, Н=0.06м;

Верхний слой основания: Щебень трудноуплотняемый фракции 31,5-63 мм по ГОСТ 32703-2014 мм с заклинкой фракционным мелким щебнем, Н=0.20м;

Дополнительный слой основания: Щебеночная смесь непрерывной гранулометрии для оснований при максимальном размере зерен С4 - 80 мм ГОСТ 25607-2009, Н=0.20 м;

Существующая конструкция: Щебеночная смесь непрерывной гранулометрии для оснований при максимальном размере зерен С4 - 80 мм ГОСТ.
Стоимость 100 п.м. – 2156,6 тыс. руб.

Экономический анализ:

Сравнение вариантов по чистой стоимости 100 п.м. дорожной одежды показывает, что первый вариант существенно дороже второго. Однако второй вариант предусматривает подъем существующей отметки автомобильной дороги, что влечет за собой увеличение расходов на работы по устройству насыпи и съездов к прилегающим территориям. Стоимость удорожания смежных работ составит не менее 330 тыс. рублей на 100 п.м.

Также при применении первого варианта с полной заменой дорожной одежды освобождается материал существующей дорожной одежды (ЩПС С4), доступный для повторного использования на нужды заказчика, что экономит не менее 400 тыс. рублей на 100 м.п. для покупки и доставки аналогичного материала в указанных объемах. Таким образом, при сравнении общей стоимости СМР при

применении каждого из вариантов, включая негативные и позитивные экономические эффекты, получается, что использование второго варианта экономически менее целесообразно.

Технологический анализ:

При расчете конструкций дорожной одежды применялись методики ПНСТ 542-2021. Основные параметры, по которым производились расчеты:

- минимальный требуемый модуль упругости;
- допускаемый упругий прогиб;
- расчет по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев;
- расчет конструкции дорожной одежды на сопротивление монолитных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе;
- расчет конструкции дорожной одежды на морозоустойчивость;
- расчет дренирующего слоя [3,4] .

В результате проведенных расчетов, оба варианта конструкций дорожной одежды соответствуют нормам, и обеспечивают безопасную и долговечную эксплуатацию данной автомобильной дороги.

Эксплуатационный анализ:

Применение первого варианта дорожной одежды предусматривает вместе с общим сохранением существующего продольного профиля приведение его к нормативным параметрам без дополнительного подъема. Это не влияет на комфортность подъездов к домам и на пользование придомовыми территориями местных жителей и социальных служб. Однако данные изменения могут негативно повлиять на удобство расчистки территории от снега, а также увеличить вероятность дополнительных снежных заносов придомовых территорий из-за завихрений воздуха после перепада высот на дороге, с учетом преимущественного направления ветра в зимний период.

Помимо этого увеличение рабочей отметки продольного профиля влечет за собой изменение существующей системы водоотведения, вследствие чего возникает необходимость ее переустройства.

Тем не менее, на основании проведенных расчетов, а также сравнительного (экономического, технологического и эксплуатационного) анализа вариантов конструкций дорожной одежды при капитальном ремонте автомобильной дороги, в данных условиях целесообразным является первый вариант.

Принятая конструкция дорожной одежды не является оптимальной по всем параметрам, все зависит от значительного количества переменных, которые необходимо рассматривать в каждом

конкретном случае, и только после комплексного анализа, делать обоснованный выбор.

Список литературы

1. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.
2. ПНСТ 542-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования.
3. СП 34.13330.2021. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*.
4. ОДН 218.046-01. «Проектирование нежестких дорожных одежд».

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД)

О.Е. Смирнова, Р.Ю. Фроликов
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
smirnova.olj@yandex.ru

В тезисе рассмотрена актуальность утилизации техногенных отходов. Представлены примеры использования техногенных отходов в производстве бетона. Рассмотрен химический состав осадка сточных вод. Приведен подобранный состав газобетона с осадком сточных вод. Представлен метод для оценки качества полученного изделия.

Ключевые слова: техногенные отходы, осадки сточных вод, бетон, зола, оценка качества.

Осадки с очистных сооружений складируются на площадках и отвалах, минимальная часть утилизируется, но вновь образующийся ил складывать некуда. Поэтому создаётся угроза размывания и разрушения хранилищ, после чего не переработанные отходы попадают в водоём.

Авторами [1] разработана технология производства теплоизоляционного бетона с улучшенными защитными свойствами по теплоизоляции и по экологическим показателям за счет улучшения способности материала адсорбировать ионы тяжёлых металлов.

Особенностью состава данного бетона является – содержание в качестве заполнителя золу осадка сточных вод и песок.

Известен состав для пенобетона [2], содержащий цемент, известь, песок, от сжигания осадка сточных вод, пенообразующую добавку и воду, дополнительно базальтовую фибру, полуводный гипс – $CaSO_4$ $0,5H_2O$, 20% раствор золя ортокремневой кислоты с pH 3,1-4,0. Пенобетон имеет повышенную прочность при изгибе, повышение коэффициента звукопоглощения и уменьшение усадки при твердении.

В Китае проводятся исследования по изучению механических свойств бетона, в котором применяется зола от шлама сточных вод в качестве частичной замены цемента [3].

Оценка содержания химических элементов проводили с помощью энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа (РФА ЭД) на спектрометре «M1 Mistral» (Bruker).

Качественный анализ образца осадка выявил присутствие Ca, Ti, Mn, Rb, Sr, Zn, W и в большей степени Fe.

В работе исследовался газобетон в состав которого входит: портландцемент, мелкий заполнитель (песок и осадок сточных вод), известь молотая негашеная, алюминиевая пудра.

Для оценки качества состава с осадком сточных вод применялся дифференциальный метод. Дифференциальный метод оценки уровня качества состоит в сравнении единичных показателей качества оцениваемой продукции (изделия) с соответствующими единичными показателями качества базового образца. При этом для каждого из показателей рассчитываются относительные показатели качества [4]. В итоге было сделано сравнение составов газобетона с добавлением осадка сточных вод и без его добавления.

Список литературы:

1. Патент RU № 2278848 C1. Теплоизоляционный бетон./ Л.Б. Сватовская, В.Я. Соловьёва, Е.В. Русанова, А.М. Сычёва, А.В. Хитров, Т.С. Титова. Опубл. 27.06.2006, Бюл. №18.

2. Патент RU № 2306300 C1. Смесь для пенобетона./ Л.Б. Сватовская, В.Я. Соловьёва, В.А. Чернаков, В.Н. Сурков, Д.В. Соловьёв. Опубл. 20.09.2007, Бюл. №26.

3. *Doh S. I., Muhammad Aizat A., Chin S. C., Jing G. Q.* Mechanical properties of concrete containing microwaved sewage sludge ash as partial cement replacement // National Colloquium on Wind & Earthquake Engineering IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 244 (2019) 012027 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/244/1/012027.

4. ГОСТ 15467-79 Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения: утвержден и введен дйествие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26.01.79 N 244: дата введения 1979.07.01/ разработан и внесен Государственным комитетом СССР по стандартам. –Москва: Стандартинформ, 2009. – 22 с. – Текст непосредственный.

УСИЛЕНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

Д.И. Яремчук, А.А. Дятчина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
voroncovskayalla@mail.ru

Эффективность работы и пропускная способность автомобилей во многом зависит от состояния дорог, поэтому главной задачей эксплуатации является обеспечение содержания и своевременного ремонта всего комплекса дорожных сооружений. Дорожно-строительные организации ежегодно выполняют большой объем работ по содержанию и ремонту автомобильных дорог. Одни работы проводятся систематически на всей длине дороги, а другие – периодически на отдельных изношенных участках. В некоторых случаях возникает необходимость существенно улучшить параметры автодороги в соответствии с новыми требованиями.

Ключевые слова: капитальный ремонт, дорожная одежда, прочность, модуль упругости

Автомобильная дорога представляет собой комплекс сооружений, предназначенных для обеспечения безопасного, удобного, круглогодичного движения автомобилей с заданными скоростями и весовыми нагрузками.

Срок службы введенных в эксплуатацию дорог исчисляется десятками лет. За это время появляются новые марки автомобилей с повышенной осевой нагрузкой, которая ранее не учитывалась при проектировании дорожной одежды. Возникает необходимость не только восстановить при ремонте параметры дороги, но и существенно их улучшить в соответствии с новыми требованиями [1].

В таком случае, нужно произвести капитальный ремонт автомобильной дороги. К комплексу выполняемых при капитальном ремонте работ, связанных с доведением параметров до значений, соответствующих техническим характеристикам категории ремонтируемого участка автомобильной дороги, в том числе с устройством и установкой недостающих и дополнительных элементов обустройства, способствующих совершенствованию организации и повышению безопасности дорожного движения, относятся следующие работы [2]:

а) усиление дорожной одежды при несоответствии её прочности транспортным нагрузкам с исправлением продольных и поперечных неровностей, укладкой выравнивающих и дополнительных слоев основания и покрытия;

б) замена дорожной одежды на более прочную и долговечную;

в) уширение дорожной одежды до норм соответствующих категории ремонтируемого участка автомобильной дороги;

г) укладка основания и покрытия с использованием материалов старого покрытия;

д) переустройство дорожной одежды на участках образования колей глубиной более 45мм с удалением одного или нескольких нестабильных слоев основания.

В работе был рассмотрен капитальный ремонт дорожной одежды объекта Р-254 «Иртыш» Челябинск - Курган - Омск - Новосибирск, Северный обход г. Новосибирска на участке км 50+000 - км 52+500, первой (IB) дорожной категории капитального типа с цементобетонным покрытием (Рисунок 1). На 2019 год интенсивность движения составляет 11436 авт/сут. Так как прирост интенсивности превышает расчетные значения, заданные при строительстве автомобильной дороги, то износ автомобильной дороги выше и дорожная одежда разрушается раньше назначенных межремонтных сроков [3].

После измерения модуля упругости существующей дорожной одежды, были сделаны выводы о необходимости осуществления капитального ремонта с целью усиления конструкции автодороги.

Усиление верхних слоев нежестких дорожных одежд - комплекс технологических операций при капитальном ремонте, связанный с укладкой нового слоя или слоев с целью обеспечения соответствия эксплуатационных свойств отремонтированного дорожного покрытия предъявляемым требованиям.

Рассматривались три основных способа повышения прочности дорожной одежды:

– строительство нового покрытия на старой дорожной одежде;

– замена верхнего слоя или всех слоев покрытия с сохранением или с усилением основания;

– полная замена всей дорожной одежды с учетом перспективы роста интенсивности движения.

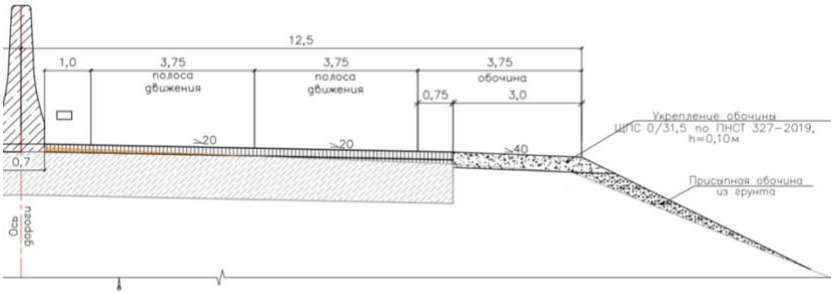
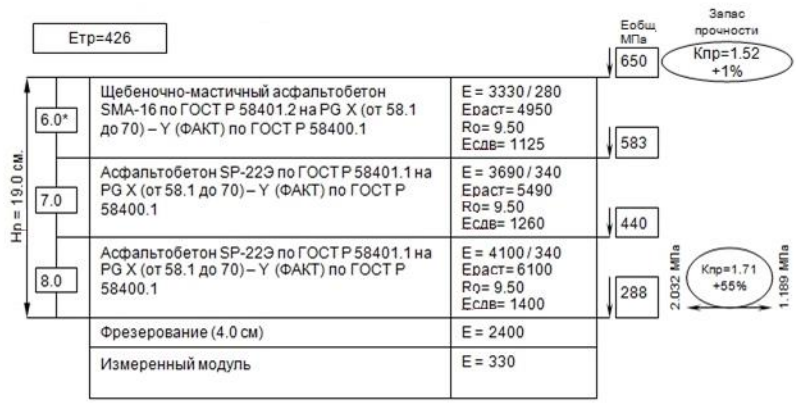


Рисунок 1 – Поперечный профиль конструкции дорожной одежды

Таким образом, после проведения необходимых расчётов было принято решение о замене слоёв покрытия автомобильной дороги (Рисунок 2).

На объекте была произведена фрезеровка старого цементобетонного покрытия и выполнена укладка трех новых слоев из асфальтобетона. Таким образом, усилив дорожную одежду и увеличив модуль упругости, данная автомобильная дорога будет обеспечивать необходимую расчетную скорость и пропускную способность весь межремонтный срок.



E, C, R - МПа; F - град.

*В расчёте исключена допустимая толщина износа верхнего слоя = 2.0 см.

Рисунок 2 – Расчётные характеристики и результаты расчётов слоёв покрытия автомобильной дороги

Список литературы

1. ОДМ 218.0.000-2003 Руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог // Кодекс - Профессиональные справочные системы - Кодекс URL: https://docs.cntd.ru/document/1200037133 (дата обращения: 20.04.2023)..
2. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования // Кодекс - Профессиональные справочные системы - Кодекс URL: https://docs.cntd.ru/document/1200029247 (дата обращения: 20.04.2023)
3. ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока // Кодекс - Профессиональные справочные системы - Кодекс URL: https://docs.cntd.ru/document/1200132267 (дата обращения: 20.04.2023).

СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОЙ ГЕОЛОКАЦИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В РФ: ТЕХНОЛОГИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

С.А. Андриевский, А.И. Баранов, Е.А. Петренева, И.Н. Писарева
Сибирский государственный университет путей сообщения
petreneva.ea@mail.ru. schura.baranov2014@gmail.com

В статье рассмотрены проблемы, обусловленные недостаточно точной геолокацией подвижного состава. Проанализированы причины и методы решения данных аспектов. Изучен как европейский, так и отечественный опыт: инновационные разработки, концепции и технологии — выявлены и оценены их особенности, преимущества и недостатки. Проанализирован уровень обеспеченности потребителей перевозочных услуг средствами отслеживания местоположения груза в пути следования.

Ключевые слова: геолокация, система автоматизации, умный локомотив, процессы перевозок, инновационные технологии.

Определение точного местоположения подвижного состава (далее — ПС) является важным фактором в логистических операциях, с помощью которого компании имеют возможность оптимизировать процессы перевозок, в том числе с помощью внедрения новейших информационных технологий. Важную роль здесь играет технология автоматизации сбора информации о местоположении транспортных средств и товаров, перевозимых ими, на основе системы автоматической идентификации ПС, что подтверждает актуальность выбранной темы.

Существует множество компаний в мире, для которых определение геолокации различных объектов – ключевая деятельность. Например, в Европе такие крупные компании, как «Sensolus», «Siemens», «Frauscher» и «Humatics», а также отечественные корпорации «Ростех» и «Роскосмос» внедряют новые технологии в этой области. Количество разработок продолжает расти из года в год как в России, так и за рубежом.

На сегодняшний день создано множество устройств, определяющих местонахождение поезда с разной точностью: одни из них используют

для этого спутниковый сигнал, другие высокие радиочастоты, а некоторые обнаруживают поезд по вибрации рельсов. В последнее время популярность в данной отрасли набирают широкополосные линии связи, которые в отличие от привычных аналогов применяют довольно широкий спектр высоких радиочастот 3-10 ГГц, что позволяет передавать сигнал о нахождении ПС с высокой скоростью и защищенностью от помех, давая возможность системе работать под землей или под водой. Весомым недостатком данной установки является малый радиус передачи сигнала, что требует размещение датчиков, поддерживающих сигнал на коротких дистанциях, в районе 100 м.

Развитие технологий за прошедшие годы привело к созданию целого ряда передовых систем. К ним относятся: бортовые датчики, которые передают информацию о состоянии вагона и груза, температуры воздуха, давлении и влажности, а также динамических нагрузках, действующих на ПС; счетчики осей; GPS-навигация.

В настоящее время активно развивается концепция «Цифровой железной дороги». Новый уровень услуг достигается за счет внедрения цифровых технологий и изменения традиционной бизнес-модели (рис.1) [1]. Разработка и внедрение необходимых датчиков для более эффективной транспортировки занимают важное место в этой инновационной концепции.



Рисунок 1 – «Цифровая железная дорога»

Научно-исследовательский и проектный институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте разработал «умный» локомотив, где расположено множество индикаторов и

устройств, которые различными способами обрабатывают электромагнитные волны вокруг, к примеру, при помощи радара, лидара и видеокамер [2, с. 6].

Локомотив под дистанционным управлением маневровой автоматической локомотивной сигнализации без машиниста считывает и обрабатывает параметры всех систем, а также проводит диагностику данных от датчиков [2, с. 5].

Как сообщает Ададуров С. Е., «к 2030 году планируется использовать беспилотные локомотивы серийного производства. Это будет достигнуто с помощью системы автоматического управления торможением и установкой современных датчиков на уральские локомотивы» [2, с. 12].

Кроме того, на РЖД активно оборудуется ПС кодовыми бортовыми датчиками российского производства КБД-2М, несущими информацию о каждой подвижной единице. Вдоль железнодорожного пути устанавливаются пункты считывания, при прохождении которых автоматически передаётся информация от датчиков.

Согласно отчетам ОАО «РЖД», «на текущий момент бортовыми датчиками оборудован весь парк магистральных локомотивов и грузовых вагонов ОАО «РЖД». Развернута установка пунктов считывания на всех подходах к сортировочным, участковым, припортовым, пограничным, крупным грузовым станциям, на стыках железных дорог, диспетчерских участков, на контрольно-пропускных пунктах локомотивных депо» [3].

Также ОАО «РЖД» и ООО «Центр развития цифровых платформ» осуществляют совместную деятельность в области отслеживания перевозок товаров за счет внедрения электронных навигационных пломб.

Для визуализации данных о геолокации состава возможно применение «холодных» данных, полученных на основе теоретических расчетов и «горячих», которые составляются в режиме реального времени по значениям навигационных систем. ОАО «РЖД» и «Яндекс.Транспорт» используют «холодную» систему слежения и отталкиваются от теоретических данных, где может находиться ПС в текущий момент. «Travic» — международный цифровой проект, обеспечивающий визуализацию движения и данные о транзите, публикуемые транспортными агентствами со всего мира. Сервис использует данные источники, органично включая их в визуализацию своей карты, и выдавая пользователю актуальный результат.

Анализ мирового опыта подтвердил актуальность разработки инновационных систем в области точного определения геолокации ПС как за рубежом, так и в Российской Федерации.

Российские ученые активно изучают инновационные решения и концепции, что приводит к непрерывному расширению объемов использования информационных систем, осуществляющих отслеживание местоположения поездов по всей сети РЖД.

Количество патентов, связанных с определением геолокации, стремительно увеличивается из года в год, что позволяет за счет использования этих технологий на практике добиваться высоких результатов в эффективности и в безопасности перевозок, тем самым привлекая инвестиции в данное направление. Благодаря чему, в ближайшем будущем геолокация выйдет на новый уровень, что поспособствует её дальнейшему массовому применению.

Список литературы

1. Горелов Г.В., Богачев А.П., Бахтиярова Е.А. Типы и стандарты систем связи с подвижными объектами на железнодорожном транспорте: Учебное пособие. М.: МИИТ, 2014. 336 с.
2. Ададуров С. Е. Технологический фронтир развития железнодорожной отрасли — М.: АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», 2020. 33 с.
3. URL: Проблемы внедрения САИ "Пальма" [Электронный ресурс] https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=27279 (дата обращения 23.04.23).

АНАЛИЗ ИСПРАВЛЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LDPC КОДА

С.П. Ануфриев, С.В. Воробьёва
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
vobler777111@mail.ru

Решением задач по обеспечению высокой скорости и помехоустойчивости телекоммуникаций стало создание новых методов реализаций систем связи, включающее в себя передовые разработки процессов модуляции и кодирования. Автор ставит перед

собой задачу исследования повышения помехоустойчивости системы связи с применением высокоскоростных кодов с использованием средств программного моделирования.

Ключевые слова: модуляция, кодирование, LDPC, система связи

Введение

Развитие стандартов связи, нацеленное, в первую очередь, на увеличение скорости передачи информации, привело к созданию таких технологий, как сети 5G, введение новых высокоскоростных стандартов Wi-Fi, стандартов группы DVB и стандартов сети Ethernet. Между тем увеличение скорости должно сопровождаться стремлением к однозначному восстановлению сигнала. В целях повышения помехоустойчивости системы связи дополняются процедурами модуляции и кодирования.

Квадратурная амплитудная модуляция

Одним из самых передовых методов модуляции является квадратурная амплитудная модуляция (КАМ). Принцип такой модуляции заключается в том, что в формировании сигнала участвуют амплитуда и фаза несущих колебаний [2]. Важным понятием является глубина КАМ, которая определяет количество бит, передаваемых одним символом.

С увеличением глубины модуляции, увеличивается количество символов. Расстояние между символами выступает мерой помехозащищённости. Так, при наличии помех символ может сместиться со своей точки абсолютного значения и попасть в область возможных значений другого символа, что приведёт к искажению передаваемой информации. Тем не менее, возможность с помощью КАМ передавать одним символом несколько бит значительно увеличивает эффективность передачи данных [4].

Код LDPC

Вследствие сложной реализации интерес к LDPC (Low Density Parity Check code – код с малой плотностью проверок на чётность) стал актуален благодаря увеличению вычислительных мощностей цифровых систем. В LDPC удалось добиться пропускной способности близкой к границе Шеннона при увеличении длины кода, а также увеличения скорости декодирования.

Важной особенностью, характеризующей исправляющую способность линейного блочного кода, является свойство ортогональности производящей G и проверочной H матрицы [1]. Вследствие чего, при поступлении кодового слова, в котором нет ошибок, соблюдается проверка на чётность. Если же кодовое слово

подверглось влиянию помех в канале связи и стало содержать ошибки, то вектор синдрома ошибки не равен 0. Следовательно, принятый сигнал не является разрешённым кодовым словом (не проходит проверку на чётность) и, согласно таблице синдромов, исправляется по принципу инверсии.

Моделирование канала связи

В качестве среды моделирования системы связи представлена отечественная программная среда SimInTech. Процесс моделирования в SimInTech происходит в виде структурного проектирования логико-динамических систем [5]. Моделирование предусматривает составление системы связи (рисунок 1), состоящей из следующих блоков:

- Генератора псевдослучайной последовательности (PRBG);
- Кодера LDPC;
- Модулятора КАМ-256;
- Канала связи с аддитивным белым гауссовским шумом;
- Декодера LDPC;
- Демодулятора КАМ-256;
- Блока расчёта вероятности битовой ошибки (BER).

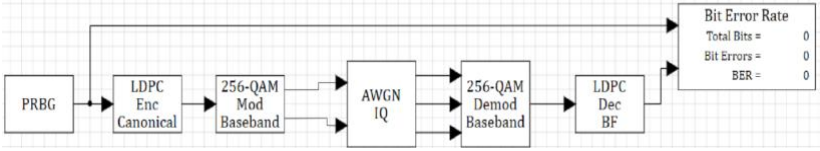


Рисунок 1 – Модель системы связи

Параметры модели соответствуют высокоскоростной системе связи с кодовой скоростью равной 8/9, глубина модуляции составляет 256. Для оценки исправляющей способности LDPC был произведён программный расчёт и динамическое построение графиков зависимостей вероятности ошибки на бит от отношения сигнал/шум для моделей систем связи, функционирующих по принципам модема и кодема.

Заключение

Сравнительный анализ зависимостей (рисунок 2) показал, что применение LDPC существенно повышает помехозащищённость высокоскоростной системы связи.

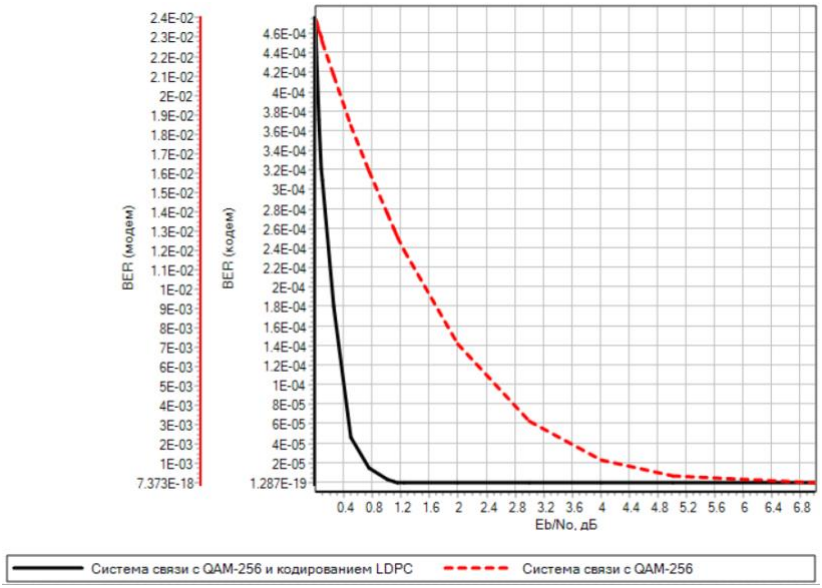


Рисунок 2 – Зависимости вероятности битовой ошибки от отношения сигнал/шум для моделей высокоскоростных систем связи, предусматривающих только модуляцию и модуляцию с кодированием

Список литературы

1. Воробьева С. В., Колягина А. Е. Помехоустойчивое кодирование в телекоммуникационных системах: практикум / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. - Новосибирск: СибГУТИ, 2022. - 65 с.

2. Воробьева С. В., Колягина А. Е. Основы теории радиосистем передачи информации: практикум / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. - Новосибирск: СибГУТИ, 2022. - 54 с.

3. Золотарев В.В. Основы современных технологий помехоустойчивого кодирования. История. Возможности. Перспективы. / В.В. Золотарев, Г.В. Овечкин. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2009. – 95 с.

4. Квадратурная модуляция (QAM) [Электронный ресурс]. – URL: https://digteh.ru/UGFSvSPS/modul/QAM (Дата обращения 11.04.2023).

5. Справочная система SimInTech [Электронный ресурс]. – URL: file:///C:/SimInTech64/webhelp/index.html?contextId=idindex (Дата обращения 29.03.2023).

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ЗАИМСТВОВАНИЙ В ЭЛЕКТРОННЫХ РАБОТАХ ОБУЧАЮЩИХСЯ

А.Р. Аргинбаев, П.Ю. Бугаков
Сибирский государственный университет геосистем и технологий
arthur.arginbaev@gmail.com

Статья посвящена актуальной проблеме оригинальности самостоятельных работ обучающихся в образовательных учреждениях. В настоящий момент проверке подвергаются только наиболее значимые виды работ (выпускные квалификационные и курсовые работы). В связи с этим был разработан и протестирован прототип программного обеспечения, позволяющий проверять текстовые документы на предмет заимствования, используя для этого внутреннюю гибко конфигурируемую коллекцию письменных работ учебного заведения.

Ключевые слова: программное обеспечение, антиплагиат, оценка оригинальности, opencorpora.

Письменные работы являются одним из лучших средств оценки академических достижений обучающихся [1]. В настоящее время основным информационным источником является интернет [2]. В результате ее использования, письменные работы стали демонстрировать не степень развитости профессиональных навыков, а умение найти и скомпилировать приемлемый текст с минимальным количеством усилий [3].

В настоящий момент проверке подвергаются только наиболее значимые виды работ (выпускные квалификационные и курсовые работы). Остальные же (рефераты, домашние и лабораторные работы, отчеты по практике) не проверяются на заимствования, что обусловлено стремлением образовательных учреждений лимитировать финансовые расходы.

В связи с этим возникает необходимость разработки программного обеспечения, позволяющего определять оригинальность текстовых электронных работ обучающихся, используя для этого внутреннюю гибко конфигурируемую коллекцию письменных работ учебного заведения. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи: разработать алгоритм и программный прототип; выполнить его тестирование и проанализировать результаты.

Запрос на выполнение анализа текстовых работ формируется из набора таких параметров, как пути к проверяемым и сравниваемым файлам, путь для сохранения результатов анализа, список поддерживаемых форматов документов, списки анализируемых типов слов и анализируемых частей речи, минимально допустимый уровень оригинальности и т.д.

В процессе обработки запроса формируются списки проверяемых и сравниваемых документов. Для каждого документа создается объект, который содержит список абзацев. Каждый абзац, в свою очередь, хранит список предложений, а каждое предложение – список слов.

Если предложение содержит хоть одно анализируемое слово, то для него генерируется хеш с помощью хеш-функции SHA256. При этом входным значением является строка, образованная списком значений анализируемых слов, отсортированных по возрастанию. Предложение с хешем помечается как анализируемое. После структурного анализа документов и формирования информационных объектов начинается двухэтапный поиск совпадений.

На первом этапе происходит поиск точных совпадений. Сначала выполняются пересечения множеств хэшей абзацев проверяемых и сравниваемых документов [4]. В случае совпадения хэша в список источников проверяемого абзаца добавляется название сравниваемого документа. Затем выполняются пересечения множеств хэшей предложений проверяемых и сравниваемых документов. В случае совпадения хэша проверяемого предложения в список его первоисточников добавляется название документа, с которым происходило сравнение.

На втором этапе происходит поиск частичных совпадений. Каждое предложение, не имеющие совпадений на прошлом этапе, разбивается на фрагменты, называемые шинглами (от английского «shingle»). Они формируется из сортированных по возрастанию анализируемых слов предложения. Каждый шингл состоит из двух слов. Выборка слов происходит внахлест, а не встык, то есть каждое слово, кроме первого и последнего, попадает в два соседних шингла. Проверка проходит путем пересечения объединенного множества шинглов, проверяемых и сравниваемых документов. В случае совпадения шингл слова и его образующие помечаются как совпавшие. Предложениям, в которых количество совпавших слов значительно превышает количество уникальных, в список источников добавляется название сравниваемого документа.

Для апробации алгоритма был создан прототип программы с графическим интерфейсом.

Для написания кода использовался язык программирования C#. В качестве тестовых данных были взяты 60 курсовых работ, более 100 страниц в каждой. Анализировались только русскоязычные слова и информативные части речи (исключены местоимения, предикативы, предлоги, союзы, частицы и междометия). Тестирование проводилось на аппаратной платформе со следующими характеристиками: процессор AMD Ryzen 7 2700X с тактовой частотой 4 ГГц, 8 ядер, 16 потоков; оперативная память 16 Гб DDR4, с тактовой частотой 3200 МГц, в двухканальном режиме; SSD M.2 накопитель.

При использовании такой конфигурации обработка запроса заняла 30 секунд, максимальная загрузка процессора достигала 60%, объем занятой оперативной памяти – 7 Гб.

Результаты сохраняются в виде документов в формате .docx. В начале отображается краткая сводка, содержащая информацию о количестве совпавших предложений, оригинальности документа и десяти самых объемных источниках заимствований. Процент оригинальности определяется через отношение количества слов из совпавших фрагментов документа к их общему количеству. Затем располагается текст проверяемого документа. В конце абзацев и предложений отображается список источников. Если абзац и предложение имеют общий источник, то в списке источников предложения он не отображается.

Широко используемая в высших образовательных учреждениях система Антиплагиат.ВУЗ позволяет выполнять проверку курсовых и лабораторных работ, однако база текстовых документов в ней формируется коллективно – всеми уполномоченными пользователями в вузе. Они могут самостоятельно добавлять новые или удалять ранее добавленные ими файлы, но не могут управлять файлами других пользователей. Таким образом, ручное формирование списка файлов, используемых для проверки оригинальности письменных работ, становится существенно ограниченным.

Разработанный алгоритм и созданный на его основе программный прототип устраняет этот недостаток, позволяет пользователю самостоятельно выбирать наборы файлов для сравнения, указывать глубину проводимого анализа и получать подробные отчеты о проведенной проверке.

Был разработан и протестирован прототип, позволяющий проверять текстовые документы на предмет заимствования [5]. Он позволяет: определять точные и частичные совпадения; выявлять плагиат после перестановки слов, фраз и предложений, смены формы слов, при незначительном добавлении новых слов в исходное предложение;

игнорировать изменения времен, падежей, и других грамматических категорий слова. В дальнейшем данное программное обеспечение планируется использовать в учебном процессе на кафедре прикладной информатики и информационных систем СГУГиТ для проверки оригинальности отчетов лабораторных и курсовых работ.

Список литературы

1. Васильева В.А., Шабаева А.А. Плагиат глазами студентов: мошенничество или норма – Социально-гуманитарные знания, № 3, 2023, С. 20-29.
2. Кацко С.Ю., Кокорина И.П. Проверка ВКР: корректные заимствования, плагиат и оригинальность текста – Актуальные вопросы образования, 2021, № 1, С. 142-145.
3. Плещенко В.И. О плагиате в научных публикациях и выпускных работах – Высшее образование в России. 2018, №8-9, С. 62-70.
4. Петровский А. Б., Теория измеримых множеств и мультимножеств – Наука, 2018. – 244 с.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2022682095 Российская Федерация. Программа для анализа оригинальности лабораторных и курсовых работ – П. Ю. Бугаков, А. Р. Аргинбаев; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий». – № 2022681876; заявл. 18.11.2022; опубл 18.11.2022

РЕАЛИЗАЦИЯ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Н.А. Бабко, А.В. Жаров
Сибирский государственный университет водного транспорта»
niki-babko@yandex.ru

Цель данной работы заключается в реализации среды разработки для веб-приложений, которая будет способствовать решению проблем, связанных с интеграцией различных технологий и инструментов. Эта среда разработки будет упрощать процесс разработки, повышать производительность разработчиков, улучшать качество кода, снижать стоимость разработки и сопровождения веб-приложений, а также решать проблему импортозамещения.

Ключевые слова: среда разработки, клиент, сервер, фреймворк, программное обеспечение, проектирование, фронтенд, бэкенд.

Технологии веб-программирования с каждым годом стремительно развиваются, сменяют друг друга или укрепляют свои позиции [1].

В соответствии с проведенным анализом статистических данных, полученных из репозиториев GitHub, в настоящее время выделяются три наиболее популярных фреймворка для веб-программирования.

Первым из них является фреймворк React, который обладает рядом преимуществ. Большое сообщество разработчиков активно использует React, что обеспечивает доступность обучающих ресурсов и поддержку со стороны сообщества. Важной характеристикой React является использование виртуального DOM-дерева, что позволяет эффективно управлять обновлением пользовательского интерфейса.

Вторым в списке наиболее востребованных фреймворков указывается Angular. Он предлагает свои преимущества, среди которых встроенный менеджер состояния, обеспечивающий эффективную работу с данными приложения, а также встроенный роутер, облегчающий навигацию в приложении.

Третьим фреймворком, выделяющимся по популярности, является Vue. Он привлекает внимание разработчиков благодаря своему малому размеру и низкому порогу вхождения. Компактность Vue делает его привлекательным для разработки маленьких и быстрых приложений, а также облегчает процесс обучения новичков.

В результате проведенного анализа фреймворков были выявлены значительные недостатки, присутствующие в большинстве из них:

- Сложность и избыточность: многие существующие фреймворки предлагают обширный функционал, который в большинстве случаев не используется, что приводит к избыточности и усложняет разработку. Неиспользуемый функционал все равно включается в итоговую сборку проекта, что снижает производительность системы;
- Отсутствие нормального интерфейса командной строки: отсутствие удобного и гибкого интерфейса командной строки ограничивает возможности глубокой настройки приложений на начальном этапе разработки;
- Ограниченная гибкость: многие фреймворки имеют жесткие правила разработки, что затрудняет реализацию нестандартных требований бизнеса и усложняет интеграцию с другими инструментами;
- Плохая поддержка рендеринга интерфейса на стороне сервера: некоторые фреймворки имеют ограниченную поддержку рендеринга

интерфейса на стороне сервера, что ограничивает возможности оптимизации и улучшения производительности;

- Импортные решения: некоторые из существующих веб-фреймворков разработаны иностранными компаниями, что может приводить к возникновению различных трудностей и проблем.

После проведения анализа существующих решений была поставлена цель - реализовать среду разработки для веб-приложений, которая должна состоять из двух фреймворков: один для клиентской части, другой для серверной. Кроме того, были сформулированы следующие задачи:

- Модульность: разделение фреймворков на изолированные модули, чтобы обеспечить легкую сопровождаемость и масштабируемость системы;
- Изоморфность: возможность рендеринга клиентской части на серверной части, позволяющая создавать более эффективные и быстродействующие приложения;
- Гибкость: предоставление свободного выбора архитектуры приложения и обеспечение беспроблемной интеграции с другими сторонними инструментами;
- Расширяемость: возможность добавления нового функционала без критических изменений в уже существующий код;
- Жизненный цикл: организация жизненного цикла компонентов, обеспечивающая отслеживание процесса отрисовки, удаления и обновления компонентов, а также обработку возникающих ошибок;
- Офлайн-режим: обеспечение возможности работы в офлайн-режиме, чтобы приложение могло функционировать и обрабатывать данные, даже если нет активного подключения к сети.

В рамках данной работы была реализована специализированная среда разработки для веб-приложений, включающая фреймворк Reconciler для клиентской части и фреймворк Consolidator для серверной части. Фреймворк Reconciler обладает компактным размером в 10 килобайт, что позволяет минимизировать нагрузку на проект и обеспечивает быструю загрузку веб-страниц. Он предоставляет широкий набор функциональных возможностей и может быть применен для создания мощных одностраничных и многостраничных веб-сайтов.

Фреймворк Consolidator, с другой стороны, обеспечивает поддержку различных протоколов и способствует разработке микросервисной архитектуры. Это значительно ускоряет процесс разработки и повышает устойчивость программного обеспечения к отказам. Consolidator позволяет эффективно интегрировать компоненты и

обеспечивает гибкость в выборе и настройке протоколов обмена данными.

Реализованная среда разработки решает проблему импортозамещения. Она помогает ускорить процесс разработки, снижает возможные проблемы, связанные с интеграцией сторонних библиотек, и повышает производительность создаваемых приложений.

Список литературы

1. Веб-фреймворки: введение для новичков [Электронный ресурс]. URL: http://tproger.ru/web-frameworkshow-to-get-started

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА ДЛЯ ВЕДЕНИЯ РЕЕСТРА ДОГОВОРОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ, ОРГАНИЗАЦИИ ТОРГОВ И СНАБЖЕНИЯ

Н.А. Берген, Е.Е. Чернова, А.В. Вакуленко
Сибирский государственный университет водного транспорта
nikita.bergen0@gmail.com, catherip@mail.ru

В работе рассмотрена созданная информационная система для отдела планирования, организации торгов и снабжения в ФБУ "Администрации Обского БВП". Разработана клиентская и серверная часть корпоративного портала, определён набор инструментов, используемых для их реализации.
Результаты создания информационной системы представлены в виде снимков экрана разделов портала и форм обратной связи. Был проведен анализ характеристик, которые интересуют конечных пользователей разработанной системы, на основании проведенного исследования был разработан ряд рекомендаций, направленных на успешное внедрение корпоративного портала в реальное производство.
Ключевые слова: корпоративный портал, информационная система, клиент, сервер, база данных.

Ведение реестра договоров для планирования, организации торгов и снабжения является неотъемлемой частью деятельности ФБУ "Администрации Обского БВП". В реестр договоров включаются все соглашения, заключаемые организациями. В рамках реестра публикуется информация о подписании, расторжении и исполнении данных договоров. Это позволяет управлять документацией в едином

формате, сокращает риски возможных ошибок при обработке данных и обеспечивает прозрачность взаимодействия между сторонами.

Данная работа направлена на автоматизацию процесса ведения реестра, что позволит снизить риски ошибок при ручном ведении документации, ускорить процесс обработки данных, сделать его более прозрачным и удобным для всех заинтересованных сторон и повысить эффективность работы всего предприятия в целом. Целью является разработка корпоративного портала для обеспечения связи внутри отдела.

Основной задачей разработанной информационной системы является оптимизация основных бизнес-процессов компании: ввод даты подписания и расторжения, сроки исполнения, ответственных лиц и другие ключевые параметры, внесение информации об изменении, расторжении и исполнении контракта, обо всех заключаемых организациями соглашениях, а также публиковать информацию об их подписании, расторжении и исполнении. В данной работе был определен основной функционал корпоративного портала, составлены макеты экранных форм, была определена логическая структура базы данных н основании Excel-таблиц, определены запросы вывода данных, осуществлён поиск и фильтрация строк, а также реализовано чтение данных из файла.

Результатом работы является разработанный корпоративный портал, который способен обеспечить внутреннюю коммуникацию среди сотрудников. Информационная система позволяет одновременно работать нескольким пользователям над заполнением данных в таблицы, получать только своевременную и актуальную информацию, сократить время на ее поиск, упростить процессы взаимодействия внутри отдела, координировать проекты и управлять основными бизнес-процессами. Предлагаемое решение было реализовано, протестировано на предмет ошибок и рекомендуется к внедрению.

Список литературы

1. Корпоративные порталы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/326724/, свободный. – Загл. с экрана.
2. Инструментарий ARIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/vest-mt.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
3. Draw.io [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://app.diagrams.net/, свободный. – Загл. с экрана.
4. Полное руководство по планированию архитектуры сайта: 15 советов для максимального SEO [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: https://semantica.in/blog/polnoe-rukovodstvo-po-planirovaniyu-arkhitektury-sajta-15-sovetov-dlya-maksimalnogo-seo.html, свободный. – Загл. с экрана.
5. Бэкэнд для авторизации пользователей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://flussonic.ru/doc/watcher/bekend-dlya-avtorizatsii-polzovateley/, свободный. – Загл. с экрана.

ОЦЕНКА РЫНКА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ В АППАРАТНЫХ И ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ

И.Н. Блок, В.В. Лихачев, К.А. Файзуллин
Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК)
likch@mail.ru

В этой работе проведен анализ рынка систем контроля и управления доступом, которые представлены на территории России. Авторы определили и рассмотрели отечественных и иностранных производителей, а также области применения таких систем. В рамках исследования был создан модуль, который обладает функционалом контроля и анализа соответствия политики проходов и рабочего времени для СКУД «Интеллект».
Ключевые слова: СКУД, контроль, управление доступом, модуль, безопасность.

Каждая организация, независимо от ее размера и масштабов деятельности, должна принимать меры безопасности, такие как контроль доступа сотрудников и модерация посетителей. Однако, помимо обеспечения безопасности, системы контроля и управления доступом могут удовлетворять и другие потребности организаций, такие как учет рабочего времени, разделение доступа в разные отделы в соответствии с должностями и т.д. Фактический объем задач, решаемых СКУД и дополнительными модулями, очень широк, и в случае, если нужный функционал не предусмотрен в комплекте разработчика, он может быть разработан индивидуально.

Важно отметить, что при выборе системы контроля и управления доступом необходимо учитывать не только популярность производителя, но и соответствие функциональных требований организации. Каждая система СКУД имеет свои особенности и возможности, которые могут быть важны для конкретной компании.

Поэтому перед выбором СКУД необходимо провести анализ требований и возможностей системы, а также учесть техническую поддержку и обслуживание. Только тогда можно выбрать наиболее подходящую систему контроля и управления доступом для конкретной организации.

Также важно учитывать возможность интеграции СКУД с другими системами безопасности, такими как системы видеонаблюдения, пожарной безопасности и др. Интеграция позволяет создать единую систему безопасности, упрощает управление и повышает эффективность работы всей системы в целом.

Кроме того, при выборе СКУД необходимо обращать внимание на уровень безопасности системы и возможность масштабирования в будущем в случае расширения организации. Также следует учитывать наличие сертификатов соответствия, подтверждающих соответствие системы безопасности стандартам и требованиям законодательства.

В целом, при выборе системы контроля и управления доступом, необходимо учитывать множество факторов, связанных как с функциональными требованиями организации, так и с безопасностью и интеграционными возможностями системы. Рекомендуется проводить тщательный анализ всех факторов перед выбором конкретной системы, чтобы обеспечить наилучшую защиту и эффективность работы организации.

На рынке систем контроля и управления доступом (СКУД) представлено множество решений от разных отечественных и иностранных производителей. Если рассматривать только компании, базирующиеся в России, то для сбора статистики о популярности каждого производителя можно использовать количественный показатель поисковых запросов. Только те производители, которые производят лично контроллеры СКУД и программное обеспечение для них, будут учитываться при сборе и анализе информации, чтобы уменьшить выборку до приемлемого размера. Это особенно важно, если компании не публикуют отчетности о предоставленных услугах в открытом доступе

Результаты изображены на Рисунке 1, рассмотрим первые 8 из них:

1. PERco (19760 запросов, включающих название компании в месяц). Лидер Российского рынка, единственная компания из списка, изготавливающая и поставляющая все необходимые материалы для создания системы контроля и управления доступом самостоятельно.

2. AxxonSoft (4256 запросов, включающих название этой компании в месяц). Компания Axxon или ITV базируется в Российской

Федерации. Компания создает как полноценные системы, так и автономные, «коробочные» решения.

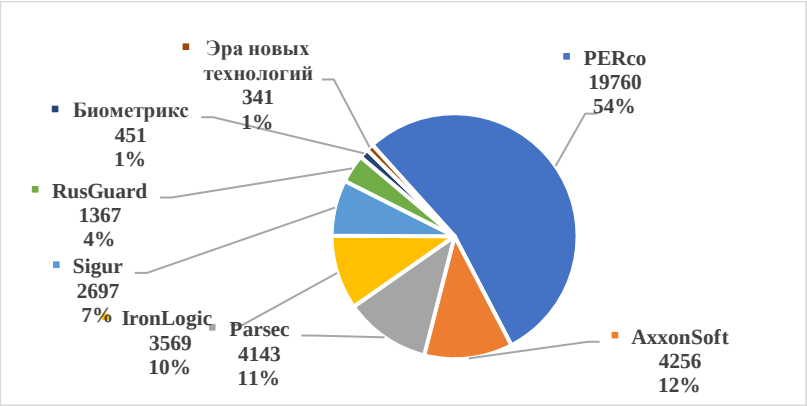


Рисунок 1 - Количество упоминаний по Яндексу за месяц

3. Parsec (4143 запросов, включающих название этой компании в месяц). Базируется в России, более 23 лет на рынке, высокое качество продукции, но немного более скромный выбор относительно других компаний.

4. IronLogic (3569 запросов, включающих название этой компании в месяц). IronLogic с брендом производителя RF Enabled ID более 13 лет на рынке занимается импортом своей продукции более чем в 32 страны.

5. Sigur (2697 запросов, включающих название этой компании в месяц).

6. RusGuard (1367 запросов, включающих название этой компании в месяц).

7. Прософт Биометрикс (451 запрос, включающих название этой компании в месяц).

8. Эра новых технологий (341 запросов, включающих название этой компании в месяц).

После тщательного изучения предложений на рынке систем контроля и учета рабочего времени, было обнаружено, что многие из них обладают схожими функциональными возможностями, однако стоимость их реализации оказывается слишком высокой. Именно поэтому было принято решение разработать индивидуальный модуль для СКУД "Intellect", который позволит оптимизировать бизнес-процессы, связанные с контролем рабочего времени сотрудников и студентов. Был выбран язык C# и подсистема WPF для создания

настольного приложения с функционалом, включающим в себя не только формирование отчетности об общем проценте посещаемости и опозданий, но и возможность проводить выборочный анализ конкретного студента за период, а также рассылать уведомления об опозданиях. Кроме того, модуль позволяет формировать отчеты по соответствию рабочим часам за отчетный период, что значительно упрощает работу с учетом рабочего времени. В результате, было решено использовать способ самостоятельной, индивидуально-направленной разработки модулей под конкретные цели заказчика для создания оптимального и более доступного по стоимости решения.

Список литературы

1. PERCo. О компании [Электронный ресурс]. – URL: https://www.perco.ru/o-kompanii/ (дата обращения 23.03.2022).
2. СКУД от «А» до «Я» [Электронный ресурс]. – URL: https://securityrussia.com/blog/vibrat_skud.html (дата обращения 23.03.2022).
3. Новые тенденции в СКУД [Электронный ресурс]. – URL: https://www.bezopasnost.ru/about/articles/detail/40/1075/ (дата обращения 23.03.2022).
4. Рынок СКУД: итоги и перспективы [Электронный ресурс]. – URL: https://www.secuteck.ru/articles/rynok-skud-itogi-i-perspektivy-mneniya-rukovoditelej-kompanij (дата обращения 23.03.2022).

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УНИВЕРСИТЕТА

С.А. Долгодворов, С.В. Моторин
Сибирский государственный университет водного транспорта
dolgodvorovs@gmail.com

В работе рассмотрена созданная информационная система редакционно-издательской деятельности ВУЗа. Разработана архитектура инсистемы, определён набор технологий, используемых для ее реализации. Результаты создания информационной системы представлены в виде скриншотов экранных форм. Осуществлен анализ потребительских характеристик разработанной системы, предложены рекомендации по ее внедрению в реальное делопроизводство.

Ключевые слова: редакционно-издательская деятельность, информационная система, клиент, сервер, база данных, веб-сайт.

Издание научной и учебной литературы является одной из обязательных составляющих деятельности высшего учебного заведения, реализующего образовательный процесс. Редакционно-издательское подразделение – структурное подразделение ВУЗа, в соответствии с ФГОС ВО, предназначено для издания учебной, учебно-методической, научной, справочной и других видов литературы в интересах обеспечения учебного процесса и научно-исследовательских работ.

Данное исследование посвящено изучению возможности автоматизации редакционно-издательской деятельности университета в виду постоянного роста объёма издаваемого материала, что приводит к увеличению нагрузки на редакционно-издательское подразделение университета. Цель – разработка информационной системы редакционно-издательской деятельности университета.

Задачей информационной системы является автоматизация основных бизнес-процессов редакционно-издательской деятельности университета: формирование пакета документов, рассмотрение документов кафедрой, доработка документов, рассмотрение документов заведующим научно-технической библиотекой, рассмотрение документов редакционно-издательским советом, верстка макета и редакции, печать в типографии. В ходе работы были определены основные функциональные характеристики, а также формат представления информационной системы. Для реализации информационной системы была избрана клиент-серверная архитектура, определён стек технологий.

В результате была разработана информационная система, способная обеспечить функционирование основных бизнес-процессов редакционно-издательской деятельности. Система позволяет передавать электронную версию пособия практически в режиме реального времени, не дожидаясь самого тиража. Предлагаемое решение апробировано в тестовом режиме и предполагается к внедрению.

Список литературы
1. Об утверждении примерного положения о редакционно-издательском подразделении высшего учебного заведения: Приказ № 464 от 04.10.199 [Министерство образования Российской Федерации, 1999] – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/901750382, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 11.03.2023)
2. Косинова Н.А. Пути совершенствования системы документооборота в редакционно-издательском центре ВУЗа // Форум молодых ученых. 2020. – С. 349-352.
3. Архитектура клиент-сервер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/f/FAS/study/avis/lectures/cli-se.pdf, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 08.02.2023)
4. React. JavaScript-библиотека для создания пользовательских интерфейсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.reactjs.org, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 13.02.2023)
5. Практическое руководство по TypeScript для разработчиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/company/ macloud /blog/557996, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 22.01.2023)

О ПРОБЛЕМЕ СИНХРОНИЗАЦИИ ДОСТУПА К ОБЩЕЙ ПАМЯТИ В РАМКАХ ОДНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО УЗЛА

Н.А. Елизова, А.В. Ефимов
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
elizovan@yandex.ru

Работа посвящена изучению проблемы синхронизации доступа к общей памяти процессов на одном вычислительном узле. Рассмотрены блокирующие и неблокирующие алгоритмы синхронизации. Выполнен анализ публикаций других исследователей, при изучении данной проблемы. Опираясь на полученные данные выбран эффективный в большинстве условий алгоритм синхронизации доступа к общей памяти.
Ключевые слова: синхронизация доступа, общая память, блокировка, конкуренция, неблокирующий алгоритм, блокирующий алгоритм.

Механизмы синхронизации на основе блокировок блокируют другие конкурирующие потоки, когда поток получает блокировку общего ресурса. Для решения проблем в механизмах блокирующей синхронизации исследовательское сообщество переключило свое внимание на неблокирующие механизмы синхронизации. Неблокирующий механизм гарантирует, что поток не заблокирован и не произошел сбой при доступе к общим данным. Синхронизация без блокировки основана на атомарных инструкциях и аппаратной поддержке.

В данной работе произведен анализ публикаций других исследователей, при изучении проблемы синхронизации доступа к общей памяти. Опираясь на полученные данные выбран эффективный в большинстве условий алгоритм .

Чтобы распараллелить задачу, нужно убедиться, что блок кода является параллельным, то есть в данном блоке не содержатся информационные зависимости (когда одна операция использует данные, обрабатываемые другой операцией). В вычислительном узле с общей памятью необходимо распределить итерации циклов. Существует несколько способов распределения итераций [1].

Прежде чем процесс получит доступ к объекту общей памяти, он должен получить блокировку, связанную с объектом; после доступа к объекту он снимет блокировку.

Существует множество реализаций блокировок [2]. Самой простой и популярной реализацией является spinlock.

Для реализации большинства неблокирующих алгоритмов необходимы атомарные примитивы чтения-модификации-записи — они могут быть предоставлены либо аппаратным обеспечением, либо базовым программным обеспечением.

Существует несколько таких атомарных примитивов: compare-and-swap, test-and-set, fetch-and-add, load-link and store-conditional.

Примитив compare-and-swap является наиболее распространенным. Ряд его преимуществ описан в разделе IV. Non-blocking process synchronization источника [4]. Эффективность этого примитива доказана в разделе 7.2 Simulation-Based Evaluation источника [3].

Одним из наиболее фундаментальных примитивов синхронизации является использование блокировки (lock) для устранения условий гонки в критических секциях. `Spinlock` - это типичный алгоритм блокировки, который интуитивно понятен и прост. Проблема в том, когда существует высокая конкуренция за общие данные - производительность очень низкая, и это приводит к взаимоблокировке,

инверсии приоритетов и т.д. Многие исследователи работали над улучшением производительности `spinlock` за счет уменьшения накладных расходов на конкуренцию, но осталась проблема в механизмах блокирующей синхронизации.

Чтобы выбрать нужный алгоритм синхронизации, рассмотрены три исследования.

В данной работе [3] два исследователя факультета компьютерных наук Стэнфордского университета пришли к выводу, что общая сложность системы при использовании блокирующей синхронизации, выше, учитывая код, необходимый для обхода возникающих при этом проблем, по сравнению с неблокирующей синхронизацией. И для достижения этого требуется дополнительная сложность кода надежная работа, когда поток может быть прерван в произвольное время.

Помимо положительного отзыва о неблокирующей синхронизации была выделана проблема - чрезмерное количество повторных попыток из-за конкурирующих операций.

В этой работе [4] группа исследователей выделила следующие преимущества неблокирующей синхронизации перед блокирующей:

1. Обеспечивает высокую отказоустойчивость,
2. Исключает сценарии взаимоблокировки, когда две или более задач ожидают блокировок, удерживаемых другой,
3. Борьба за общий ресурс обходится дешевле,
4. Меньшее время простоя, что может положительно сказаться на скорости выполнения,
5. Координация происходит на более тонком уровне детализации, обеспечивая более высокую степень параллелизма.

Но было выявлено, что неблокирующие алгоритмы синхронизации реализовать сложнее, чем блокирующие.

В данной статье [5] исследователь провел сравнение производительности многопоточной программы на блокировке mutex и на атомарной __sync_fetch_and_add, в качестве подхода без блокировки. В программе несколько потоков пытаются увеличить счетчик.

Были получены результаты: fetch_and_add (подход без блокировки) в ~ 2 раза быстрее, чем mutex (подход, основанный на блокировке) [5].

Несмотря на превосходные результирующие данные неблокирующего алгоритма, автор исследования отметил, что производительность подходов на основе блокировок и без блокировок зависит от контекста, в котором они используются, а также от техники.

Проанализировав выше приведенные исследования, можно сделать вывод, что в каждой работе предпочтение отдавалось неблокирующей

синхронизации. В связи с этим неблокирующая синхронизация используется для таких задач, как планирование потоков и процессов.

Еще один момент, объединивший все рассмотренные исследования – это проблема фактической реализации. Она довольно сложна.

Таким образом, чтобы выполнить синхронизацию в общей памяти следует выбрать подход с неблокирующей синхронизацией, что было подтверждено в работах, рассмотренных ранее.

Список литературы

1. Суперкомпьютеры и параллельная обработка данных [Электронный ресурс]. URL: https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/supercomputers-and-parallel-data-processing-M.pdf (дата обращения: 03.04.2023).
2. Ego L. Memory Synchronization Techniques.
3. Greenwald M., Cheriton D. The synergy between non-blocking synchronization and operating system structure //OSDI. – 1996. – Т. 96. – С. 123-136.
4. Nazaruk V., Rusakov P. Blocking and Non-Blocking Process Synchronization: Analysis of Implementation //Computer Science (1407-7493). – 2011. – Т. 47.
5. Lock-based vs Lock-free Thread Synchronization [Электронный ресурс]. URL: https://medium.com/geekculture/lock-based-vs-lock-free-thread-synchronization-cbae710a8ab9 (дата обращения 27.04.2023).

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БПЛА

А.Д. Кузнеченков, С.В. Воробьева
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
kuznechenkov-s@mail.ru

В данной работе проводится исследование подходов к реализации комплекса управления беспилотными летательными аппаратами с использованием различных типов нейронных сетей. Рассматриваются различные возможные технические решения для БПЛА в контексте специфики унификации БПЛА как единой автономной системы с комплексом бортового оборудования, необходимым для выполнения различных задач.

Ключевые слова: БПЛА, нейронные сети, ручное обучение, машинное обучение.

Смотря на направление развития современной отрасли высокотехнологичных авиационных комплексов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) нельзя не отметить рост заинтересованности в них всё большего круга лиц в различных областях жизни. С каждым годом мы видим, что беспилотные летательные аппараты становятся всё более востребованы в сельском хозяйстве, мониторинге удалённых и труднодоступных территорий, обзоре состояния объектов инфраструктуры, областях военного применения и многих других сферах жизни.

В ходе эксплуатации любой оператор БПЛА будет сталкиваться с трудными и порой неординарными проблемами и задачами, требующими немедленного решения, что порой невозможно из-за несовершенства ряда систем управления летательным аппаратом на данный момент.

Нейронные сети уже на данном этапе своего развития способны автономно принимать большое количество решений в ходе выполнения достаточно трудных для не самого опытного оператора задач требующих координации, многочасовой работа без потери концентрации и внимания. К таковым можно отнести поиск и распознавание отдельных объектов экспозиции, маневры уклонения, реагирование на потерю управления, автоматический поиск мест посадки и помощь при полёте.

Процессы автоматизации, как следствие тенденции необходимости понижения влияния человеческого фактора на общепроизводственные риски разных степеней важности, прослеживается на всём протяжении истории человечества. Во множестве работ футурологов любое взаимодействие человека будущего с техникой сводится минимуму. Сейчас мы неспособны в полной мере автоматизировать большинство процессов, но упорно к этому стремимся. В данный момент наука занята активным развитием нейронных сетей, как новому этапу в развитии вопросов автономности отдельно взятых частей предприятия, объектов и их взаимодействия.

Беспилотные летательные аппараты имеют высокий потенциал применения в различных областях. Главный приоритет развития БПЛА – увеличение дальности полёта, автоматизация, увеличение КПД за счёт повышения грузоподъёмности. Многие коммерческие компании-разработчики БПЛА стремятся создавать больших и малых дронов-курьеров.

На данный момент существует множество нейронных сетей, программируемых вручную «учителем», либо благодаря системам машинного обучения, способных решать специфические задачи, которые в большинстве своём соответствуют запросам и требованиям к БПЛА. К таким задачам в первую очередь стоит отнести режим автономного полёта посредством ориентации через GPS, ГЛОНАСС, Галилео и встроенные цифровые камеры широкого разрешения с продвинутым программным обеспечением

Любому БПЛА, создаваемому с целью работы дальше, чем зона прямой видимости оператора, необходимо иметь не только достаточное количество средств связи, но и иметь возможность работать полностью в автономном режиме на всей протяжённости полёта. С такой задачей способны справится беспилотные летательные аппараты с использованием элементов нейронных сетей в бортовом ПО.

Список литературы

1. Д.А. Михайлин. Нейросетейвой алгоритм безопасного облета воздушных препятствий и запрещённых зон: Московский авиационный институт 2017. – 7 с.

2. Ермаков Р.В., Львов А.А., Новиков А.Р., Лившиц Д.Ю.. Использование нейронный сетей для построения алгоритма стабилизации беспилотных летательных аппаратов вертолётного типа: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А, 2020. – 8 с.

3. Электронный научный журнал. Математическое моделирование, компьютерный и натурный эксперимент в естественных науках [Электронный ресурс].URL:http://mathmod.esrae.ru/(дата обращения: 1.04.2023).

4. Дроны, искусственный интеллект и нейросети [Электронный ресурс] URL: https://www.secuteck.ru/articles/drony-iskusstvennyj-intellekt-i-nejroseti (дата обращения 4.04.2023)

НЕЛИНЕЙНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ В ТРАКТЕ ПЕРЕДАЧИ МНОГОЧАСТОТНОГО СИГНАЛА

А.А. Максимова, А.Е. Колягина, М.С. Шушнов, Т.В. Шушнова
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
efemerian@gmail.com

В докладе рассмотрены вопросы влияния нелинейных искажений в тракте передачи многочастотного сигнала. Показано, что в результате действия нелинейных искажений в спектре многочастотного сигнала появляются новые комбинационные составляющие частот, которые могут ухудшить отношение сигнал-шум и снизить помехоустойчивость приема многочастотного сигнала.
Ключевые слова: нелинейность, искажения, многочастотный, OFDM

Все радиотехнические преобразования сигналов (модуляция, демодуляция, преобразование частоты, умножение частоты, усиление и т.п.) выполняются при помощи линейных и нелинейных электрических цепей или линейных цепей с переменными параметрами (параметрических цепей). Входящие в состав таких цепей полупроводниковые нелинейные элементы имеют нелинейную вольтамперную характеристику (ВАХ) [1].

Для спектрального анализа результата нелинейных преобразований требуется использовать ВАХ нелинейных элементов в аналитическом представлении. В радиотехнике из-за сложности представления реальных характеристик используют аппроксимацию. Выбор аппроксимирующей функции обусловлен режимом работы нелинейного элемента (схемы).

В настоящее время самым часто используемым в системах передачи информации многочастотным сигналом является OFDM (частотное мультиплексирование с ортогональными поднесущими) [2]. В каждый момент времени передаваемый сигнал состоит из суммы колебаний независимых поднесущих. Ортогональность поднесущих позволяет построить систему с перекрывающимися спектрами поднесущих, свободную от их взаимного влияния, а благодаря взаимной ортогональности между набором поднесущих при приеме можно выделить сигнал каждой поднесущей.

Анализ влияния нелинейности достаточно сложно провести аналитически. Для упрощения используются методы математического

моделирования и специализированные программные среды расчета. В реальных электрических схемах на полупроводниках уровень нелинейности высоких порядков низкий [3], тогда для аппроксимации при моделировании достаточно ограничиться полиномом 5 степени.

В результате проведенных исследований была создана математическая модель схемы с нелинейностью. Моделирование выполнялось в программе схемотехнического моделирования Micro-CAP 12.

Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать ряд выводов о том, что продукты комбинационных частотных составляющих попадают как внутрь спектра многочастотного сигнала, так и за его пределы.

На спектр сигнала накладываются комбинационные частоты, возникшие из-за воздействия нелинейности нечетного порядка (3,5), что приведет к ухудшению отношения сигнал-шум по поднесущим. Распределение отношения сигнал-шум в пределах полосы многочастотного сигнала носит неравномерный характер: самое низкое отношение сигнал-шум будет у поднесущих расположенных в середине спектра.

Нелинейность четного порядка (2,4) приводит к появлению комбинационных составляющих преимущественно за пределами спектра полезного сигнала. Продукты комбинационных частот могут быть подавлены применением полосового фильтра, который имеется в приемных и передающих устройствах радиосистем, и не приведут к ухудшению отношения сигнал-шум по поднесущим.

Следует заметить, что необходимо оптимизировать усилительные и преобразовательные схемы приемных и передающих устройств по критерию минимума нелинейности нечетных порядков. Такой подход позволит максимизировать отношение-сигнал шум и обеспечит лучшую помехоустойчивость приема сигнала в системе с многочастотными сигналами.

Список литературы

1. Анисимов М.М. Физическая электроника: учебно-методическое пособие. – М.: ТГПУ им. Л.Н.Толстого, 2001. – 50 с.
2. Сорокин, И.А. Анализ современных методов и средств повышения спектральной эффективности систем связи / И.А. Сорокин, Т.Е. Тюндина // Вестник НГИЭИ. – 2015. – No10 (53). – С.46-64.
3. Войшвилло Г. В. Усилительные устройства: Учебник для ВУЗов - М.: Радио и связь, 1983.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБРАБОТКИ АУДИОСИГНАЛА

И.А. Ульянова, М.С. Шушнов
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
irinaylianova19191@gmail.com

В докладе рассматриваются необходимые устройства и процедуры обработки аудиосигнала, которые являются часто используемыми в профессиональной деятельности звукооператоров, инженеров-звукотехников и звукорежиссеров. Показано влияние устройств обработки на субъективную оценку характера получаемого звука.
Ключевые слова: обработка, аудиосигнал, компрессор, лимитер, эквалайзер.

В XXI веке многие занимаются звукозаписью, созданием подкастов, видеоблогами, создают собственные интернет-радиостанции. Но на самом деле мир звука таит в себе множество загадок, которые ставят в тупик не только любителей, но и профессиональных звукорежиссеров и звукотехников. Создание качественного контента с приятным звуком требует немало знаний. Несмотря на общеизвестные задачи обработки звука, влияние устройств обработки звука не всегда однозначно оценивается на слух. Имея минимальный набор технических средств обработки можно придать звуку как приятное звучание, так и сделать его некомфортным и не располагающим к длительному прослушиванию.

Работа с аудиосигналами - очень тонкий и кропотливый процесс. Так как даже минимальный набор обработки и воспроизведения несет за собой множество знаний, усилий и усердия. Для того чтобы добиться идеального звучания, необходимо не только создать его, но и провести множество операций с понимаем каждого функционала устройства [1-6]. И, добившись идеальной работы с минимальным набором для обработки аудиосигналов, приведет к качественному и «приятному» звуку на выходе устройства звуковоспроизведения.

В частности, часто необходимая задача сжатия динамического диапазона аудиосигнала решает парой устройств: компрессором и лимитером. Задача компрессии динамического диапазона решается путем выбора коэффициента сжатия и настроек времени срабатывания и отпускания компрессора. Лимитер устанавливается до компрессора и выполняет функцию мягкого или жесткого ограничения. В случае мягкого ограничения имеется эффект сатурации, обогащающий спектр

сигнала новыми гармониками. Жесткое лимитирование используется, в основном, при работе с речью и обогащает спектр сигнала новыми гармониками сильнее, чем при мягком лимитировании, что оценивается как повышение разборчивости. В случае с музыкальными и вокальными аудиосигналами жесткое лимитирование не применяется.

Для выравнивания и корректировки аудиосигнала в частотной области следует применять эквалайзеры, эксайтеры и энхансеры. Эти устройства позволяют варьировать спектр аудиосигнала, обогащать его новыми гармоническими составляющими для получения определенных психоакустических свойств: добавление в звук «мягкости» или «жесткости» под определенный музыкальный стиль, изменение тонального баланса или корректировка тонального баланса.

Несмотря на специализированные устройства коррекции при усилении аудиосигнала в предварительных усилителях тоже могут наблюдаться эффекты придания «окраса» звуку. Такими примерами могут служить ламповые микрофонные предварительные усилители и усилители мощности для электромузыкальных инструментов (комбо-усилители со встроенной акустической системой для электрогитары, электрической бас-гитары, электрооргана т.п.), специализированные предварительные усилители для конденсаторных микрофонов и др. Хотя придание «окраса» связано с внесением искажений в усиливаемый сигнал, но с учетом психоакустической оценки эти искажения воспринимаются как полезные, позволяющие улучшить качество звука или придающие звуку определенный характер.

В широковещании (радиовещание и телевидение) также выполняется обработка аудиосигнала. В основном используется компрессия динамического диапазона и лимитирование. Лимитирование и компрессия динамического диапазона необходимы, в том числе для соблюдения норм закона Российской Федерации № 38-ФЗ «О рекламе» [7], за нарушение которого предусмотрены штрафы. Компрессию динамического диапазона очень любят применять радиовещатели для получения эффекта более громкого звучания радиостанции по сравнению с конкурентами. К сожалению, это увлечение привело сегодня к сильно компрессированному и неестественному звуку большинства радиостанций из-за чего, возможно, популярность радиовещания снижается.

В последнее время для специализированных программных сред монтажа аудио- и видеопрограмм появились программные плагины-эмуляторы имитирующие звучание дорогостоящих микрофонных предусилителей, компрессоров, лимитеров, которые можно использовать для коррекции звука и придания ему определенных

«приятных» характеристик. Однако использование программных средств обработки все же ухудшает качества звука, прежде всего, из-за урезания разрядности цифрового сигнала. Поэтому в профессиональной звукозаписывающей среде эти методы используются ограниченно, а в радиовещании и телевидении, интернет-вещании, видеоблогерстве, любительской звукозаписи могут с успехом применяться для удешевления процессов создания программ и фонограмм.

Список литературы

1. Компрессор аудиосигнала - как работает [Электронный ресурс]: https://nsk.muzmart.com/article/kompressor-audiosignala (дата обращения: 03.05.2023).
2. Компрессор аудиосигнала - как работает [Электронный ресурс]: URL: https://nsk.muzmart.com/article/kompressor-audiosignala (дата обращения: 03.05.2023).
3. Что такое лимитер и как его использовать в мастеринге [Электронный ресурс]: URL: https://emastered.com/ru/blog/what-is-a-limiter(дата обращения: 03.05.2023).
4. Что такое эквалайзер в музыке и как его использовать? [Электронный ресурс]: URL: https://emastered.com/ru/blog/equalizer-music (дата обращения: 03.05.2023).
5. Предусилитель для микрофона. Подборка схем [Электронный ресурс]: URL: https://www.joyta.ru/5835-predusilitel-dlya-mikrofona-podborka-sxem/ (дата обращения: 03.05.2023).
6. Акустические системы [Электронный ресурс]: URL: https://doctorhead.ru/blog/aktivnaya-i-passivnaya-akustika-v-chyem-raznitsa-i-chto-vybrat-/ (дата обращения: 03.05.2023).
7. Федеральный закон «О рекламе» от 13.03.2006 N 38-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]: URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102105292 (дата обращения: 03.05.2023).

ВАРИАНТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ МУЛЬТИРОТОРНОГО ТИПА

Н.О. Филиппов, С.В. Воробьева
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики
thephnick@gmail.com

В данной статье рассмотрено программное обеспечение, которое устанавливается на полетные контроллеры беспилотных летательных аппаратов коптерного типа, сравнение различных видов программного обеспечения.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты, коптеры, программное обеспечение.

Беспилотный летательный аппарат (БЛА, дрон, коптер, беспилотник) — летательный аппарат без экипажа на борту. В настоящее время беспилотники уже завоевали большую популярность у общества. БЛА занимают все больше сфер применения за счет множества их достоинств. Приобрести БЛА можно в любом специализированном магазине или же собрать самостоятельно, оптимально скомпоновав все необходимые функции под собственные потребности. Одной из важных составляющих, без которых не будет работать ни один дрон, является программное обеспечение.

Для использования БЛА в сложных акробатических трюках и для полетов на максимальной скорости на пике производительности больше подходит BetaFlight.

BetaFlight - это программное обеспечение (ПО, прошивка) для полётных контроллеров, основанное на коде CleanFlight. Данное ПО имеет открытый исходный код, поэтому регулярно обновляется и доступно для свободного использования, изменения и распространения. BetaFlight ориентировано на использование максимальной производительности коптера. Благодаря большому количеству настроек, это одна из самых гибких и функциональных прошивок.

Для более точного позиционирования, картографии и сфер деятельности, связанных с навигацией, приоритетно ПО iNAV.

iNAV — это программное обеспечение для полётных контроллеров, также основанное на CleanFlight. В отличие от BetaFlight, особое внимание в этом ПО уделено функциям навигации и GPS. В настоящее время iNAV поддерживает удержание позиции (POSHOLD), возврат к

месту взлета (RTH) с предопределенной высоты подъема, полет по маршруту и режим "следуй за мной" (Follow Me). При этом недостатком iNAV, как и любого ПО с закрытым кодом, является возможная несовместимость только с определенными ПК, появляется необходимость тщательного выбора контроллера. [3]

INAV имеет несколько режимов GPS. Каждый режим необходим для различных целей навигации и улучшения пользовательского опыта.

В iNAV обязательна калибровка ускорения и гироскопа. Акселерометр является ключевым датчиком для прошивки iNAV.

Наиболее простым ПО в освоении является ArduPilot, оно подходит для обучения малоопытных операторов БЛА и новичков.

ArduPilot - это программный комплекс автопилота для беспилотных транспортных средств с открытым исходным кодом, способный управлять автономными мультироторными БЛА.

Таким образом, для работы беспилотника в различных условиях и для различных задач очень важно правильно выбрать программное обеспечение. Выбор программного обеспечения определяет наличие тех или иных функций. Поэтому ещё на этапе проектирования БЛА необходимо ставить конкретную задачу или указывать область применения, в которой данный беспилотник будет эксплуатироваться. В противном случае, построенный беспилотник не будет полностью выполнять свои функции.

Список литературы

0. Radar-MMS Программное обеспечение [Электронный ресурс].URL: https://radar-mms.com/product/bespilotnye-aviatsionnye-sistemy/programmnoe-obespechenie/ (дата обращения: 02.05.2023).
1. Радиокоптер.ру Прошить квадрокоптер [Электронный ресурс].URL: https://radiocopter.ru/proshit-kvadrokopter/ (дата обращения: 03.05.2023).
2. *Рыбалко А. Г. Ананьев А. В.* Программное обеспечение определения потребных снарядов ударных беспилотных летательных аппаратов малого класса для поражения наземных целей, 2019. 83-85 с.
3. LibHunt iNAV vs BetaFlight [Электронный ресурс].URL: https://www.libhunt.com/compare-inav-vs-betaflight (дата обращения: 03.05.2023).

СЕКЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Л.А. Адегова, К.В. Красник
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
k.krasnik@sibstrin.ru

В данной статье рассматриваются материалы, которые зачастую используют в промышленности. Большинство из них – это вторичное сырье, которое после переработки получает новую жизнь и способствует сохранению окружающей среды. Чаще всего такие технологии имеют преимущество в строительстве, так как они в разы практичнее и износоустойчивые.

Ключевые слова: инновационные материалы, промышленное строительство, технологии, производство, экологичность.

Одно из важнейших направлений , определяющих развитие всех отраслей промышленности – это инновационные материалы. Ни для кого не секрет , что меняются уклады жизни человечества, которые связаны с открытием и освоением производства новых материалов.

Одним из основных критериев определяющих приоритетные технологии является способность поменять всю структуру производства.

В ходе изучения данной темы, было выявлено, что по экспертным оценкам в ближайшее десятилетие почти 90% материалов, будут заменены принципиально новыми, что приведет к революции в различных областях науки и техники. О успешности работ в данной сфере свидетельствует и тот факт, что почти 25% мировых патентов выдаются на изобретения в этой области. Так же основополагающим фактором становится динамика роста мировых рынков основных видов современных материалов.

Так как невозможно охватить весь спектр новых изобретений, будут приведены только некоторые разработки в данной области.

Первыми примерами представлены сверхлегкий и сверхпрочный материалы. Сверхлегкий материал имеет в своей структуре 99,9%

воздуха, он чрезвычайно эластичен и обладает удивительной способностью к поглощению ударов, а так же может восстанавливать первичную структуру после множественных повреждений. Сверхпрочный материал, в свою очередь считается одним из самых прочных сплавов в мире. На данный момент эти материалы еще не получили официальных названий.

Следующим примером стал сплав для новых систем охлаждения. Это высокотеплопроводный магниевый сплав, и его главное преимущество – устойчивость к высоким температурам, поэтому данный материал планируют использовать в системах охлаждения.

Так же хотелось бы акцентировать свое внимание на углеродных нанотрубках – это длинные цепи углерода, удерживаемые сильнейшей связью во всей химии sp_2. Они обладают множеством свойств с точки зрения физики, с легкостью проводят электроны и безусловно имеют высокую прочность.

Последним примером стал биоразлагаемый пластик. Данный материал изготовлен из отходов сельхозкультур и мицелий грибов, который за счет природных связующих свойств используется, как природный клей. Биоразлагаемый пластик планируется использовать не только в строительстве, но и в других отраслях, где используются пластмассы.

Список литературы

1. Сверхпрочный материал / [Электронный ресурс] // Rulife : [сайт]. — URL: http://rulife.ru/20011-amerikanskie-uchenie izobreli-noviy-sverhprochniy-material.html
2. Броня для транспорта / [Электронный ресурс] // Naked science : [сайт]. — URL: https://naked-science.ru/article/column/rossijskie-uchenye-sozdali-bronyu-dlya-transporta-sverhprochnyj-i-nedorogoj-material
3. Материалы в промышленности / [Электронный ресурс] // Dzen: [сайт]. — URL: https://dzen.ru/a/YNCjyNRZZ1jVlli6
4. Аэрогель / [Электронный ресурс] // M.Strana: [сайт]. — URL: https://m-strana.ru/articles/aerogel-eto/
5. Материалы / [Электронный ресурс] // Viam : [сайт]. — URL: https://viam.ru/interview/3570

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОПОДВИЖНОГО ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Н.С. Вишняков, Л.В. Ильина
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
vischniackov.nikita@yandex.ru

Рассмотрена возможность повышения физико-механических свойств высокоподвижного тяжелого бетона таких как: подвижность бетонной смеси, сохраняемость подвижности бетонной смеси, прочность образцов бетона путем добавления в состав суперпластифицирующих добавок на основе эфиров поликарбоксилатов и полиоксиэтиленовых производных полиметакриловой кислоты.

Ключевые слова: портландцемент, бетонная смесь, тяжелый бетон, расплыв конуса, прочность при сжатии.

Бетонные изделия и железобетонные конструкции являются основой современного строительства. В настоящее время на различных производствах железобетонных изделий имеется одна и та же проблема – это большие расходы на использование портландцемента. Данный материал является самым дорогостоящим из используемых для приготовления бетонной смеси. Так же цементная промышленность отрицательно влияет на экологию и дает около 7 % мировых выбросов CO_2.

Снижение расхода цемента в бетонной смеси с одновременным повышением свойств данного материала является актуальной задачей для специалистов, работающих в строительной области. Добиться этого можно несколькими способами, перечислим основные из них:

- использование химических добавок;
- использование минеральных добавок;
- механическая активация вяжущего вещества;
- нормализация гранулометрии заполнителей.

Ставим перед собой задачу повышение физико-механических свойств бетона таких как: подвижность бетонной смеси, сохраняемость подвижности бетонной смеси, прочность на сжатия образцов бетона.

Осуществлять испытания будем с помощью добавления в бетонную смесь суперпластифицирующих добавок. Так как этот способ позволяет улучшить показатели по подвижности и сохраняемости подвижности бетонной смеси, что не обеспечивают остальные способы. Так же при

правильном выборе добавки и определении оптимальной дозировки, возможно добиться увеличения прочности, сроков набора прочности, снижения расхода цемента в составе бетонной смеси.

Список литературы

1. Гвоздева, А.А Внедрение новых технологий в производство бетонных изделий с целью экономии энергии и цемента. / А.А Гвоздева // ЖБИ и конструкции. – 2010. – № 1. – С. 3-6.
2. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов – М.: АСВ, 2002. - 500с
3. Калашников В. И. Терминология науки о бетонах нового поколения // Строительные материалы. № 3. 2011. С. 103-106.
4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – М., Технопроект. 1998. – 768 с.
5. Химические добавки для модификации бетона: монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. — М. : Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. — 244 с.
6. Изотов, В.С Химические добавки для модификации бетона / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. – М.: Палеотип, 2006. – 244с.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛИ 45

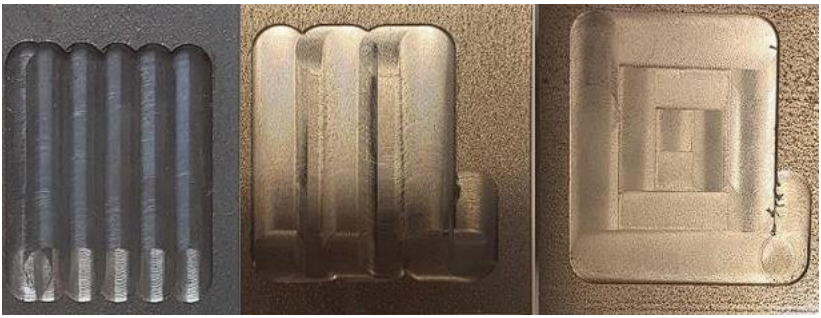
А.С. Воривохин
Новосибирский государственный технический университет
vorivohin00@mail.ru

В работе был выполнен анализ данных по обработке стали 45 для изучения влияния параметров обработки на шероховатость поверхности. Рассмотрено фрезерование карманов стали 45. Фрезерование проводится по трем траекториям одностороннее, двухстороннее, спиральное (внутрь) твердосплавным инструментом 8 мм с разными подачами и скоростями резания, но с постоянной глубиной резания (1 мм) всех образцов для сравнения шероховатости поверхности.

Ключевые слова: качество поверхности, фрезерование

В 21 веке фрезерование является основным процессом механической обработки для получения сложных форм. Получение гладкой поверхности после механической обработки очень важно. Траектории резания оказывают достаточно сильное влияние на получение хорошей шероховатости поверхности и производительность при фрезеровании, а скорость резания и скорость подачи являются основными параметрами, на которые следует обращать внимание.

В современном мире среди обрабатывающих инструментов фрезерные станки с ЧПУ широко используются во всех отраслях промышленности. Различные программы CAD/CAM используются для создания кодов для обработки на станках с ЧПУ. Эти машины способны изготавливать более сложные формы, а также используются для массового производства. Получение качественной и гладкой поверхности является очень сложной задачей для каждого производителя. Фрезерование может выполняться для изготовления карманов, пазов, чистовой обработки, облицовки и многого другого, за исключением цилиндрических форм, с использованием различных стратегий траектории (рисунок 1). Выбор правильной стратегии траектории движения инструмента в процессе фрезерования сократит время обработки, улучшит качество поверхности заготовки, повысит стойкость инструмента [1].



а) б) в)

Рисунок 1 – Траектории фрезерования: а) одностороннее; б) двустороннее; в) винтовое

Не только стратегии траектории, но и параметры обработки, такие как скорость резания, глубина резания и скорость подачи, могут влиять на производственные возможности, время обработки, срок службы инструмента и шероховатость поверхности. Таким образом, лучшее сочетание параметров обработки и стратегий траектории может

привести к хорошей шероховатости поверхности. Основное внимание в этом исследовании уделяется изучению влияния параметров обработки при фрезеровании карманов на шероховатость поверхности. Результаты этого исследования могут быть использованы для понимания формирования шероховатости поверхности при обработке карманов, а также наиболее эффективного сочетания параметров [2].

В результате проведенных опытов Яниса Кромaниса и других исследователей из Рижского Технического Университета лучшая шероховатость поверхности (Ra) 0,33 мкм была получена при глубине резания 1 мм, скорости резания 200 м/мин и подаче 0,01 мм/зуб. Более шероховатая поверхность (с Ra =2,23 мкм) получается при подаче 0,07 мм/зуб при скорости резания 250 м/мин. При скорости резания 100-250 м/мин с увеличением подачи шероховатость поверхности (Ra) также увеличивается и поверхность становится более шероховатой. При скорости резания 100 м/мин с подачей 0,01-0,07 Ra составляет более 1 мкм, что указывает на то, что стратегия винтовой траектории при низкой скорости резания приводит к получению более шероховатой поверхности. Приведенные выше результаты показывают, что низкие скорости и высокая подача (независимо от скорости резания) не подходят для получения лучшей шероховатости поверхности в стратегии винтовой траектории.

При фрезеровании карманов стали 45 с использованием стратегии винтовой траектории наиболее влиятельным технологическим параметром на шероховатость поверхности (Ra) является подача. Более качественная и гладкая поверхность может быть получена при низких подачах (0,01-0,02 мм/об) и на высоких скоростях резания более 150 м/мин [3].

При фрезеровании кармана стали 45 с использованием стратегии односторонней траектории наиболее влиятельным технологическим параметром на шероховатость поверхности (Ra) является скорость подачи, а при двухсторонней и винтовой стратегии траектории наиболее влиятельным технологическим параметром на шероховатость поверхности (Ra) подача и скорость резания. Меньшие подачи и более высокие скорости резания дают лучшие результаты при фрезеровании карманов стали 45. При низких скоростях резания (100-200 м/мин) было замечено образование заусенцев из-за малых сил резания. Следовательно, стратегия винтовой траектории намного лучше, чем односторонняя и двухсторонняя, из-за времени обработки, производительности и качества поверхности. Дальнейшие исследования могут быть проведены по технологическому обеспечению волнистости поверхности (для получения ровной и

гладкой поверхности без волнистости). Кроме того, путем поиска новых стратегий траекторий и различной глубины резания. Также могут быть проведены исследования по изучению влияния встречного и попутного фрезерования на шероховатость поверхности [4].

Список литературы:

1. Плотников А. Л., Сергеев А. С., Тихонова Ж. С. Обеспечение требуемого параметра шероховатости детали при работе сборными торцовыми фрезами на станках с ЧПУ // Металлообработка. 2016. №2 (92).
2. Song, Rusdi Mat, et al. “Effect of Tool Path Strategies in Pocket Milling of Aluminium Epoxy.” Advanced Materials Research, vol. 903, Trans Tech Publications, Ltd., Feb. 2014, pp. 15–20. Crossref, doi:10.4028/www.scientific.net/amr.903.15.
3. Gandreddi, Jyothi & Kromanis, Artis & Vamsi, Andra & Lungevics, Janis & Petersons, Krists & Pukite, Diana & Kule, Kristine & Kubulins, Janis & Medvedevs, Igors. (2022). Surface Roughness Technological Assurance in Slot Milling. 11. 9-14.
4. Зависимость шероховатости от режимов резания / В. Р. Аллагулов, Е. А. Шкаликов, Н. М. Кулешов, И. М. Кулешов // Молодой ученый. – 2022. – № 52(447). – С. 14-16. – EDN HAFDDU.

МОДЕРНИЗАЦИЯ НЕСТАНДАРТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.П. Вьюненко
Новосибирский государственный технический университет
anns14soft@gmail.com

Доклад посвящен автоматизации правильно-отрезного станка, предназначенного для практической реализации технологического процесса правки и резки проволоки. На основании анализа имеющихся недостатков, приводящих к снижению эффективности производства контейнеров 9Я269, в работе предложен ряд технических решений, способствующих увеличению производительности, повышению качества выпускаемых изделий и снижению уровня травматизма. В результате проделанной работы осуществлен выбор технических средств автоматизации и разработана соответствующая функциональная схема, благодаря которой достигается увеличение

коэффициента эффективности использования модернизируемого нестандартного оборудования.

Ключевые слова: автоматизация, станок, производство.

В настоящее время на многих предприятиях, связанных с механической обработкой, в большом количестве присутствует морально устаревшее станочное оборудование, которое достаточно редко задействуется в производстве и, как правило, подлежит списанию. Данный факт объясняется не только длительным сроком его эксплуатации, но и низким уровнем автоматизации производства, который может быть обусловлен рядом причин. Одна из них – это высокая стоимость современных многоуровневых систем автоматизации, которая может потребовать значительных финансовых вложений и дополнительных затрат на техническое обслуживание. Кроме того, владельцы предприятий могут опасаться, что вложенные инвестиции будут иметь длительный срок окупаемости, либо, в противном случае, не видеть необходимости во внедрении современных цифровых технологий, так как предприятие может успешно функционировать и без них. Другим ограничительным фактором выступает сложность производственных процессов, особенно в случаях, когда в создания конечного продукта присутствует большое количество деталей и материалов.

В данном докладе в качестве объекта автоматизации выступает правильно-отрезной станок, относящийся к классу специализированного оборудования сборочного производства предприятия “НЗИВ”, который предназначен для крепления контейнеров с помощью низкоуглеродистой проволоки диаметром до четырех миллиметров, поступающий в цех в бухтах диаметром до 1500 миллиметров.

Включение данного станка в существующий производственный процесс, который в данный момент находится в нерабочем состоянии, позволяет:

- значительно уменьшить суммарный объем отходов при механической резке прутьев;
- исключить при транспортировке металлопроката необходимость задействования длинномерного грузового автотранспорта.

В ходе работы были предложены технические решения, позволяющие достичь среднего уровня автоматизации нестандартного правильно-отрезного оборудования, под которым понимается возможность выполнения технологичского цикла без непосредственного участия оперативного обслуживающего персонала.

После модернизации станка, который находится в единственном экземпляре, планируется его использование на производстве, причем, как показал предварительный расчет, затраты на автоматизацию незначительны, в связи с чем сформулированная во вводной части задача автоматизации является актуальной и экономически выгодной.

Список литературы

1. ГОСТ 3282-74 - «Проволока стальная низкоуглеродистая общего назначения. Технические условия» Введ. с 01.07.75.
2. Дмитриев, В. Н. Основы пневмоавтоматики / В. Н. Дмитриев, В. Г. Градецкий. – М.: Машиностроение, 1973.
3. Сандлер А.С. Электропривод и автоматизация металлорежущих станков: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1972. – 440 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ

Е.О. Жуков, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет
zhuckov.zhenya2000@yandex.ru

Данная работа посвящена рассмотрению основных методов определения остаточных напряжений. Приведена классификация методов, их особенности и выделены методы, наиболее пригодные для контроля остаточных напряжений в сварных соединениях.

Ключевые слова: методы определения, остаточные напряжения, сварные соединения

Остаточные напряжения, возникающие в процессе сварочных операций, складываются с напряжениями от внешних нагрузок, создавая напряженно-деформированное состояние, снижающее эксплуатационные характеристики конструкций. Поэтому задача определения остаточных напряжений в зоне их повышенной концентрации является одной из важнейших при разработке прочных и долговечных изделий.

Все методы определения остаточных напряжений можно разделить на аналитические и экспериментальные. Аналитические методы – это расчетные методы, в которых учитывается влияние внешнего воздействия, вызывающего возникновение остаточных напряжений, и

физико-механические свойства материала изделия. Такие методы достаточно просто использовать для оценки напряжений в изделиях простой геометрической формы. Например, с хорошей точностью можно рассчитать остаточные напряжения жестко закрепленного однородно нагреваемого стержня или с применением метода конечных элементов можно определить напряженно-деформированное состояние сплошного и полого цементированных валов. В настоящее время все более широкое применение приобретает анализ с помощью компьютерных программ. Компьютерное моделирование позволяет существенно сократить время расчетов и получить данные в удобной для восприятия форме (графики, таблицы). Однако для реализации обоих методов необходима физическая модель процесса и значения величин основных параметров, получаемых только экспериментальным путем [1].

Экспериментальные методы можно разделить на два типа: механические и физические. Механические методы определения остаточных напряжений наиболее распространены, поскольку в них используются известные законы механики твердого тела, а проведение эксперимента не требует сложного оборудования. К основным механическим методам можно отнести метод разреза, отрезку блока от конструкции, поэтапное срезание элементов конструкции, метод трещин и метод сверления отверстий. Остаточные напряжения в этих методах определяют пересчетом величин возникающих деформаций. Однако необходимо учитывать, что при надежности и разработанности данных методов есть существенный недостаток — это методы разрушающего контроля, соответственно измерения необходимо проводить на образцах [2].

К неразрушающим же методам относятся практически все физические методы. Основными физическими методами являются: рентгеновский, акустический, магнитоупругий и метод на основе регистрации твердости.

Рентгеновский метод определения напряжений основан на том, что в кристаллитах изделия межплоскостные расстояния атомных плоскостей изменяются при деформациях решетки. Из-за этого рентгеновские лучи, попадающие на кристаллическую решетку, будут иметь разные углы отражения. В результате интенсивность лучей изменяется в зависимости от направления. Метод имеет хорошую точность, однако не позволяет определять напряжения 1 рода (только 2 и 3) и только в тонком поверхностном слое. Недостатком рентгеновского метода определения остаточных напряжений является

трудоемкость и высокая стоимость проведения измерений из-за применения специального оборудования [2].

Основой акустических методов определения напряжений является зависимость скорости распространения звуковых волн в материале исследуемого изделия, от уровня напряжений, действующих в нем. Акустические методы хороши тем, что позволяют измерять остаточные напряжения во всем объеме тела и обеспечивает оперативность контроля. Однако при этом они требуют использования комплекса сложной и дорогостоящей аппаратуры [2].

Магнитоупругий метод определения остаточных напряжений основан на зависимости магнитной проницаемости материала исследуемого образца от значений внутренних напряжений, действующих в его объеме. Метод еще недостаточно разработан, дает лишь качественную оценку и может использоваться только для металлов, обладающих магнитными свойствами [2].

Поверхностные напряжения можно определить с помощью регистрации твердости. Установлено, что в упругорастянутой зоне твердость уменьшается на 14-17 %, а в упругосжатой зоне – увеличивается на 20-25 %. Метод хорош для качественно оценки напряжений, но не дает точных количественных результатов [2].

Все перечисленные физические методы эффективны при исследовании напряженно-деформированного состояния изделий простой геометрической формы с однородными свойствами и химическим составом материала. Определение же остаточных напряжений в сварных соединениях намного более сложная задача.

Неоднородность поверхности сварного шва и отличие структурно-фазового и химического состава шва и зоны термического влияния (ЗТВ) по сравнению с основным металлом не позволяет применять для физических методов, полученные на основном металле тарировочные кривые. Еще одним фактором, осложняющим определение остаточных напряжений, является неоднородность распределения напряжений в поперечном сечении шва. Установлено, что по ширине шва, значение напряжений может сильно меняться: от нулевого (на линии сплавления) до максимального, близкого к пределу текучести материала (в центре шва). Следовательно, возникает требование к величине базы усреднения методов. Для зоны сварного шва она не должна превышать ширины шва. Все это делает применение физических методов определения остаточных напряжений неэффективным и приводит к получению некорректных результатов [3].

Учитывая вышеизложенное, на сегодняшний день не существует достоверных методов неразрушающего контроля для определения

остаточных напряжений в сварных соединениях. Однако работы по решению данной задачи ведутся и сейчас решение этой проблемы видится в использовании комплексных методик. Совокупное использование нескольких различных методов, подобранных в зависимости от особенностей контролируемой зоны сварного соединения, позволит получить более точные данные об остаточных напряжениях.

Одна из таких методик предложена в работе А.А. Антонова и А.П. Летуновского. В своем исследовании они контролировали уровень напряжений в области сварного шва и зоне термического влияния механическим методом лазерной интерферометрии с созданием зондирующих отверстий. А для части металла, не подверженной термическому влиянию, использовался магнитоанизотропный метод. Данная комплексная методика использовалась авторами при определении уровня остаточных напряжений после ультразвуковой ударной обработки сварных соединений и показала свою эффективность. К тому же благодаря этому методу удалось построить картограмму напряжений и выделить наиболее напряженные участки сварного соединения [3].

Список литературы

1. Каратушин С.И. Сравнительный анализ расчетных методов определения остаточных напряжений / С.И. Каратушин, Д.В. Спиридонов, Ю.А. Плешанова // Металлообработка. – 2016. – № 4 (94). – с. 51–56.
2. Буркин С.П. Остаточные напряжения в металлопродукции: учебное пособие / С. П. Буркин, Г.В. Шимов, Е.А. Андрюкова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 248 с
3. Антонов А.А Возможности оценки остаточных напряжений в сварных конструкциях / А.А, Антонов, А.П. Летуновский // В мире неразрушающего контроля. – 2018. – № 1 (21). – с. 10–12.

ОБЗОР НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Е.О. Жуков, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет
zhuckov.zhenya2000@yandex.ru

Данная работа посвящена рассмотрению основных методов неразрушающего контроля качества сварных соединений. Приведено описание методов, особенности их применения, достоинства и недостатки.

Ключевые слова: контроль, качество, сварные соединения

Заключительным этапом сварочных работ в обязательном порядке является контроль сварных соединений. Проверяется их качество, соответствие требованиям нормативной документации и отсутствие дефектов. При этом контроль проводится на готовой продукции. Следовательно, для повышения качества изготовляемых конструкций важное значение имеют методы неразрушающего контроля.

Контроль качества сварных соединений начинается с визуального осмотра, с помощью которого можно сразу выявить очевидные дефекты вроде наплывов, подрезов, кратеров, несплавлений, непроваров, пор и трещин. При этом при визуальном контроле также важно обращать внимание и на форму шва. Шов должен быть приблизительно одной высоты и ширины по всей длине и иметь одинаковую чешуйчатость. Нарушение же формы шва свидетельствует о нестабильности параметров режима сварки (колебание напряжения питающей сети или сварка слишком длинной дугой). Перед осмотром, поверхность сварного соединения должна быть тщательно зачищена механическими методами до металлического блеска. При визуальном осмотре важно обеспечить достаточный угол обзора: поверхность осматривают под углом не менее 30°. Для эффективности контроля используют лупы с 5-10 кратным увеличением. Лупы позволяют выявить мелкие дефекты, которые нельзя рассмотреть невооруженным глазом – тонкие волосяные трещины, мелкие включения и малозаметные подрезы. При визуальном осмотре для контроля геометрических параметров шва применяют различные измерительные инструменты – шаблоны и штангенциркули [1].

Капиллярные методы контроля предназначены для обнаружения мельчайших нарушений сплошности в поверхностных слоях сварных соединений, которые не получается выявить при визуальном осмотре

даже при помощи луп. Основной данного метода служит явление капиллярной активности – способности жидкости втягиваться в отверстия и каналы. Методика контроля достаточно проста: на очищенную поверхность сварного соединения наносят слой пенетранта, выдерживают некоторое время и удаляют лишнюю жидкость. После этого на поверхность шва наносят проявитель, который вытягивает из дефектов оставшийся пенетрант. По следам пенетранта на проявителе и судят о наличии дефектов. Главным преимуществом данного метода является простота методики контроля. Недостатками же являются возможность обнаружения только поверхностных дефектов, высокая трудоемкость, невозможность автоматизации процесса и зависимость от человеческого фактора [1].

Основным эксплуатационным требованием к различным конструкциям со сварными соединениями (сосуды, трубопроводы) является герметичность. Испытание конструкции на герметичность, или контроль течеисканием, выполняют с использованием пробных веществ (жидкостей и газов), легко проходящих через сквозные дефекты. Контроль течеисканием позволяет находить и определять размеры сквозных дефектов (пор, трещин, прожогов) по потоку пробного вещества, протекающего через дефект за единицу времени. Различают капиллярный, компрессионный и вакуумный методы, выбираемые в зависимости от вида и сварного соединения и особенностей проверяемой конструкции [1].

Для выявления внутренних дефектов без нарушения целостности шва одним из основных методов является радиографический контроль. Данный метод контроля основан на способности рентгеновских и гамма-лучей проходить через толщу материала и изменять свою интенсивность в зависимости от состояния материала. Например, при прохождении через внутренние поры или неметаллические включения интенсивность излучения на выходе будет больше, чем при прохождении через сплошной однородный металл, а при прохождении через твердые металлические или шлаковые включения, наоборот, меньше. В качестве детектора при радиографическом контроле чаще всего выступает рентгеновская пленка (чем выше интенсивность падающего на нее излучения, тем сильнее пленка потемнеет). Характеризуется данный метод такими параметрами как: энергия излучения (чем меньше энергия излучения, тем выше чувствительность), толщина материала (толщина материала для получения качественного снимка должна находиться в интервале от 3 до 100-150 мм) и фокусное расстояние (чувствительность максимальна при минимальном фокусном расстоянии). Данный метод обладает

рядом преимуществ: высокая надежность, возможность определения различных дефектов, наглядность результатов, достаточно высокая производительность и возможность применения как в полевых, так и в цеховых условиях в зависимости от применяемого оборудования. Однако есть и недостатки: нельзя определить дефекты, размеры которых меньше чувствительности контроля и плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания. Также к недостаткам можно отнести стоимость и сложность оборудования и опасность радиоактивного излучения для человека [2].

Ультразвуковой метод основан на различном отражении направленного пучка высокочастотных звуковых колебаний (0,5-25 МГц) от основного металла сварного шва и имеющихся в нем дефектов. В качестве излучателей и приемников ультразвука, называемых пьезопреобразователями, используются пластины из пьезоэлектрического материала – керамики или кварца. О наличии внутренних дефектов судят по изменению электрического заряда на обкладках пьезоэлектрической пластины. Данный метод применяют для контроля сварных соединений черных и цветных металлов. К достоинствам ультразвукового метода контроля качества сварных соединений можно отнести высокую чувствительность метода, безопасность для человека, оперативность получения результатов и мобильность оборудования. К недостаткам можно отнести получение недостоверных результатов при контроле металлов с крупнозернистой структурой и необходимость дополнительного обучения оператора для проведения контроля из-за использования различных методик контроля в зависимости от конструкции сварного соединения [1].

Магнитные методы контроля основаны на обнаружении магнитных потоков рассеяния, возникающих при наличии дефектов в намагниченных сварных соединениях из ферромагнитных материалов. Отсюда сразу возникает ограничение по применяемости метода – использование метода возможно только для ферромагнитных материалов (нельзя, например, контролировать медные и алюминиевые сварные соединения). Основным из магнитных методов является магнитографический метод, заключающийся в намагничивании проверяемого участка сварного соединения и околошовной зоны с одновременной записью магнитного поля на магнитную пленку с последующим считыванием полученной информации с помощью дефектоскопов. Преимуществами данного метода является хорошая точность, высокая производительность и эффективность, компактность используемого оборудования. К недостаткам же относится, как уже отмечалось, возможность контроля только ферромагнитных материалов

и низкая чувствительность к дефектам округлой формы, не создающим сильных изменений магнитного потока [1].

Список литературы

1. Овчинников В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. Проф. Образования / В.В. Овчинников. – 3-е изд., стер. – М: Издательский центр «Академия», 2017. – 224 с.
2. Таланин А.А. Обзор методов контроля качества сварных соединений / А.А. Таланин, А.М. Мазанов, Л.А. Закалюкина и др. // Надежность и качество: труды Международного симпозиума. – Пенза: Пензенский гос. ун-т., 2017. – с. 186-188.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИНДЕНТОРА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

А.В. Зеленина, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет
anna.9.selenina@mail.ru

Данная работа посвящена анализу влияния материала индентора на качество поверхностного слоя деталей, изготовленных из титана и титановых сплавов при ультразвуковой обработке. Рассмотрены наиболее часто используемые материалы инденторов – твердые сплавы, алмаз, керамика, также оценено их влияние на состояние поверхностного слоя после обработки.

Ключевые слова: материал индентора, инструмент, ультразвуковая обработка, титановый сплав

На данный момент в машиностроении актуален вопрос повышения надежности и долговечности изделий, за что в значительной степени ответственны характеристики поверхностного слоя. Окончательно итоговый поверхностный слой формируется на финишных операциях. Поэтому выбор типа применяемой операции является важной технологической задачей. В случае титановых сплавов, затрудняется обработка резанием из-за высокой твердости материалов, низких теплопроводных свойств, что приводит к схватыванию, вырыванию материала, ухудшению качества поверхностного слоя и повышенному

износу инструмента. По этой же причине необходимо тщательно выбирать материал инструмента. Так как сейчас всё больше исследований посвящено внедрению ультразвукового пластического деформирования титановых сплавов, встает вопрос о выборе материала индентора и его влиянии как на сам процесс обработки, так и на характеристики поверхностного слоя по ее окончании.

Для этой цели уже успели зарекомендовать себя два вида инденторов: алмазные и твердосплавные. С развитием техники конкуренцию им составляет керамика. Именно эти материалы будут рассмотрены в работе. Во время обработки рабочая часть инструмента изнашивается из-за действия высоких переменных силовых нагрузок, неоптимального подбора смазочных средств и сочетания материала инструмента и детали. Это оказывает влияние на качество и свойства поверхностного слоя обрабатываемой детали, ухудшая их.

Применение алмаза рекомендуется, если к поверхности предъявляются повышенные требования по твердости и шероховатости. К достоинствам алмазного инструмента можно отнести повышенную износостойкость и низкий уровень шума и вибраций. Недостатком природного алмаза является сложность установки инструмента для получения правильной ориентации кристалла. Решить эту проблему позволяют искусственные алмазы, которые могут иметь необходимую форму. Преимуществом алмаза является его высокая твердость и низкий коэффициент трения с большинством сталей и сплавов. Он практически не деформируется, что позволяет использовать малые размеры и уменьшать площадь контакта. Таким образом, можно создать высокое давление в месте контакта, при этом нормальные силы будут небольшие [1]. Например, поверхность из титанового сплава ВТ22, которая обработана алмазным индентором, изнашивается в 2 раза меньше, чем после обработки полированием, меньше в 5 раз, чем после шлифования [2].

Преимуществом инструментов из керамики является модуль упругости материала, который выше, чем у металлов. Недостаток – более низкая вязкость разрушения, что делает их склонными к хрупкому разрушению [3]. В отечественном машиностроении преимущества керамики нашли применение в узкой области. Это связано с несоответствием используемого оборудования требованиям эксплуатации керамики. Поэтому экспериментальных данных по применению керамики для ультразвукового упрочнения титановых сплавов не так много [4].

Инденторы из твердых сплавов также имеют повышенную стойкость. Износ рабочей части такого инструмента зависит от

содержания в сплаве карбида вольфрама и кобальта. Из режимов обработки наибольшее влияние оказывает скорость. С ростом износа инструмента ухудшается шероховатость и степень упрочнения.

Прогресс в поиске материала инструмента для ультразвуковой обработки позволяет решать задачи обработки деталей из твердых материалов, в том числе титановых сплавов. Износ инструмента влияет на производительность и точность обработки. Также это во многом определяет получаемые свойства поверхностного слоя обрабатываемой детали. Следовательно, возникает задача рационального подбора материла инструмента и СОТС под условия обработки.

Список литературы

1. Кувшинов М.О., Хлыбов А.А. Сравнительный анализ методов пластического деформирования (ППД) / М. О. Кувшинов, А. А. Хлыбов // Материалы XVIII Международной научно-технической Уральской школы-семинара металловедов-молодых ученых. — Екатеринбург: УрФУ, 2017. — С. 37-42.
2. Одинцов Л.Г. Финишная обработка деталей алмазным выглаживанием и вибровыглаживанием. – М: Машиностроение, 1981. – 160 с.
3. Болтакова Н.В., Салахов А.М. Упругая и пластическая деформация: Учебно-методическое пособие / Н. В. Болтакова, А. М. Салахов. – Казань: Казан. ун-т, 2017.– 43с.
4. Гениатулин А.М. Анализ состояния и перспектив развития режущей керамики. // Вестник КГУ. – 2011. - №1. – С. 56-58.

ВЛИЯНИЕ СОТС НА ОБРАБОТКУ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

А.В. Зеленина, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет
anna.9.selenina@mail.ru

Данная работа посвящена анализу влияния смазочно-охлаждающих технологических средств на обработку металлов, в частности титановых сплавов. Были рассмотрены различные типы СОТС, основные особенности их использования, эффективность и ограничения по области применения. Анализ проводился на основе физико-химических свойств смазочных средств.

Ключевые слова: СОТС, титановые сплавы, механическая обработка

При создании технологии обработки металлов наибольшее внимание уделяется режимам, оборудованию и инструменту. Но, как показывает практика, оптимальный подбор СОТС к используемому инструменту позволяет существенно сократить его износ за счет минимизации трения и температуры в зоне резания. Опыты компаний из ряда стран дают понять, что различные жидкости могут изменять стойкость одного и того же инструмента в 15 раз. Но для такого результата необходимы знания процессов, происходящих в зоне взаимодействия инструмента с деталью для каждого конкретного случая.

При выборе смазочно-охлаждающего технологического средства особое внимание следует уделить физико-химическим свойствам рассматриваемых веществ. Назначением СОТС является обеспечение смазывания, охлаждения, в определенных случаях очистки поверхности. Существует четыре основных типа СОТС в соответствии с агрегатным состоянием: твердые, жидкие, пластичные, газообразные.

Твердые смазки применяют при повышенных нагрузках. Их преимуществом является стойкость как при высоких температурах, так и в условиях экстремально низких температур. Также твердые смазки позволяют сохранять визуальный контроль над процессом обработки, если это требуется, не разлагаются, не выделяют вредных газов. Сложностью использования данных СОТС можно назвать их нанесение и удаление. Чаще всего инструмент покрывается ими до обработки, а не во время, что требует останавливать процесс для восполнения. Но применяются и другие варианты: смазка может наноситься на деталь, подаваться непосредственно в зону резания. В то же время не со всех поверхностей данные смазки легко удаляются. Это приводит к дополнительным затратам средств и времени.

Пластинчатые смазки обладают полужидкой консистенцией. Они имеют меньший коэффициент трения, в сравнении с жидкими, работают в более широком температурном интервале и позволяют осуществлять подачу без дополнительных приспособлений, что является их преимуществом в сравнении с твердыми СОТС. К недостаткам относится плохая теплоотдача, которая во многих случаях необходима, низкая предельная скорость из-за повышенной вязкости и одноразовое использование из-за невозможности очистки.

Жидкие смазки имеют наибольшее распространение. Они делятся на две основные группы: масляные и водные. Масляные СОТС имеют

хорошие смазочные свойства, но низкую охлаждающую способность. Такие смазки могут оказывать вредное воздействие на рабочих из-за токсичных паров. Водные же имеют более высокие моющие и охлаждающие средства в сравнении с масляными, пожаробезопасны и оказывают меньшее вредное влияние на оператора. К недостаткам жидких смазок можно отнести большой расход и невозможность наблюдения над зоной контакта в процессе обработки.

Газообразные СОТС представляют нейтральные и активные газы, которые помимо охлаждения способны защищать обрабатываемую поверхность, так как образуют на ней оксидную пленку. Такие средства обладают наибольшей проникающей способностью, поэтому применяются при больших скоростях и там, где иные СОТС недопустимы. Применение ионизированного воздуха позволяет уменьшить температуру в зоне обработки труднообрабатываемых материалов до 115°С при высоких скоростях, а нагрев инструмента в 1,5 раза.

В случае работы с труднообрабатываемыми материалами, например, титановыми сплавами, проблемой является высокая поверхностная активность металла. Из-за этого образуются окисные пленки и абсорбируются газы из окружающей среды. Предотвратить это позволяют лишь определенный перечень СОТС. В данном случае минеральные масла неэффективны, как и углеводороды. Разработка смазок для титановых сплавов – не до конца решенный вопрос. Несмотря на развитие этого направления, всё еще мало СОТС, которые гарантированно обеспечивают требуемое повышение сопротивления схватыванию, а также значительно снижают коэффициент трения и износ. Разработка и подбор смазочно-охлаждающих технологических средств для труднообрабатываемых материалов должны не только решить вопрос эффективности, но и экологичности и экономичности.

Список литературы

1. Бабаев Э.Р. Смазочно-охлаждающие жидкости: свойства и методы применения // Башкирский химический журнал. – 2022. – №3. – С. 11-19.
2. Кисель А.Г. Подбор эффективной СОЖ для металлообработки // Механики XXI века. – 2015. – №4. – С. 171-174.
3. Чечулин Б.Б. Титановые сплавы в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1977. – 248 с.

ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С НАЛОЖЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

А.В. Иванова, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет,
lina.kissal@yandex.ru

В данной работе рассмотрен метод пластической поверхностной деформации алюминия, при котором на инструмент накладываются ультразвуковые колебания. Был проведен анализ существующих публикаций и было выявлено, что данный метод позволяет значительно улучшить качество поверхности, снизить шероховатость, увеличить ресурс поверхности в условиях трения, повысить производительность обработки деталей и реализовать относительно безопасное и экологически чистое производство. Кроме того, использование ультразвуковых колебаний способствует повышению коррозионной стойкости поверхности за счет изменения ее микрогеометрических характеристик.

Ключевые слова: поверхностное пластическое деформирование, алюминиевые сплавы, качество поверхности, ультразвуковые колебания.

Сплавы на основе алюминия являются одними из наиболее востребованных материалов в промышленности благодаря своей легкости, прочности и устойчивости к коррозии. Однако, его поверхностный слой может подвергаться различным неблагоприятным воздействиям, например, силовым, химическим, атмосферным. Это может привести к снижению износостойкости, уменьшению его срока эксплуатации, к изменению его состояния или даже к разрешению. Для повышения сопротивляемости поверхности износу, коррозии, усталостному разрушению широко применяются методы поверхностной пластической деформации алюминиевых сплавов. В статье проведен анализ применяемых методов поверхностной пластической деформации алюминиевых сплавов, и выявлено их влияние на формирование качества поверхностного слоя изделий и функциональные свойства.

Поверхностная пластическая деформация является одним из самых эффективных способов улучшения качества поверхностного слоя

алюминиевых сплавов, так как позволяет получить нужную структуру и свойства без изменения механических характеристик внутренних слоев металла. Это особенно важно в случае деталей машин, где механические свойства материала играют решающую роль, а поверхностный слой подвержен воздействию внешних факторов.

Анализ существующих научных публикаций по данному вопросу выявил, что методы ППД образцов из алюминиевых сплавов (в частности АК-12, а также сплав алюминия с медью и кремнием) позволяет значительно снизить шероховатость, получить более однородную поверхность, увеличить ресурс детали, работающей в условиях трения [1]. Одной из разновидностей ППД является обработка с наложением на инструмент колебаний ультразвуковой частоты. Данная обработка при небольшой статической нагрузке позволяет иметь значительную глубину распространения наклепа, сформировать остаточные напряжения сжатия, существенно снизить исходную шероховатость поверхности и реализовать относительно безопасное и экологически чистое производство [2]. Кроме повышения износостойкости данная обработка применяется для увеличения коррозионной стойкости изделий.

Одним из основных преимуществ метода поверхностного пластического деформирования с наложением ультразвуковых колебаний является существенная интенсификация процессов, происходящих в очаге деформирования, что позволяет обрабатывать широкий класс изделий по твердости при незначительных статических нагрузках.

Реализация этого метода на практике не требует сложного технологического оснащения, и он может быть применен как в условиях основного производства, так и при ремонтных работах.

Этот метод эффективен для сплавов, подвергаемых легированию медью и магнием, что, вероятно, обусловлено как изменением размером зерен в поверхностном слое, так и химическими процессами, протекающими при интенсивном силовом и температурном воздействии. Например, в сплавах, содержащих медь и магний, такой метод может приводить к более высокой усталостной прочности, повышению коррозионной стойкости и улучшению других механических свойств [3].

Результаты исследований, проведенных на примере АК-12 и сплава алюминия с медью и кремнием, показали эффективность использования ультразвуковой обработки для уменьшения шероховатости поверхности, получения более однородной поверхности, повышения ресурса износа поверхности при трении и увеличения глубины

распространения наклепа. Кроме того, применение данного метода позволяет повысить коррозионную стойкость алюминиевых сплавов благодаря снижению шероховатости поверхности.

Исследование влияния состава и структуры алюминиевых сплавов на их поверхностные свойства имеет большое значение для промышленности. Результаты таких исследований могут быть использованы для оптимизации производственных процессов и создания материалов с улучшенными свойствами.

Однако, имеется недостаточно сведений о влиянии ультразвуковой обработки на поверхностную деформацию конкретного алюминиевого сплава АМг6. Цель дальнейшего исследования - изучение влияния ультразвуковой обработки на качество поверхностного слоя деталей, изготовленных из алюминиевого сплава АМг6. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: определить влияние режимов обработки на качество поверхностного слоя; сравнить износостойкость образцов до и после обработки.

Список литературы

1. Круглешов А.А. Ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование алюминиевых сплавов / А.А. Круглешов // Тезисы докладов 51-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов. – Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2018. – С. 154.

2. Качество поверхностного слоя при поверхностно-пластическом деформировании с наложением ультразвуковых колебаний / В.Н. Беляев, И.И. Савин, В.Н. Хмелев, А.М. Фирсов // Ресурсосберегающие технологии в машиностроении. – Бийск : Центр ультразвуковых технологий, 2002. – С. 2-7.

3. Семенов А.М. Легирование медью и магнием двойных Al-Li-сплавов с целью изменения коррозионно-электрохимических характеристик / А.М. Семенов // Технология легких сплавов. – 2008. – № 1. – С. 102-106. – ISSN 0321-4664.

ВЛИЯНИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА СВОЙСТВА ИХ ПОВЕРХНОСТИ

А.В. Иванова, В.П. Гилета
Новосибирский государственный технический университет,
lina.kissal@yandex.ru

Данная статья рассматривает влияние состава и структуры алюминиевых сплавов на свойства их поверхности в контексте наиболее целесообразного и производительного дальнейшего применения методов поверхностного пластического деформирования (ППД) для улучшения качества поверхности деталей из алюминиевых сплавов. В данной статье рассмотрено влияние мелкозернистой структуры сплава и легирующих добавок в виде магния и кремния на состояние поверхностного слоя после обработки.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, поверхностное пластическое деформирование, качество поверхности

Алюминиевые сплавы широко используются в различных отраслях промышленности благодаря своим уникальным свойствам, таким как легкость, прочность и устойчивость к коррозии. Вместе с тем, поверхностные свойства этих сплавов играют ключевую роль в их функциональности и применяемости.

Исследование влияния состава и структуры алюминиевых сплавов на их поверхностные свойства является важным шагом в разработке новых материалов с оптимальными свойствами, технологий улучшения уже существующих материалов или усовершенствования уже известных методов, которые позволяют улучшать качество поверхности методами поверхностного пластического деформирования. Это позволяет выявить алюминиевые сплавы, которые наилучшим образом подходят для поверхностной обработки, а также понять, какие особенности структуры сплавов влияют на их поверхностные свойства. Данные результаты могут быть использованы для улучшения производства и разработки новых материалов и технологий, обладающих необходимыми характеристиками для решения различных инженерных задач в передовых отраслях промышленности.

Чтобы максимально использовать потенциал алюминиевых сплавов, необходимо учитывать влияние состава и структуры на свойства поверхности при таком виде ее улучшений, как поверхностное пластическое деформирование.

Анализ литературных источников показал, что сплавы с высоким содержанием магния и кремния обладают наилучшими свойствами для поверхностной обработки. Методы поверхностного пластического деформирования позволяют достичь увеличения износостойкости и долговечности, а также влияют на повышение коррозионной стойкости. Это связано с тем, что магний и кремний образуют в сплавах стойкие оксидные пленки на поверхности, которые в дальнейшем защищают материал от коррозии [1]. Таким образом, при правильном выборе состава и структуры алюминиевых сплавов можно добиться максимальной функциональности и применимости данных материалов в промышленности.

Влияние структуры сплава на его поверхностные свойства также имеет важное значение. Недавние исследования показали, что мелкозернистые алюминиевые сплавы обладают более высокой усталостной прочностью и более гладкой поверхностью, по сравнению с крупнозернистыми сплавами. Формирование мелкозернистой структуры алюминиевых сплавов и увеличение их коррозионной стойкости — это два ключевых фактора, которые вместе способны значительно повысить качество изделий и продлить их срок службы. В особенности это важно для судостроения и авиастроения, где коррозионная усталость и коррозионное растрескивание под нагрузкой являются основными процессами, вызывающими повреждения. Создание мелкозернистой структуры сплава и увеличение его коррозионной стойкости обеспечивают дополнительную защиту от этих процессов и позволяют изделиям сохранять свои функциональные свойства на долгое время [1].

Сочетание описанных свойств определенных видов сплавов с дальнейшим применением поверхностного пластического деформирования позволяет говорить о более эффективном использовании методов ППД для конкретных марок алюминиевых сплавов [2]. Так сплав АМг6 имеет все основания относиться к данным видам алюминиевых сплавов, ведь в его составе присутствует магний, а также изучены способы создания мелкозернистой высокопрочной коррозионно-стойкой структуры. Изучение влияния методов ППД на структуру и свойства алюминиевого сплава АМг6 можно принять за направление дальнейших исследований в данной области.

Список литературы:

1. Патент № 2 641 212, МПК C22F 1/047 B21J 5/00 Российская Федерация. Способ формирования мелкозернистой высокопрочной и коррозионно-стойкой структуры алюминиевого сплава : № 2016150780

: заявл. 22.12.2016 : опубл. 16.01.2018 / Чувильдеев В. Н., Нохрин А. В., Козлова Н. А. – 11 с.
2. Влияние агрессивной среды на прерывистую деформацию алюминий-магниевого сплава АМг6 / А.А. Шибков, А.А. Денисов, А.Е. Золотов, С.С. Кочегаров // Физика твердого тела. – Санкт-Петербург : Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук. – 2017. – Т. 59, № 1. – С. 96-102.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Al-Cu

И. А. Тимофеев, А.С. Верещагина
Новосибирский государственный технический университет
ivan1234ivan00@yandex.ru

В данной работе рассмотрен процесс пластического деформирования металла на примере отбортовки отверстия в зависимости от различных режимов термической обработки алюминиевого сплава Д16. На практике проверена склонность сплава Д16 к пластическому разрушению в твёрдом и мягком состояниях. Проведено сравнение с отбортовкой отверстия в листе из более пластичного алюминиевого сплава – АМг6.

Ключевые слова: пластическое деформирование, отбортовка, термическая обработка, Д16.

Помимо механической обработки металла, существует обработка металлов давлением (ОМД). Одной из таких обработок является отбортовка. Отбортовка - процесс листовой штамповки, при котором отсутствует предварительный нагрев заготовки или инструмента, а сама операция проходит при комнатной температуре [1].

В процессе отбортовки отверстия на деталях из сплава систем Al-Cu возникают трещины в местах деформации металла. Для исключения появления трещин необходимо проанализировать процесс их появления в ходе отбортовки отверстия в листовом металле, в зависимости от режимов термической обработки.

В качестве материала образца для исследования появления трещин был выбран высокопрочный алюминиевый сплав Д16. Эскиз образца представлен на рисунке 1:

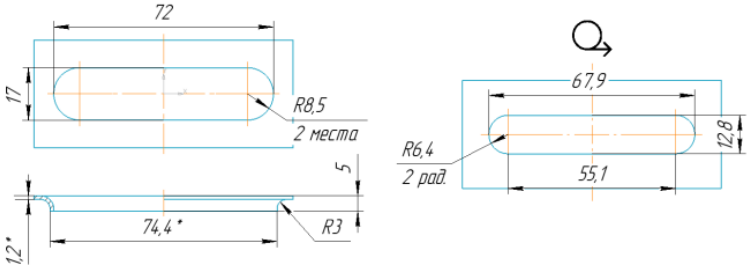


Рисунок 1 – Эскиз детали «Стенка» с отверстием под отбортовку

Для исследования возникновения трещин в процессе отбортовки была проведена термическая обработка заготовок по ГОСТ 17535-77 [2]. Режимы термической обработки и номера заготовок сведены в таблицу 1.

В качестве эталонного образца принята заготовка № 1, образец выполнен из алюминиевого сплава системы Al-Mg (АМг6), сплав обладает повышенной пластичностью, что позволяет убедиться в правильности выбора геометрии отбортовки и возможности её получения на практике. Результат представлен на рисунке 2:

Таблица 1 – Номера заготовок и режимы ТО

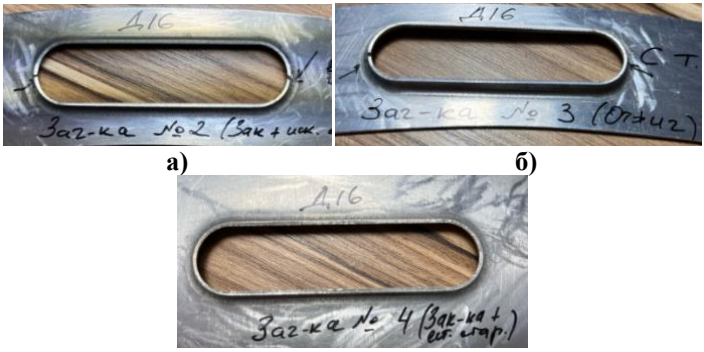
Сплав	№ Заг-ки	Режимы ТО	
АМг6	1	Без ТО	
Д16	2	Закалка (492-500) °С с охл. в воде (70-90) °С	Искуств. стар. (185-195) °С (11 - 13 ч.)
Д16	3	Неполный отжиг (250-280) °С (1 - 4 ч.)	
Д16	4	Закалка (492-500) °С с охл. в воде (70-90) °С	Естеств. стар. 20 °С (96 ч.)



Рисунок 2 – Заготовка № 1 из АМг6

Проведённый эксперимент с образцом из АМг6 показал осуществимость отбортовки выбранной геометрии. Гиб получился равномерным, без трещин и смятия материала.

Вторая часть исследования включает в себя проверку образцов из Д16. На рисунке 3 представлены результаты отбортовки на образцах из сплава Д16:



а) **б)**

в)

Рисунок 3 – Отбортовка отверстий в образцах из сплава Д16
а) Заготовка № 2; б) Заготовка № 3; в) Заготовка № 4

В результате пластического деформирования заготовок № 2 и № 3 возникли трещины в местах отбортовки (Рис. 3 а, б). На заготовке № 4 не возникло трещин (Рис. 3 в). Отбортовка на заготовке № 4 проводилась в первый час после закалки.

Полученный результат можно объяснить тем, что для образца № 3 температуры неполного отжига было недостаточно для протекания рекристаллизационных процессов, после протекания которых могла быть получена необходимая пластичность сплава. На образце № 2 после проведения искусственного старения произошло повышение прочностных свойств и, как следствие, уменьшение пластичности, что также привело к трещинам на образце. Пластичность металла после закалки образца № 3 удалось сохранить, заменив старение на естественное, которое происходит за 96 часов. В первые 4 часа в металле не успевают пройти процессы упрочнения, благодаря чему становится возможным пластическое деформирование металла без трещин.

Список литературы
1. Вобликов Г.А. Оценка влияния коэффициента трения на напряженное и деформированное состояние отбортовки // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2022. Вып. 5. С. 310-313.
2. ГОСТ 17535-77. Детали приборов высокоточные металлические. Стабилизация размеров термической обработкой [Текст] / Введ. 1979-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 46 с.

ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СДПМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНО-РЕЗОНАНСНОГО РЕГУЛЯТОРА

Г. О. Шкундалев
Новосибирский государственный технический университет
shkundalev.2019@stud.nstu.ru

Одним из направлений развития современных прецизионных электромеханических систем постоянного и переменного тока является все более широкое использование синхронных двигателей с возбуждением от постоянных магнитов (СДПМ), которые находят свое применение составе высокоточных робототехнических комплексов, станков с ЧПУ, технологического оборудования для лазерной резки и т. д. Данный факт объясняется рядом достоинств данного типа электрических машин по отношению к аналогам, включающих в себя высокий КПД, низкие массогабаритные характеристики, простую конструкцию и т.п. Однако, как показывает практический опыт эксплуатации СДПМ, электромагнитный момент содержит пульсационную составляющую, которая приводит к значительной ошибке отработки внешних задающих воздействий. В данном докладе рассматривается алгоритм векторного управления механическими координатами СДПМ с применением в своей структуре пропорционально-интегрально-резонансного (ПИР)-регулятора, который позволяет исключить указанный выше недостаток и добиться высокой точности слежения как в статическом, так и в динамическом режиме работы.

Ключевые слова: прецизионный электропривод, синхронный двигатель с постоянными магнитами, ПИР-регулятор.

Одной из важнейших характеристик функционирования высокоточных прецизионных систем слежения и позиционирования является отклонение от заданной траектории движения, величина которой зависит от большого количества внешних факторов, которые достаточно трудно учесть и спрогнозировать. В данном докладе рассматривается алгоритм управления СДПМ, позволяю снизить уровень пульсаций электромагнитного момента за счет дополнения стандартного ПИ-регулятора угловой скорости или положения резонансной составляющей и, таким образом, обеспечить желаемую ошибку.

Мультигармоническая составляющая электромагнитного момента СДПМ вызвана несинусоидальным законом изменения плотности магнитного потока в воздушном зазоре, а также неравномерностью распределения магнитной проницаемости статора (зубцовый момент). которые приводят к периодическим колебаниям ротора, увеличению вибраций и повышенному акустическому шуму.

Для обеспечения требования равномерного вращения вала используют два основных подхода, первый из которых базируется на изменении конструкции синхронной машины, что усложняет технологию ее изготовления и стоимость, а также применения специализированных алгоритмов управления, например, базирующихся на структуре ПИР-регулятора. В последнем случае интегральная часть будет обеспечивать астатическое регулирование, или иначе нулевую ошибку в установившемся процессе, а резонансная компонента выполнять демпфирование колебаний механических координат.

Таким образом, в данном докладе рассмотрен способ векторного управления СДПМ на основе многоконтурной системы с подчиненной структурой и ПИР-регулятором с уменьшенными пульсациями электромагнитного момента, благодаря чему достигается желаемое качество переходного процесса в совокупности с требуемой ошибкой между желаемым значением выхода и его текущим значением.

Список литературы

1. O. V. Nos The simplified control technique for PMSM torque ripple reduction / O. V. Nos, D. A. Shtein, G. S. Leus, N. I. Nos, E. E. Abramushkina, E. A. Ignatev // 21 International conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM): proc., Altai Republic, 29 June-3 July 2020. – Novosibirsk : IEEE, 2020. – P. 475–481.
2. Lee T. Reduction of cogging torque in permanent magnet motors / T. Li, G. Slemon // IEEE Trans. Mugn., vol. 24, no. 6, 1988. – pp. 2901-2903.

СЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, АВТОМАТИКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БОС-ТЕРАПИИ ПРИ ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Е.В. Андрющенко, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
andrushenkokv@mail.ru, a.pavlov@corp.nstu.ru

В данной работе рассмотрен метод саморегуляции с помощью БОС-терапии на основе показателей дыхания и пульса. Разработан программно-аппаратный комплекс БОС. Проведён курс терапии в группе из 15 человек. Представлены результаты исследования эффективности терапии. Оценка эффективности производилась по показателям артериального давления, температуры тела и частоты пульса.

Ключевые слова: биологическая обратная связь (БОС), саморегуляция, дыхание, частота пульса (ЧП), артериальное давление (АД), температура, динамика, эффективность.

По данным исследований в России примерно 70% населения постоянно находятся в состоянии стресса, из них 30% - в состоянии сильного стресса [1,2,3]. Хронический стресс всё чаще приводит к развитию сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Объектом данного исследования является процесс проведения профилактических мер сердечно-сосудистых заболеваний при помощи БОС-терапии.

Биологическая обратная связь (БОС) - это регистрация и возврат пациенту биологической информации о состоянии его организма и изменении тех или иных собственных физиологических процессов в теле. В ходе сеансов БОС-терапии датчики комплекса регистрировали физиологические параметры дыхания и пульса участников, значения которых отображались на экране.

В исследовании приняло участие 15 студентов для проведения занятий по методу БОС, с обучением техникам диафрагмального

дыхания на расслабление. Участники были случайным образом распределены в группы: 10 человек составили 2 основных группы исследования (обе проходили курс БОС) и 5 человек - контрольную группу (нулевое воздействие).

Эффективность БОС-терапии можно оценить по устойчивому сдвигу отслеживаемого параметра (например, уменьшение частоты пульса, артериального давления), так называемой поэтапной динамики (Формула 1). Общими критериями эффективности терапии являлись физиологические показатели: пульс, систолическое и диастолическое артериальное давление (САД и ДАД) и температура (ТЕМП). Измерения производились 2 раза во время каждого сеанса терапии (до и после сеанса БОС).

$$\text{Динамика САД} = \text{САД после сеанса} - \text{САД до сеанса} \quad (1)$$

Формула 1 отражает эффективность сеанса БОС, то есть на сколько изменились значения САД после сеанса БОС. Аналогично рассчитывалась динамика для других исследуемых показателей (Рисунок 1 – Рисунок 4).

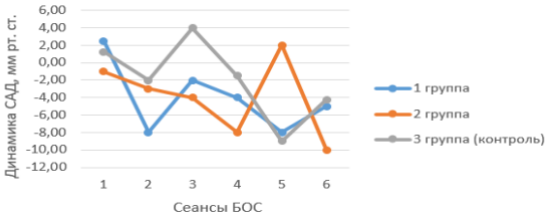


Рисунок 1 – Сравнение эффективности сеансов БОС в трёх группах по показателям динамики САД

По графикам на рисунке 1 можем заметить, что в группах 1 и 2 эффективность сеансов БОС примерно одинаковая (Динамика САД в среднем равна -4 мм рт. ст.) В контрольной 3 группе динамика САД в среднем равна -1,9 мм рт. ст.

По графикам на Рисунке 2 можем заметить, что в группе 1 динамика ДАД в среднем равна -2,8 мм рт. ст., что говорит об эффективности сеансов БОС. В группе 2 эффективность также наблюдается, но слабее (-1,6 мм рт. ст.). В контрольной 3 группе динамика ДАД в среднем равна -1,9 мм рт. ст.



Рисунок 2 – Сравнение эффективности сеансов БОС в трёх группах по показателям динамики ДАД

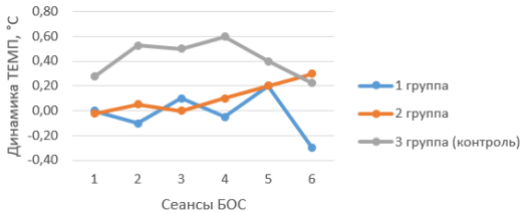


Рисунок 3 – Сравнение эффективности сеансов БОС в трёх группах по показателям динамики температуры

По графикам на рисунке 3 можем заметить, что в группах 1 и 2 температура практически не изменяется во время первых 4 сеансов, но, начиная с 5 сеанса, заметен небольшой эффект. Следует также отметить, что эффект в группах 1 и 2 противоположный (в группе 1, температура понижается, в то время, как в группе 2 – повышается). В 3 группе можем отметить существенное повышение температуры.

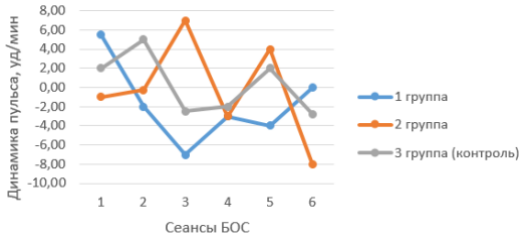


Рисунок 4 – Сравнение эффективности сеансов БОС в трёх группах по показателям динамики пульса

По графикам на рисунке 4 можем заметить, что в группе 1 показатель заметно снижается (средняя динамика пульса равна -1,8 уд/мин). В группе 2 же наблюдается положительный эффект лишь в

половине случаев (средняя динамика пульса равна -0,2 уд/мин). В контрольной 3 группе можем отметить, как правило, повышение пульса (средняя динамика пульса равна +0,3 уд/мин).

Результаты исследования свидетельствуют о положительном влиянии сеансов респираторной БОС на параметры систолического и диастолического артериального давления, пульса. Температурные значения же оставались неизменными. Сферы применения БОС-терапии: регулирование психоэмоционального состояния; профилактика заболеваний сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Список литературы

1. Напряжение и стресс. Левада-Центр. [Электронный ресурс] URL: https://www.levada.ru/2017/09/15/napryazhenie-i-stress/ (Дата обращения: 18.10.2021)
2. Исследование на тему: «Стрессоустойчивость россиян». Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ). [Электронный ресурс] URL: https://wciom.ru/fileadmin/user_upload/table/table_4075.html (Дата обращения: 18.10.2021)
3. Статистика стресса в России. Исследовательский холдинг «Ромир». [Электронный ресурс] URL: https://iz.ru/1165722/2021-05-19/issledovanie-vyiavilo-stress-bolee-chem-u-poloviny-rossiian-v-2021-godu. (Дата обращения: 18.10.2021)
4. Сахно Ю.Ф., Дроздов Д.В., Ярцев С.С.. Исследование вентиляционной функции лёгких: учебно-методическое пособие. М., Издательство РУДН, 2005 84 с.
5. Программно-методическое обеспечение. Функциональное биоуправление с биологической обратной связью «Реакор». Руководство пользователя. Часть 2. Методические указания А_2477-27_РП. Таганрог: НПКФ «Медиком МТД». 2013. 182 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Н.В. Антонова, Д.А. Качаков, А.В. Жаров
Сибирский государственный университет водного транспорта
nadaantonova079@gmail.com

В данной научной работе рассматривается актуальность проблемы сахарного диабета, основные проблемы, с которыми сталкивается человек, страдающий этим заболеванием, врач-эндокринолог и родственник, а также один из вариантов путей решения этих проблем с помощью мобильного приложения-помощника.
Ключевые слова: сахарный диабет, диабетик, эндокринология, смартфон, приложение, разработка, сервер, база данных.

Термин «Сахарный диабет» имеет множество трактовок, но все имеют одну и ту же суть: эндокринное хроническое заболевание, характеризующееся полным/частичным недостатком инсулина или неспособность использовать его эффективно. Инсулин – это гормон, регулирующий уровень сахара в крови.

Объектом исследования является система мониторинга и контроля уровня сахара в крови.

На сегодняшний день это заболевание является глобальной проблемой всего мира. По данным ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) диабетиками является 6% населения всего мира, это примерно 230 - 347 млн человек. Но мы должны понимать, что эти данные не отражают реальное положение дел. Статистика ежегодно непрерывно растёт и, если все будет продолжаться в том же темпе, по прогнозу, к 2025 году количество больных увеличится вдвое, а к 2030 году, по расчетам Международной федерации диабета, с этим диагнозом будет числиться 500 млн человек[2].

Для того, чтобы сохранить достойное качество жизни, диабетикам нужно соблюдать определенные правила: диета, ежедневные уколы, контроль уровня глюкозы крови. Но никто из нас не любит соблюдать правила, это отнимает не только большую часть времени на расчеты и записи, но и доставляет массу неудобств в повседневной жизни.

Смартфон – это то, что есть у каждого второго человека на планете. На сегодняшний день он является не только средством связи, но и отличным многофункциональным помощником. Таким образом, мы предлагаем воспользоваться функциями смартфона во благо и решить существенную проблему контроля сахарного диабета.

Цель: разработать мобильное приложение и сервер приложения, которые позволяют отслеживать уровень сахара в крови больного диабетом и предлагает индивидуальные рекомендации для его корректировки, с возможностью стороннего наблюдения.

Задачи:

- Оценить целевую аудиторию приложения и изучить рынок;
- Спроектировать архитектуру приложения;
- Разработать интерфейс мобильного приложения;
- Выбрать средства разработки;
- Разработать приложение.
- Проанализировать функциональные возможности приложения
- Разработать модель базы данных
- Реализовать серверную часть приложения

Разрабатываемое приложение в основном имеет практическую значимость и заключается она в внедрении в эндокринологию, как метод контроля течения сахарного диабета у пациента.

С помощью сети интернет была детально изучена проблема заболевания и последствий. Оценена ситуация и определена целевая аудитория: люди с диабетом, врачи-эндокринологи, наблюдающие-родственники. Изучен рынок, предлагаемых приложений другими разработчиками. Далее была спроектирована архитектура приложения с последующие реализацией.

На сегодняшний день нами уже спроектирована архитектура приложения, структура БД, составлена функциональная карта, создан макет, реализованы несколько страниц будущего приложения, запущен и настроен тестовый сервер приложения.

Список литературы

1. Диабет [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/diabetes, свободный.
2. Сахарный диабет в цифрах: действительность и прогнозы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:http://68.rospotrebnadzor.ru/content/545/21700/, свободный.
3. Это важно знать о сахарном диабете [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://www.medkirov.ru/site/LSP69B622, свободный.

ПОЛУЧЕНИЕ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СЛЕДА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Е.Ю. Бабайкина, Г.И. Курчеева
Новосибирский государственный технический университет
lisa_babaykina@mail.ru, kurcheeva@yandex.ru

В работе рассматриваются способы получения данных цифрового следа и их использования для расчета показателей качества жизни городского населения. Данные выгружаются из неофициальных источников информации, таких как социальные сети и сервисы отзывов. Результаты могут быть полезны для сотрудников органов местного самоуправления и государственных структур, отвечающих за городское развитие.

Ключевые слова: цифровой след, качество жизни, мониторинг показателей качества жизни, городская среда, парсинг данных.

Главной целью социально-экономического развития любой страны и города является благосостояние и высокий уровень качества жизни населения. В современных условиях перехода к цифровой экономике необходимы обновленные подходы к измерению показателей качества жизни населения. Целью исследования является разработка методики мониторинга показателей качества жизни городского населения с использованием цифрового следа.

Цифровой след активно применяется для оценки и улучшения качества жизни населения в различных городах России, как, например, рассмотрено в [1, 2, 3]. В основу разрабатываемой методики мониторинга показателей качества жизни лег документ «Методика формирования индекса качества городской среды», который был утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2019 года [4]. Анализ данного документа показал, что элементы цифрового следа используются при расчете только двух из 36 индикаторов. Рассмотрим расчет некоторых других предлагаемых показателей качества жизни населения с использованием цифрового следа на примере города Новосибирска. Для того, чтобы мониторинг показателей проводился наиболее оперативно и охватывал мнение как можно большего количества горожан, предлагается получать данные цифрового следа автоматизированным способом.

Расчет показателя «Использование горожанами общественных пространств» был проведен на примере парков города Новосибирска. В качестве источника цифрового следа была использована социальная

сеть ВКонтакте. Используя язык Python и один из методов API ВКонтакте, который осуществляет поиск изображений по местоположению, было получено количество фотографий на территории каждого общественного пространства, после чего был произведен расчет показателя. Выгрузка фотографий по координатам проводилась в диапазоне дат с 01.01.2021 по 01.01.2022. Результаты приведены ниже (Таблица 1).

Таблица 1 — Результат расчета показателя «Использование горожанами общественных пространств»

Название парка	Площадь (кв. м)	Количество фотографий	Значение показателя
ПКиО «Березовая роща»	233176	3137	1,345
ПКиО «Центральный»	73865	4708	6,374
Заельцовский лесопарк	350000	198	0,057
Новосибирский зоопарк	630000	10032	1,592
ПКиО им. Кирова	65982	1567	2,375
ПКиО «Сосновый бор»	83091	442	0,532
Михайловская набережная	176725	4199	2,376
Сад им. Дзержинского	80321	704	0,876
ПКиО «Бугринская роща»	168965	599	0,355
ПКиО «У моря Обского»	433630	577	0,133
ПКиО «Первомайский»	60325	674	1,117

Следующий рассчитанный показатель качества жизни городского населения – «Качество предоставляемых услуг на общественных пространствах». В качестве источника данных цифрового следа использовался раздел отзывов сервиса «Яндекс.Карты. С помощью программы-парсера YMapsReviewsParser были выгружены тексты отзывов о парках Новосибирска, после чего был проведен анализ их эмоциональной окраски с помощью языка Python и библиотеки DeepPavlov. Диаграмма с результатами анализа приведена ниже (Рисунок 1).

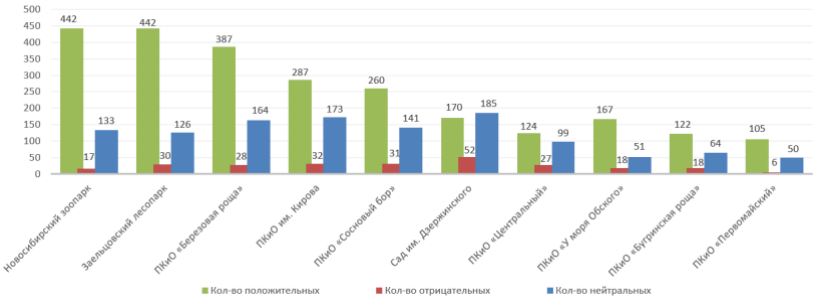


Рисунок 1 — Результаты анализа эмоциональной окраски отзывов

Для расчета следующей группы показателей на языке Python была написана программа, позволяющая выгружать посты со стены сообщества с использованием VK API, а также проводить поиск по ключевым словам с помощью регулярных выражений. В результате выполнения программы был получен датасет, содержащий 8654 публикации из городского сообщества Новосибирска «АСТ-54» за период с 01.01.2021 по 01.01.2022. Далее приведены полученные значения рассчитанных показателей.

Показатель «Загруженность дорог»:

– Количество публикаций о пробках зимой: $N_a = 78$;

– Количество публикаций о пробках весной: $N_b = 70$;

– Количество публикаций о пробках летом: $N_c = 40$;

– Количество публикаций о пробках осенью: $N_d = 67$.

Показатели «Количество ДТП в городе» и «Доля погибших по отношению к общему количеству ДТП»:

– Количество публикаций о дорожно-транспортных происшествиях: $N_{публ.} = 1282$;

– Количество публикаций о дорожно-транспортных происшествиях со смертельным исходом: $N_{смерт.} = 168$;

– Доля публикаций о ДТП со смертельным исходом от общего количества публикаций о ДТП: 13,1 %.

Публикации о дорожно-транспортных происшествиях составили около 15 % всех публикаций сообщества «АСТ-54» за 2021 год.

Полученные значения предложенных показателей могут помочь городским властям выявлять наименее посещаемые городские пространства, нуждающиеся в реконструкции, оперативно отслеживать мнение горожан об общественных территориях и состояние транспортной инфраструктуры города, а также проводить оценку эффективности проведенных работ по благоустройству территорий.

Список литературы
1. Щекотин Е. В. и др. Субъективная оценка (не) благополучия населения регионов РФ на основе данных социальных сетей //Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. – 2020. – №. 1. – С. 78-116.
2. Есть такая профессия: цифровой антрополог. [Электронный ресурс]. URL: https://strelkamag.com/ru/article/est-takaya-professiya-cifrovoi-antropolog (дата обращения: 25.04.2022).
3. Радченко Д. А. После бала: как оценить эффекты благоустройства при помощи антропологии //Фольклор и антропология города. – 2019. – Т. 2. – №. 3-4. – С. 270-291.
4. Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/553937399 (дата обращения: 25.04.2022).

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕДЕНИЙ О МЕРОПРИЯТИЯХ С ПОМОЩЬЮ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «КАЛЕНДАРЬ-СОБЫТИЙ»

А.В. Вакуленко, А.Г. Жданов, М.А. Лисовский
Сибирский государственный университет водного транспорта
fewstty@gmail.com

Цель исследования – рассмотреть особенности системы распространения сведений о мероприятиях и регистрации на участие в мероприятиях на примере Сибирского государственном университете водного транспорта. Авторы полагают, что большинство недостатков существующей системы можно устранить путем создания специализированного информационного ресурса, которое поспособствует не только возможности просмотра расписания мероприятий, а также даст возможность регистрироваться на участие. Научная новизна исследования заключается в разработке веб-приложения, ориентированного не только для студентов и сотрудников высшего учебного заведения, но и внешних организаторов мероприятий. Результатом данного исследования является разработка и внедрение информационной системы, а также ее оценка и поддержка в ходе опытной эксплуатации.

Ключевые слова: веб-приложение, веб-сайт, информационная система, информационный ресурс, календарь, календарь-событий, организация мероприятий, распространение сведений.

Распространение сведений о мероприятиях и регистрация на участие является важной частью проведения любого мероприятия в разных университетах, в том числе и в Сибирском государственном университете водного транспорта (СГУВТ). На данный момент система распространения мероприятий в СГУВТ представляет из себя разрозненные источники сведений. Например, стенд с грядущими мероприятиями внутри университета, социальная сеть «ВКонтакте», где в сообществе «ОФИЦИАЛЬНАЯ ГРУППА “СГУВТ”» представляются новости о грядущих событиях, или же сами сотрудники высшего учебного заведения распространяют сведения о мероприятиях через мессенджеры. Для регистрации на большинство мероприятий требуется совершать звонки или приходить лично, что не всегда удобно. Стоит отметить, что единый сервис, где можно было бы просмотреть информацию о грядущих мероприятий и зарегистрироваться на них – отсутствует, в связи с этим появилась нужда в веб-приложении «Календарь событий». Данное веб-приложение будет представлять из себя календарь, «наполненный» редактируемыми событиями, где студент сможет узнать о мероприятии, а также зарегистрироваться на него. Разработка веб-приложения была разделена на две части: клиентская часть, серверная часть.

Клиентская часть реализует пользовательский интерфейс, формирует запросы к серверу и обрабатывает ответы от него. То есть, набор инструментов для взаимодействия пользователя и системы. Главными требованиями к пользовательскому интерфейсу являются: соответствие задачам пользователя, логичность и понятность, обеспечение высокой скорости работы пользователя, обеспечение защиты от человеческих ошибок, а также быстрое обучение пользователя [1]. Именно эти критерии преследуются в реализации клиентской части веб-приложения. Этап проектирования идет перед этапом реализации и рассматривает необходимые для работы функции пользователей. То есть, этап проектирования необходим для понимания функций необходимых в работе, а реализация – их графическое представление в системе, и их функционал, заявленный в проектировании.

Серверная часть получает запрос от клиента, выполняет вычисления, после этого формирует веб-страницу и отправляет её клиенту по сети с использованием протокола HTTP [2]. В функции

серверной части входит: прием запросов от приложений-клиентов, интерпретация запросов, оптимизация и выполнение запросов к базе данных, отправка результатов приложению-клиенту, обеспечение системы безопасности и разграничение доступа, управление целостностью базы данных, реализация стабильности многопользовательского режима работы [3]. Именно в проектировании и дальнейшей реализации этих функций заключается разработка серверной части.

В ходе выполнения работы была реализована клиентская часть веб-приложения. На данный момент ведется работа над серверной частью веб-приложения.

Список литературы

1. Разработка физической модели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studwood.net/1872119/informatika/razrabotka_fiziches koy _modeli, свободный (дата обращения: 14.03.22).
2. Глава 3. Реализация программы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberpedia.su/7x13df.html, свободный (дата обращения: 16.03.22).
3. Лекция 3: Различные архитектурные решения, используемые при реализации многопользовательских СУБД. Краткий обзор СУБД [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://intuit.ru/studies/ courses/508/364/lecture/8643?page=2, свободный (дата обращения: 16.03.22).

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО АППАРАТА ЭКГ

Д.Д. Гаврилов, Ж.С. Першина
Новосибирский государственный технический университет
Danila.2412@mail.ru

Рассматривается разработка компактного устройства электрокардиограммы (ЭКГ) на основе модуля усиления сигнала AD8232, фильтра низких частот Баттерворта 6-го порядка и микроконтроллера ATmega328. Проблема заключается в создании доступного и компактного устройства для проведения ЭКГ исследований вне медицинских учреждений. Объект исследования – сигнал ЭКГ, полученный с помощью разработанного устройства. Новизна заключается в применении компактных и доступных

компонентов для получения ЭКГ сигнала. Область применения – медицинская диагностика, телемедицина и персональный мониторинг здоровья.

Ключевые слова: ЭКГ, кардиография, обработка аналогового сигнала, компактный кардиограф, сердечно-сосудистые заболевания, телемедицина.

Электрокардиография является ключевым инструментом в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний, которые являются основной причиной смерти. Традиционные аппараты ЭКГ обычно крупные и дорогие, потому что в них используются различные решения избыточно повышающие их функциональность, которая обычно не требуются в непрофессиональной среде, такой как, например, мониторинг в домашних условиях. Помимо этого крупные аппараты неудобны в условиях перемещения медицинского персонала: бригады скорой помощи, участковые терапевты, военврачи. В связи с этим, актуальной является задача разработки компактного, доступного и простого в использовании устройства для регистрации ЭКГ.

На рынке представлены различные мобильные устройства для регистрации ЭКГ, такие как AliveCor, KardiaMobile или QardioCore. Они не всегда доступны людям пожилого возраста, для которых мониторинг работы сердца с помощью аппарата ЭКГ также важен, как и, например, контроль артериального давления.

Анализ ЭКГ позволяет выявлять различные сердечно-сосудистые заболевания и нарушения: аритмии, ишемическая болезнь сердца, блокады проводящей системы сердца, врожденные и приобретенные пороки сердца, кардиомиопатии, электролитные нарушения, перикардит.

Для решения поставленной задачи был разработан прототип компактного аппарата ЭКГ на базе модуля AD8232, фильтра низких частот Баттерворта и микроконтроллера ATmega328.

Разработанное устройство состоит из 4 блоков:

1. Блок усиления – представленный модулем AD8232.
2. Блок фильтрации – представленный ФНЧ Баттерворта.
3. Блок Аналого-цифрового преобразования – МК ATmega328.
4. Блок передачи по USB – TTL – USB конвертер CH340.

Модуль AD8232 обеспечивает усиление малых сигналов ЭКГ только в одном отведений, что значительно упрощает конструкцию и последующую обработку данных, при необходимости считывания в других отведениях, можно физически изменять точку крепления электродов.

Фильтр низких частот Баттерворта 6-го порядка был собран на операционном усилителе AD620 с частотой среза около 30Гц. Данный фильтр характеризуется высокоэффективными свойствами фильтрации помех [1].

ATmega328 - микроконтроллер от компании Microchip, который имеет встроенный 10-битный аналого-цифровой преобразователь для получения оцифрованного сигнала ЭКГ.

TTL - USB-конвертер CH340 предоставляет простое и надежное решение для преобразования последовательных данных передаваемых от микроконтроллера в USB-пакеты, которые могут быть приняты компьютером.

Также для вывода полученного сигнала на экран компьютера было разработано программное обеспечение по ОС Windows. Оно позволяет визуализировать на экране считываемый сигнал ЭКГ (Рисунок. 1).

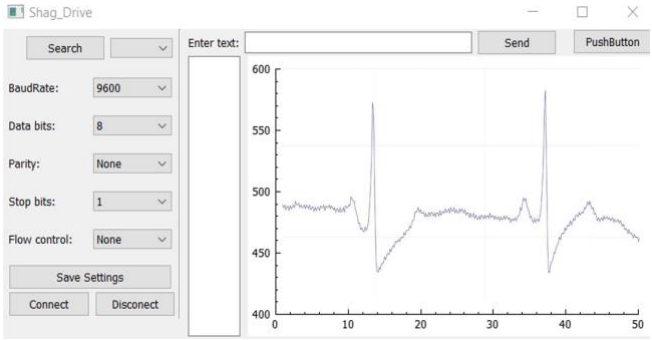


Рисунок 1 – Главное окно разработанной программы

Разработанное устройство регистрирует сигнал ЭКГ. С использованием компактных и доступных компонентов разработан прототип. Для определения достоверности и качества сигнала проводится тестирование на соответствие существующим требованиям предъявляемых к кардиографам.

Методы тестирования, а также требования к аппарату и получаемому сигналу определены в ГОСТ IEC 60601-2-51-2011.

В ГОСТе определены требования к компонентам: соответствие требованиям точности, устойчивости к помехам и работоспособности при перегрузках. Также в ГОСТе определены методы тестирования аппаратов ЭКГ. Один из способов тестирования аппаратов ЭКГ - это подача на вход аппарата синусоидального сигнала различной частоты и амплитуды. Также для тестирования на вход подаются кривые взятые

из атласа испытательных сигналов CTS. Аппарат должен не превышать допустимые отклонения и отвечать требованиям безопасности. Также на данные тестирующие сигналы могут быть наложены различные помехи и их комбинации: сетевая помеха, высокочастотный шум, дрейф базовой линии и т.д.

На работу аппарата в значительной степени не должны влиять различные факторы внешней среды или особенности человека: работа кардиостимулятора, температурные изменения, мышечный тремор, и т.д.

Разработанный прототип компактного прибора для регистрации ЭКГ является недорогим и простым в использовании, что делает его доступным для широкого круга пользователей. Приборы такого типа позволяют людям самостоятельно проводить измерения ЭКГ в домашних условиях или в путешествиях без необходимости посещения медицинских учреждений. В условиях актуальности телемедицины и удаленного мониторинга состояния здоровья пациентов, прибор может быть использован для сбора и передачи данных ЭКГ специальному анализирующему программному обеспечению, которое при обнаружении отклонений передаст данные врачу. Это позволяет медицинским работникам своевременно выявлять и контролировать потенциальные проблемы сердца у пациентов, не находящихся в больнице, улучшая тем самым результаты лечения и профилактики заболеваний.

Список литературы

1. Антоненко И.С., Лежнина И.А., Исследования влияний фильтров на сигнал ЭКГ. –Томский. нац. исслед. ун-т.; сост. И.С. Антоненко, И. А. Лежнина; Томск, 2014. 11с.
2. Федотов А.А., Акулов С.А., Конюхов В.Н., Биотехнические системы электрофизиологических измерений. – Самар. нац. исследов. ун-т.; сост. А.А. Федотов, 2016. 36с.
3. Мурашко В.В., Струтынский А.В., Электрокардиография. – М.: Изд., «Медицина», Москва, 1987. 255с.
4. Гусева И.А., Никольская И.Н., Аронов Е.А., Ермакова Э.Н., Третьякова Т.В., Хромова О.М., Наумова Е.Н., ЭКГ за пять минут (Методическое пособие для участковых терапевтов) – Новосибирск: ОГУП «Центр фармацевтической информации» под ред., д.м.н., проф., Шабалина А.В.; Новосибирск, 2005. 40с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

А.К. Герасимов, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
geraplusplus@gmail.com

В данной работе предложено устройство, размещаемое на ушной раковине, для оценки физиологического состояния человека. Исследована возможность использования предложенных элементов и методов для получения физиологических параметров человека. Произведено сравнение с зарегистрированными медицинскими устройствами, а также с другими вариантами размещения датчиков для измерения физиологических параметров.

Ключевые слова: носимое устройство, физиологическое состояние, измерительные устройства.

Возможность оценить состояние организма крайне важно для медицины, так как помогает в верной постановке диагноза, а также позволяет следить за динамикой выздоровления пациента и быстро обнаруживать негативные тенденции. Наиболее эффективными являются количественные методы оценки параметров жизнедеятельности организма, благодаря которым можно строго классифицировать различные состояния. Развитие инструментов в этой области, особенно для удалённого мониторирования пациента, должно помочь врачам в выявлении ранних симптомов болезни [1].

Развитие современной электроники и биосенсоров за последние десятилетия позволило существенно снизить стоимость измерительных систем для оценки физиологических параметров. Благодаря этому, сейчас обычный человек имеет доступ к устройствам предлагающими функцию мониторинга здоровья [2, 3]. В данном исследовании рассматривались несколько параметров позволяющих судить о физиологическом состоянии человека: насыщение крови кислородом (SpO2), внутренняя температура и электрические показатели тела.

Устройство для оценки физиологического состояния человека является перспективной и актуальной задачей в целом. В данной работе в качестве места расположения устройства было предложено использовать ушную раковину. При таком расположении, устройство не будет сковывать движения исследуемого человека. Однако, встаёт вопрос в целесообразности и конкурентоспособности такого крепления в сравнении с другими методами. В частности, на данный момент

самым распространенным местом расположения датчиков оценки физиологического состояния человека является запястье. Примерами таких устройств могут быть любые фитнес-браслеты. Другим, не менее популярным местом, является палец. Его, в основном, используют в медицинских целях в больницах.

Согласно нашим исследованиям снятие частоты пульса с мочки уха оказывается более точным методом в сравнении с методом измерения с кончика пальца при использовании однокомпонентной базы (Таблица 1). Однако, для успешного снятия необходимо использовать дополнительные методы фильтрации в виду малой площади соприкосновения и недостаточно плотного контакта датчика с кожей. Несмотря на это, данное место лишено недостатков, которые наблюдаются на кончике пальца, а именно помех от работы мышц.

Таблица 1 – Среднее значение ЧСС

Измерительное устройство	Среднее значение ЧСС	Среднеквадратичное отклонение	Погрешность
MAXIM30102 – с мочки уха	74 ударов/мин	1.36	1%
MAXIM30102 – с кончика пальца	75 ударов/мин	2.19	1%
KL-730 - блок KL-75006	74 ударов/мин	1.74	1%
Ручной замер	74 ударов/мин	-	-

Согласно проведёнными нами исследованиями метод снятия оксиметрии с ушной раковины оказался более точным, в сравнение с методом измерения на запястье и на кончике пальца. Также было замечено, что метод снятия с ушной раковины менее чувствителен к кратковременным перепадам, что может оказаться более полезным в медицинском ключе. Это позволяет оценивать те перепады, которые на самом деле имели место быть и являются значительными изменениями в насыщении крови кислородом.

В данном исследовании измерение температуры внутри ушной раковины проводилось при помощи датчика MLX90614-DAA. Данный датчик обеспечивает точность в ± 0,2 ºС в диапазоне от 36 до 38 ºС [4]. Однако, данному датчику, для точных измерений, требуется находиться в тепловом балансе с окружающей средой. В связи с этим, было

проведено исследование, чтобы выяснить время для достижения теплового баланса при измерениях в ушной раковине.

Было выявлено, что датчик MLX90614-DAA по истечении 6-7 минут, начинает регистрировать температуру примерно такую же (в пределах 0,2 ºС) как и измеряемую медицинским термометром, обладающим точностью 0,2 ºС, Thermoval Duo Scan (Рисунок 1). Также в ходе исследования, было установлено, что предложенный метод позволяет проводить длительные замеры, как в состоянии покоя, так и во время активной деятельности. Измерение температуры внутри ушной раковины можно считать успешным решением для нашей задачи измерения физиологического состояния человека.

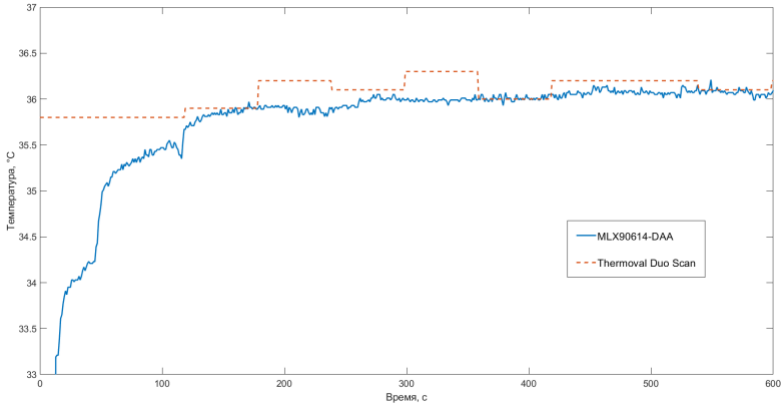


Рисунок 1 – Сравнение предлагаемого датчика с медицинским прибором (Thermoval Duo scan)

Для метода снятия электроимпеданса около ушной раковины было подобрано наиболее удачное место расположения датчиков, при котором не регистрируются миографические артефакты. Такое расположение позволило исключить возможность наводки больших помех, что повысило точность измерений. При этом диагностическую ценность представляет не само измеренное сопротивление, а то как оно изменяется [5].

Таким образом, в данной работе:

1) Предложено место крепления устройства для измерения показателей.

2) Экспериментально доказано целесообразность предложенного места для измерения физиологических показателей.

Список литературы
1. Кобринский Б.А. Дистанционный мониторинг в электронном здравоохранении и телеконсультировании // Сибирский вестник медицинской информатики и информатизации здравоохранения. – 2018. – №. 1-2. – С. 4-7.
2. Aryel R. M. Physiologic and Space-Based Sensors // Handbook of Biosurveillance. – Academic Press, 2006. – P. 387-392.
3. Петраевский В.А., Кузьменко Е.А., Марков А.К. Удаленный мониторинг состояния пациента скорой помощи // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 3(63). – С. 44.
4. Melexis. Digital Plug & Play Infrared Thermometer in a TO-Can MLX90614. 2018. URL: https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can (дата обращения 01.04.2022 г.)
5. Мухтарова Д. Р. Кожно-гальваническая реакция на вербальный стимул как инструмент оценки эмоционального состояния человека //Теория и практика языковой коммуникации. – 2019. – С. 169-180.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ

В.В. Иванова, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
i20vikiv00i@gmail.com

В данной работе рассматриваются проблемы связанные с нарушением кровообращения у людей с малоподвижным образом жизни. Нами был предложен метод для улучшения микроциркуляции крови на отдельных участках тела. Данный метод лежит в основе разрабатываемого прибора.

Ключевые слова: микроцркуляция, кровообращение, микротоковая терапия, электрические импульсы, гиподинамия.

Всемирная организация здравоохранения провела исследование, исходя из которого только в России насчитывается около 20 миллионов людей, ведущих малоподвижный образ жизни [1]. Однако в связи с пандемией COVID-19, в 2020 году эта статистика увеличилась. Это связано с ограничением возможностей передвижения, а именно в связи с работой из дома либо вовсе прекращением трудовой деятельности.

Микроциркуляция составляет немаловажную часть кровообращения, которая в свою очередь обеспечивает обмен веществ между тканями и кровью. Нарушением внутрисосудистой микроциркуляции является: замедление тока лимфы, нарушение ламинарного движения крови, чрезмерное увеличение и ускорение внекапиллярного тока крови [2]. В результате у человека замедляется обмен веществ, развивается гипоксия, ткани не могут получить необходимое количество питательных веществ, кислорода.

Для улучшения работы мышечной ткани, а самое главное лимфатических путей человека, применятся микротоковая терапия с импульсным током малого напряжения с различными частотными характеристиками. Под воздействием слабых электрических импульсов происходит нормализация мышечного тонуса, улучшается кровообращение и лимфоток в тканях, ускоряется обмен веществ, и благотворное влияние на состояние и внешний вид кожи. Активация кровообращения и обмена веществ повышает местный кожный иммунитет, как клеточный, так и гуморальный [3].

Микротоки относятся к классу TENS: чрескожную электрическую стимуляцию микрососудов, термин используется для любого терапевтического устройства, которое обеспечивает местную электрическую стимуляцию, что означает, что оно не проникает в кожу [4]. Существуют исследования [5], показывающие, что микроток обладает многими дополнительными преимуществами. Устройство находится в диапазоне от 10-600 мкА. Аппарат с микротоками позволяет использовать моно- и биполярные импульсы. Для этого используются или два активных электрода, или один пассивный, который крепится к коже пациента, и один активный [6]. Стимуляция мышечных волокон с периодическим эффектом сжимания и расслабления оказывает действие на изменение тонуса сосудистой стенки. Исходя из этого, микротоковая стимуляция улучшает микроциркуляцию, вследствие чего клетки начинают снабжаться питательными веществам. На данный момент существуют различные типы электростумиляторов, применяемые для корректировки телосложения, а также в качестве процедур омоложения в косметологии. Устройства не наносят терапевтического воздействия и могут использоваться без присмотра медицинского персонала.

Нами предложен проект устройства микротоковой терапии для улучшения микроциркуляции крови. Работа устройства применяется не для лечения, а направленно на профилактическое воздействие людям с нарушенным кровообращением: для людей с малоподвижным образом жизни. Аппарат включает в себя импульсный ток с частотой от 20 до

100 Гц, сила тока варьируется от 10 до 600 мкА. Максимальный выходной ток до 5 мА, максимальное выходное напряжение - 14 В. Форма выходного сигнала представляет собой биполярные импульсы. Устройство оснащено встроенным микропроцессором, и комплектом хлорсеребряных электродов (Рисунок 1).

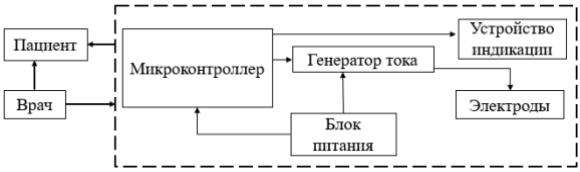


Рисунок 1 – БТС схема

Микроконтроллер отвечает за формирование управляющими сигналами. Включает в себя функцию задания режимов работы генератора. Генератор тока подает управляющий сигнал на электроды. Устройство индикации отображает работоспособность устройства. Блок питания в свою очередь преобразует сетевое напряжение в стабильное напряжение для питающихся модулей и включает в себя двойную гальваническую развязку. А также включает в себя сетевой выпрямитель, стабилизатор напряжения и выпрямитель напряжения, что обеспечивает двойную гальваническую развязку выходной цепи от сетевой, что уменьшает утечки и повышает электробезопасность аппарата. Электрода накладываются на пациента на проблемные зоны при гиподинамии: шейно-воротниковая и тазобедренная. Рекомендованное расстояние от 7 до 15 см, если расстояние меньше, то приведет к слишком сильной стимуляции. Продолжительность воздействия на человека 15 минут с паузами от 2 до 5 секунд.



Рисунок 2 – 3D модель корпуса

Для разработки устройства был выбран микроконтроллер STM32F10x. Выбор микроконтроллера был обусловлен популярностью и невысокой стоимостью, наличием богатого набора аппаратной периферии, а также тем фактом, что архитектура ARM Cortex-M3 предусматривает легкую поддержку операционных систем реального времени, что позволяет запускать несколько псевдопараллельных процессов.

Выводы:

1. Были проанализированы существующие источники по разработанным приборам;
2. Среди рассмотренных методов был выбран самый безопасный, неинвазивыный метод микротоковой терапии;
3. В качестве области воздействия были выбраны основные проблемные зоны нарушения микроциркуляции тела человека;
4. Была составлена биотехническая схема работы прибора, его технические характеристики, а также выбраны электроды

Список литературы

1. Засимова Л.С., Хоркина Н.А., Калинин А.М. Роль государства в развитии программ укрепления здоровья на рабочем месте // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2014. – № 4. – С. 69 94.
2. Ардасенов А. В., Хугаева В. К., Александров П. Н. Микроциркуляторное русло кожи в условиях воспаления и коррекции методом лимфостимуляции. — М.: Научный мир, 2004.
3. Никитина Е.А., Нетрадиционные методы улучшения микроциркуляции в эстетической медицине: достижения и перспективы // Пластическая хирургия и косметология. – 2011. – №3. – С.451–470.
4. Корчажкина Н.Б., Влияние микротоковой терапии на качественные характеристики кожи. Л. С. Корчажкина, Л.С. Круглова, И. В. Виссарионова //X Международный конгресс по эстический медицине имени Евгения Лапутина, 2011. – С. 144 – 145.
5. Blank M (ed) Electroagnetic Fields: Biological Interactions andMechanisms. Washington, DC: American Chemical Society, 1995
6. McMakin, Carolyn (1198). "Microcurrent treatment of myofascial pain in the head, neck and face". Topics in Clinical Chiropractic. 5 (5): 29–35. Retrieved 7 June 2018.

ВЫРАБОТКА ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОСАНКИ НА ОСНОВЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

В.В. Караваев, А.В. Гладков
Новосибирский государственный технический университет
ya.valentin2001@yandex.ru

Приведены теоретические сведения об осанке. Описываются различия между правильной и неправильной осанкой. Рассматриваются основные причины нарушения осанки и возможные способы её коррекции на основе биологической обратной связи. Обоснована сложность применения приборов на основе БОС на детях. Приведены серьёзные проблемы, к которым может привести нарушение осанки.
Ключевые слова: осанка, опорно-двигательная система, биологическая обратная связь, датчик, прибор.

Осанка – это наиболее привычное положение тела человека. У каждого человека она своя, и далеко не у каждого человека эта осанка правильная. При правильной осанке голова и туловище расположены на одной вертикальной линии, плечи слегка развёрнуты и немного опущены, лопатки прижаты, грудь выпукла, а живот, наоборот, втянут [1].

При неправильной осанке человек сутулится, опускает голову и плечи, выпячивает живот. В конечном счёте проблемы с осанкой могут привести к более серьёзным проблемам со здоровьем. Поэтому в современном мире проблема выработки правильной осанки является актуальной.

Развитию искривления позвоночника способствует малая физическая активность. Не менее важно сюда отнести неправильный режим дня, отсутствие частых прогулок на свежем воздухе и даже неправильно подобранную обувь. Существуют и менее очевидные факторы. Например, плохое освещение рабочего места, постель с мягким матрацем, неправильное питание [1].

Однако соблюдение вышеизложенных вторичных факторов бессмысленно, если человек продолжает сутулится в каждый момент времени. Необходим прибор, который будет напоминать пользователю выпрямиться. В его основе лежит так называемая биологическая обратная связь. Под ней понимают «технологию, включающую в себя комплекс исследовательских, лечебных и профилактических физиологических процедур, входе которых пациенту посредствам внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с

помощью микропроцессорной или компьютерной техники, предъявляется информация о состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов» [2].

Услышав звуковой сигнал, человек вспомнит про осанку и выпрямится, при этом датчик изгиба станет выдавать новое значение, удовлетворяющее условиям ровной спины, – писк прекратится.

Средства коррекции осанки наиболее эффективно применять на детях, поскольку взрослым трудно выработать привычку держать спину ровно [3]. Для этого может применяться лечебная гимнастика, в том числе в игровой форме. Применение же специальных датчиков и приборов на детях снизит эффективность коррекции, ведь дети менее усидчивы и не понимают пользы от применяемого лечния.

Нарушения осанки, особенно в период роста, могут вызвать стойкие деформации костного скелета, расстройство нервной деятельности, двигательного аппарата, головные боли, повышение утомляемости и нарушение деятельности всех органов и систем организма. Внутренние органы могут отклоняться от нормального положения и зажиматься другими органами и тканями. Неправильная осанка может сопровождаться затруднённой работой сердца, лёгких, желудочно-кишечного тракта [3].

Список литературы

1. Солодовник Е.М., Неповинных Л.А. Современные аспекты нарушения осанки среди студентов ПетрГУ, подходы к коррекции и профилактике [Электронный ресурс] // КиберЛенинка: науч. электрон. библ. – 2019. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-aspekty-narusheniya-osanki-sredi-studentov-petrgu-podhody-k-korrektsii-i-profilaktike/viewer (Дата обращения: 26.04.2022).

2. Кулик А.Л., Яблучанский Н.И. Биологическая обратная связь и современная клиническая практика [Электронный ресурс] // КиберЛенинка: науч. электрон. библ. – 2011. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskaya-obratnaya-svyaz-i-sovremennaya-klinicheskaya-praktika/viewer (Дата обращения: 27.04.2022).

3. Бабыдов Е.А. Обзор современных методов коррекции кифолордотической осанки [Электронный ресурс] // КиберЛенинка: науч. электрон. библ. – 2015. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sovremennyh-metodov-korrektsii-kifolordoticheskoy-osanki/viewer (Дата обращения: 27.04.2022).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ СЛУХОВЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

В.В. Караваев, Ж.С. Першина
Новосибирский государственный технический университет,
ya.valentin2001@yandex.ru

Рассмотрен функционал современных аудиометров. Приведён принцип проведения тональной аудиометрии, воздушной и костной проводимости. Описываются показатели аудиограмм, по которым осуществляется исследование способностей слуха человека. Объясняется необходимость рассмотрения в качестве дополнительного показателя слуховых способностей относительного и абсолютного слуха.

Ключевые слова: нарушение слуха, тональная аудиометрия, воздушная проводимость, костная проводимость, аудиограмма, относительный слух, абсолютный слух.

Человеческое ухо – это одно из ключевых звеньев познания окружающего мира. Нормальный слух позволяет человеку сконцентрировать внимание на шелесте листьев, щебетании птиц, стрекотании кузнечиков и т.д. Если же приведённые звуки человек не воспринимает по причине каких-либо патологий, то обнаружить проблемы органов слуха смогут разве что специальные приборы. Это связано с тем, что человеку чаще всего не требуется различать и воспринимать столь тихие звуки – ежедневно ему важно слышать собеседника, реагировать на звуки бытовых и технических приборов, сигнализирующих о своём текущем состоянии. Человек узнает о проблемах со слухом только тогда, когда эти проблемы достигнут привычного ему диапазона частот.

Рассмотрим, например, человеческую речь. Она, как правило, лежит в диапазоне от 100 Гц до 5000 Гц [1]. Общепринято считать, что человек слышит в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц. На деле этот диапазон индивидуален и зависит от возраста, врождённых особенностей или же приобретённых болезней [2]. Именно развитие патологий, как фактор снижения способностей слуха, играет ключевую роль при проведении клинических исследований. Если пациент не воспринимает частоты свыше 10 кГц, с восприятием человеческой речи у него не должно возникнуть существенных проблем. Однако своевременное обнаружение ухудшения слуха позволило бы предпринять меры для предотвращения ещё большего ухудшения.

В настоящее время на рынке медицинской техники существуют приборы для исследования слуховых способностей человека. Эти приборы называются аудиометрами, а процедура, осуществляемая аудиометрами, называется аудиометрией.

Посредством аудиометрии специалист, например, способен оценить чувствительность слухового аппарата к звуковому колебанию, а значит, подобрать наиболее подходящий аппарат пациенту. Исследование остроты слуха позволяет своевременно обнаружить возможные патологические состояния или нарушения, выявить причину звона в ушах, воспалительных процессов неясной этиологии в верхних дыхательных путях [3].

Современные аудиометры способны осуществлять проверку слуха для каждого отдельного уха. Естественный способ восприятия звука, связанный с функцией и строением уха, проверяется аудиометрами для воздушной проводимости. Однако выше этого диапазона человек всё ещё может «чувствовать» звук посредством вибраций. В этом ему помогают кости черепа, организующие костную проводимость. С помощью вибраций человек может ощущать частоты до 200 кГц [4].

Результат работы аудиометра, в т.ч. разрабатываемого прибора, – это аудиограмма, зависимость набора частот от наименьшей интенсивности (звукового давления), при которой данная частота слышна пациентом. При проведении аудиометрии чаще используют фиксированный набор частот – 125 Гц, 250 Гц, 500 Гц, 1000 Гц, 2000 Гц, 4000 Гц, 8000 Гц. Для каждой частоты из набора ставится в соответствие интенсивность звука в дБ, являющаяся для конкретного пациента порогом слышимости. Сама процедура называется тональной аудиометрией и в совокупности четырёх аудиограмм (по воздушной и костной проводимости для обоих ушей) позволяет выявить такие патологии, как отосклероз, отит, сенсоневральная тугоухость, кондуктивная тугоухость, глухота [5].

Тональная аудиометрия – не единственный критерий слуховых способностей. Например, человеку требуется различать один тон от другого, ощущая отличия между близкими друг к другу частотами, а также воспринимать проигрываемую ноту определённой октавы (музыкальный слух). Результаты исследования будут отображать способности относительного и абсолютного слуха человека. За счёт этого проектируемый прибор сможет выйти за рамки привычных клинических аудиометров, предоставляя оценку не только медицинским показателям слуха и всё же используя эти показатели для более полного исследования способностей слуха человека.

Кроме того, с помощью спроектированного прибора можно будет обнаруживать пороги слышимости пациента, проигрывать чистые тона для калибровки других приборов, проводить исследования с предоставлением гипотетического диагноза по результатам аудиограмм.

Список литературы

1. Тарасов, Д.И. Я слышу… : серия книг «Искусство быть здоровым» / Д.И. Тарасов, В.Б. Валентинов. – М.: Сов. Россия, 1989. – 80 с.
2. Назарова, Е.Н. Возрастная анатомия, физиология и гигиена : учебник для студ. учреждений высш. пед. проф. образования / Е.Н. Назарова, Ю.Д. Жилов. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 256 с.
3. Таварткиладзе, Г.А. Клиническая аудиология : монография / Г.А. Таварткиладзе, Т.Г. Гвелесиани. – М.: Изд-во «Святигор Пресс», 2003. – 74 с.: ил.
4. Эфрусси, М.М. Слуховые аппараты и аудиометры [Текст] / М.М. Эфрусси // Массовая радиобиблиотека. – 1975. – № 901. – 96 с.: ил.
5. Атлас аудиограмм: учебно-метод. пособие для студентов / Шахова Е.Г., Козловская С.Е., Пелих Е.В., Зайцев В.А. – Волгоград: Издательство ВолгГМУ, 2016. – 31 с.

ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ТОКА ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА СНЕГОУБОРОЧНОГО ПОЕЗДА

Д.А. Карнаухов, А.С. Кочетков
Сибирский государственный университет путей сообщения
heathen988@gmail.com

В ходе работы на снегоуборочный поезд СМ-2М была установлена автоматизированная система измерения силы тока, способная измерять ток неинвазивным способом в режиме постоянного времени. В результате испытаний были получены и обработаны данные силы тока, создаваемые этим генератором.

Ключевые слова: датчик тока, автоматизированные измерения, измерение параметров электрической цепи, специальный подвижной состав, обработка результатов измерений.

В настоящее время генераторы подвижного состава оборудованы только аналоговыми измерительными приборами, которые не позволяют хранить и передавать информацию о режиме работы генератора в связи с чем появляется актуальность разработки инструментов диагностики электрических параметров электрической сети и дизель -генератора снегоуборочного поезда

Цель данной работы – измерить и проанализировать значения силы тока на трех фазах дизель-генератора снегоуборочного поезда.

В настоящее время для измерения тока наибольшее распространение в технике получили резистивные, трансформаторные и основанные на эффекте Холла датчики. Для достижения цели работы удобнее использовать неинвазивный способ измерения, также стоимость датчика играет важную роль. По данным параметрам для проведения измерения тока подходит датчик на эффекте Холла. Они состоят из трех частей: магнитного сердечника, элемента Холла и усилителя [1]. Принцип действия заключается в следующем, ток в первичной обмотке создает в магнетике магнитное поле. Датчик Холла измеряет магнитную индукцию поля и преобразует ее в форму напряжения, пропорциональную измеряемому току. Далее транзисторный усилительный каскад усиливает напряжение.

Для автоматизации процесса измерения датчик подключили к системе сбора данных. Схема подключения состоит из делителя напряжения и блокирующего конденсатора. После сборки схема и элементы питания датчика были помещены в металлический корпус. Для повышения точности системы ее откалибровали. Калибровку проводили с помощью токовых клещей утвержденного типа «UT201+» с диапазоном измерения переменного тока от 0,001 А до 400 А и относительной погрешностью ±2%. В результате обработки полученных данных была установлена калибровочная зависимость датчика тока $I_{кл} = 2{,}0311I_д + 3{,}0535$, с достоверностью $R^2 = 0{,}9588$.

После установки автоматизированной системы измерения на подвижной состав были собраны значения силы тока, создаваемого его генератором в течении всей рабочей смены. В ходе обработки полученных данных были выделены ключевые моменты работы генератора. На рисунке 1 представлены измеренные данные, а выделенные моменты обозначены цифрами.

В момент времени 1 и подобные ему можно наблюдать всплески тока, которые соответствуют запуску ЭД. Автоматизированная система измерения подключена к системе «ГЛОНАСС» и также при измерения записывает время получения показания. Чтобы подтвердить временную

сходимость результатов измерений необходимо использовать данные о работе поезда полученные из другого источника.

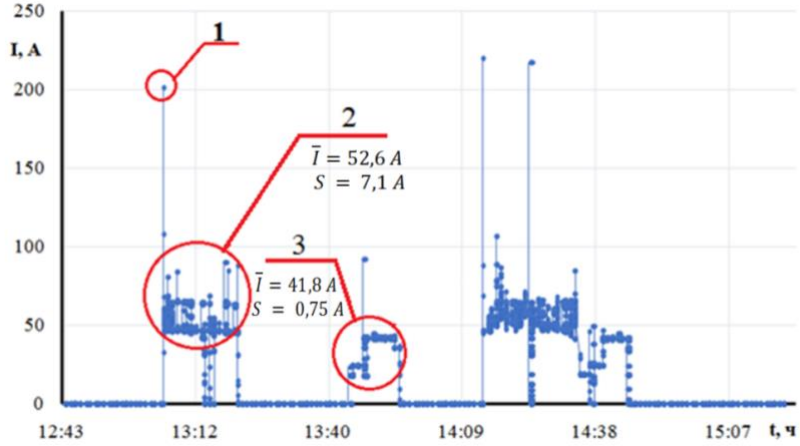


Рисунок 1 – Результаты измерения тока

На поезде уже стояла автоматизированная система контроля за работой специального подвижного состава (АС КРСПС) согласно данным из этой системы снегоуборочный поезд работал в двух режимах уборка и выгрузка.

Если сопоставить данные времени рабочих режимов из АС КРСПС с графиком можно определить, что начало и длительность момента 2 совпадает с продолжительностью режима уборки (13:03 - 13:12) и этому режиму соответствует среднее потребление тока равное 52 А со среднеквадратическим отклонением (СКО) 7,1 А [2]. Моменту времени 3 соответствует режим выгрузки и среднее значение потребляемого тока равно 41,8 А (СКО= 0,75 А). Так как во время режима «уборка», работает питатель [3], служащий для загрузки снега в вагон и оборудованный два самыми мощными электродвигателями, ток уборки принимает большее значение, чем ток выгрузки. Если брать это во внимание можно определять в какой момент времени, какой был режим без данных из АС КРСПС. Средний пусковой ток уборки 222 А при СКО 5,46 А, а выгрузки 88,5 А при СКО равном 7,83 А. Кратность пускового тока двигателей задействованных в режиме уборки равна 4,26, а в режиме выгрузки 2,12 [4].

Таким образом, в ходе работы были использованы датчики тока на эффекте Холла для измерения силы тока создаваемого дизель-генератором поезда СМ-2М.

В результате измерения тока в процессе работы поезда:

1. Получен коэффициент кратности пускового тока двигателей. Он находится в пределах от 3 до 5, что соответствует адекватному значению для данного типа двигателей.

2. Основываясь на данных из АС КРСПС подтверждена временная сходимость запуска-остановки рабочих режимов и изменений силы тока дизель-генератора во времени .

Список литературы

1. Эрик Ланге (ErikLange) Перевод: Владимир Рентюк Датчики тока компенсационного типа Силовая Электроника, № 3 2014
2. ГОСТ Р 8.736-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения» Введ 01.01.2013 – Москва стандартинформ, 2019 - 20 с.
3. Поезд снегоуборочный СМ-2М. Техническое описание и инструкция по эксплуатации / Министерство путей сообщения РФ. М., 1985. 143 с
4. Усольцев А.А. Электрический привод/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО,2012, – 238 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КИБЕРСПОРТСМЕНОВ

Д.А. Кривоногова, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
krivdah@gmail.com

В данной работе рассмотрена проблематика недостаточного изучения физиологического состояния киберспортсменов. Исследованы физиологические параметры двух групп людей для выделения тех параметров, которые лучшим образом характеризуют физиологическое состояние киберспортсменов и отличия от другой группы. Предложены необходимые физиологические параметры для построения системы.

Ключевые слова: киберспорт, физиология, физиологическое состояние, измерительные устройства, система.

Видеоигры стали ведущей мировой индустрией развлечений, обогнав киноиндустрию по продажам и статистике продаж [1]. Из-за их популярности, естественным образом вышли соревновательные дисциплины, которые стали всемирно признанными дисциплинами киберспорта. Исследования в области физиологического состояния киберспортсмена могут быть полезны не только для оценивания состояния их здоровья с точки зрения пользы для медицины, но и для пресечения появления негативных последствий от использования стимулирующих веществ [2].

Так как данная тема относительно нова, количество существующих исследований мало. Большая часть из них занимается изучением психологии и предсказанием исхода матча. Данная работа посвящена и поиску тех физиологических параметров киберспортсменов, которые отличают их от людей, не играющих в игры, для последующего изучения здоровья игроков.

Исследования проводились между двумя группами людей: киберспортсменами киберклуба НГТУ НЭТИ и не-игроками, которые имеют минимальный или не имеют вообще опыт в играх. Для получения более объективных данных, замеры показателей проводились до, во время и после игры. В качестве игры использовалась известная игра «OSU» на оценку скорости реакции, которая также является киберспортивной дисциплиной.

В ходе исследований рассматривались следующие параметры: электрокардиограмма, электроокулограмма, сопротивление кожи, электромиография, электроэнцефалограмма, частота дыхания. Из этих параметров наиболее информативными оказались следующие.

Самым сильно изменяющимся параметром оказалась вариабельность сердечного ритма (ВСР). Хотя сам по себе данный показатель уже несет в себе значение для медицинского персонала, мы будем оценивать не его напрямую, а индекс Данный индекс может показать реакцию нервной системы через изменение сердечно-сосудистой системы на раздражитель [3]. В нашем случае раздражителем будет выступать игровая ситуация.

Индекс напряжения (ИН) может быть рассчитан по следующей формуле (1):

$$ИН = \frac{AM_0}{2M_0 \times \Delta x'} \quad (1)$$

где M_0 – мода, наиболее часто встречающееся значение R-R интервала; AM_0 - амплитуда моды, число зарегистрированных кардиоциклов, соответствующих интервалу M_0; Δx - вариационный размах, разность между максимальным и минимальным значениями R-R интервалов.

Теперь рассмотрим полученные показатели у двух групп исследуемых (Таблица 1 и Таблица 2).

Таблица 1 – Индекс напряжения киберспортсменов

Номер исследуемого	До игры	Во время игры	После игры
1	72.1	416.666	80.609
2	89.343	480.769	166.94
3	80.716	390.624	127.97
4	76.25	452.062	156.776
5	85.137	435.46	185.43

Таблица 2 – Индекс напряжения не-игроков

Номер исследуемого	До игры	Во время игры	После игры
1	34.926	237.486	60.344
2	52.978	74.84	61.624
3	43.49	132.024	109.989
4	31.26	199.105	95.148
5	47.387	201.34	84.167

Как можно видеть по таблицам выше, состояние внутреннего напряжения обеих исследуемых групп возрастает, что говорит о внутренней собранности и концентрации как киберспортсменов, так и не-игроков. При этом показатели у киберспортсменов возрастают намного сильнее, что говорит об их большем стрессовом состоянии. Восстановление после испытанной ситуации быстрее происходит у группы киберспортсменов, что говорит об их адаптации к такому виду стресса.

Помимо ВСР, важным изменяющимся фактором является активность движения глаз. В нашем случае отслеживание происходило через электроокулографию, что не является самым удобным средством, в данном случае, однако нам удалось выделить некоторые особенности. Так киберспортсмены меньше двигают глазами, делая более длительные задержки на разных частях монитора, что может говорить о более развитом периферийном зрении или большей области обзора экрана. Не-игроки же чаще двигают глазами, тем самым сильнее их

утомляя. Данный показатель может говорить о большей адаптируемости глаз игроков к игровой активности, чем у не-игроков, которые не привыкли быстро реагировать на игровые ситуации.

Последним важным параметром является миография. В нашем случае данные снимались с правого запястья с мышц сгибателей пальцев. Таким образом была получена возможность отслеживать активность передвижения активной руки исследуемых. По результатам мы получили, что движения киберспортсменов разнятся в зависимости от игрока. Так у некоторых движения были более активными и рваными, быстро перемещая мышку по столу, у других само запястье не двигалось, а перемещалась вся рука. Так несмотря на то, что данный показатель дает полезные данные о состоянии запястных мышц, которые напрягаются сильнее всего во время игровой активности, такая разница в показателях делает оценку состояния более сложной.

Исходя из рассмотренного выше, в нашу систему оценивания входит измерительный каскад для снятия вариабельности сердечного ритма через электрокардиограмму, датчик электромиографии, а также программный треккер отслеживания движения глаз. Такая система позволит оценить физиологическое состояние не только киберспортсменов, но и игроков-любителей. Это позволит оценивать их состояние здоровья для предотвращения негативных последствий от длительного нахождения за играми.

Таким образом, были рассмотрены и отобраны те параметры, которые качественно смогут оценить физиологическое состояние киберспортсменов. На основе данных параметров, можно построить систему для оценивания физиологического состояния киберспортсменов для последующих рекомендаций для улучшения их спортивной формы и поддержания здоровья игроков.

Список литературы

1. C. G. Anderson, A. M. Tsaasan, J. Reitman, J. S. Lee, M. Wu, H. Steel, T. Turner, C. Steinkuehler, Understanding esports as a stemware ready curriculum in the wild // 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), Sept2018, pp. 1–6.
2. Smerdov A., A. Kiskun, R. Shaniiazov, A. Somov, E. Burnaev, Understanding cyberathletes behaviour through a smart chair: CS:GO and Monolith team scenario // IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT), 2019, pp. 973–978\
3. Баевский Р., Черникова А. Анализ вариабельности сердечного ритма: физиологические основы и основные методы проведения, - Cardiometry; Выпуск 10, стр. 66–76 - май 2017. Режим доступа: www.cardiometry.net/issues/no10-may-2017/heart-rate-variability-analysis

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МОНИТОРИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДОМАШНЕГО ЖИВОТНОГО

Д.А. Кривоногова, А.В. Павлов
Новосибирский государственный технический университет
krivdah@gmail.com

В работе рассматриваются существующие приборы регистрации основных физиологических параметров домашних животных, таких как частота пульса и содержание О2. Предложен новый вид прибора на неиспользуемом в данной области методе, расписаны его достоинства и недостатки. Изучено новое место крепления. Исследована возможность использования данного устройства в реальных условиях.

Ключевые слова: домашние животные, состояние, мониторирование, оксигенация, частота пульса.

Заболевания, связанные с работой сердца, являются самыми распространенными причинами смертности не только среди людей, но и в животном мире. Поэтому вопрос мониторирования сердечно-сосудистой системы питомцев среди любителей домашних животных стоит особенно остро. Существуют приборы, предназначенные для отслеживания параметров домашнего животного, но они используются только в стационарных условиях и не предназначены для повседневного или домашнего ношения.

Фотоплетизмографический метод «на просвет» является более точным из-за охватываемого просвечиваемого диапазона, но по своей конструкции более сложен, так как требует тонкий участок ткани из-за того, что излучатель светового сигнала и его приемник должны находиться на противоположных сторонах участка тела. Поэтому существующие ветеринарные пульсоксиметры крепятся в большинстве случаев на язык, ухо, конечность или на губу [1]. В предлагаемом приборе будет использован более удобный метод «на отражение», который менее точен, но может облегчить сам способ измерения.

Пульс у животных измеряется в двух местах: на груди рядом с сердцем под левой конечностью и на внутренней стороне правого бедра. Так как волосяной покров животного может стать проблемой для прохождения света, поместим прибор в место с наименьшим скоплением шерсти – на внутреннюю сторону бедра. Тогда, для комфортного ношения животным, прибор должен иметь минимально возможные размеры.

Для выполнения задачи минимальных размеров прибора, микроконтроллер должен иметь встроенный в себе Bluetooth-адаптер. Например, микроконтроллер STM32WB. Также для малых размеров будем использовать готовый интегральный датчик пульсоксиметрии. Такой тип датчика способен снимать не только частоту сердцебиения, но и насыщения крови кислородом, при этом находясь в небольшом корпусе. В данном случае нам подойдет датчик MAX30102. Дополнительным преимуществом такого датчика является встроенный блок устранения помех и внешних засветок, что также упрощает не только конструкцию прибора, но и его программирование.

В данной работе было проведено исследование разработанного устройства из предыдущих работ. В этих работах были рассмотрены структурная, принципиальная схемы устройства, а также блок-схема программы для микроконтроллера [2, 3].

Исследования устройства проводились на основе двух видов животных, для которых устройство разрабатывалось: собаке мужского пола, кошке и коте. Густота шерсти, ее плотность различалась на каждом из этих животных. Места крепления устройства были внутренняя часть бедра, живот и шея животных.

Полученные значения частоты пульса можно видеть на рисунке 1. Измерения на каждом месте крепления проводилось в течение 10 минут с перерывом для успокоения животных.

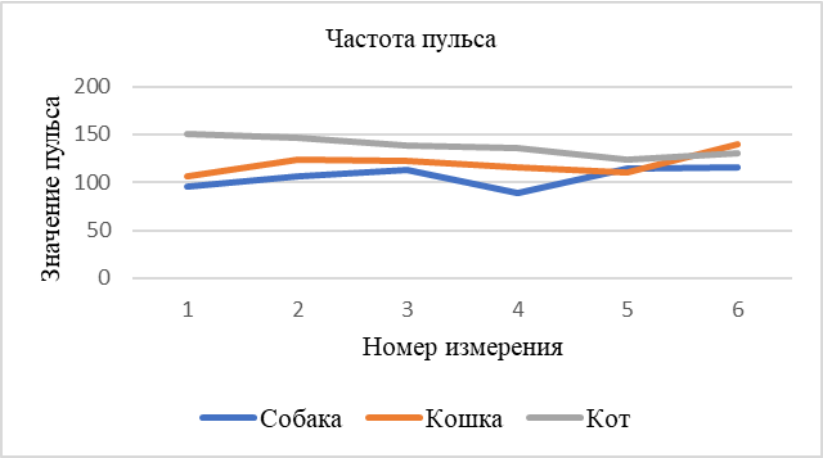


Рисунок 1 – Графики частоты пульса животных

Средние значения пульса у собак находится в диапазоне от 70 до 100 ударов в минуту, у кошачьих от 100 до 130 [4, 5].

Для получения более правдивых данных, приведены показатели после некоторого момента, когда животные смогли успокоиться и привыкнуть к нахождению устройства. Все они сохранялись в состоянии покоя. Эти меры были обусловлены необходимостью исключения повышения пульса из-за стресса.

Как можно видеть по рисунку 1, устройство смогло довольно точно снять значения со всех трех испытуемых животных. При этом приведенные на графике значения снимались с груди, так как с остальных описанных выше мест значения оказывались примерно в 10 раз меньше. Это связано с более густой шерстью в данных местах, а также отдаленностью артерий. Таким образом, для снятия данных пульса расположение на груди животного является оптимальным и вполне возможным.

Далее посмотрим таблицу со значениями оксигенации исследуемых животных (Таблица 1). Измерение проводилось также в течение 10 минут.

Таблица 1 – Средняя оксигенация исследуемых животных

Животное	Средняя оксигенация, %
Собака	98
Кот	99
Кошка	98

Приведенные в таблице 1 показатели приведены с места крепления на груди, также как и в случае с частотой пульса. Это также обусловлено тем, что при другом месте измерения, оксигенация падала на 10-30%, меньше всего показатель был у кота на шее – 51%. Такое значение связано с густой шерстью в данном месте у данного кота. Из таблицы выше можно сделать вывод, что выбранное место крепления на груди соответствует нормальным значениям оксигенации, поэтому данный показатель может использоваться для измерения в данном месте.

Таким образом, в данной работе было доказано на примере трех животных с разной густотой шерсти размерами, что разработанный ранее прибор обладает достаточной точностью на выбранном месте измерения. Так на предложенном в прошлых работах месте на груди животного показатели имели адекватные значения, при этом не мешая обычному образу жизни животного, что было замечено при визуальном анализе их активности в момент снятия данных. В то время как на других местах показатели были значительно занижены, что, по нашему мнению, недопустимо для отслеживания состояния животных, особенно находящихся в больном состоянии.

Список литературы
1. Принцип работы ветеринарного пульсоксиметра [Электронный ресурс] – URL: dixion.ru/news/useful/printsip-raboty-veterinarnogo-pulsoksimetra (дата обращения 29.04.2022)
2. Кривоногова Д. А. Разработка и исследование программно-аппаратного комплекса для мониторирования состояния домашнего животного = Design and research on a software and hardware complex for monitoring the condition of a pet / Д. А. Кривоногова, З. Н. Педонова // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета = Science Bulletin of the Novosibirsk State Technical University. - 2020. – № 4 (80). – С. 81–92. - DOI: 10.17212/1814-1196-2020-4-81-92.
3. Кривоногова Д.А. Разработка аппаратно-программного комплекса для мониторирования состояния домашнего животного / Д.А. Кривоногова; науч. рук. А.В. Павлов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: сборник научных трудов – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021
4. Гликина Е.Г. Домашний ветеринарный справочник для владельцев собак и кошек - М.: Астрель, 2012г. – 448 с.
5. Дэй Томас К. Справочник владельца. Первая помощь собакам и кошкам в экстренных ситуациях – М.: Софион, 2008г. – 268 с.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЩЕНИЯ МЕЖДУ СТУДЕНТАМИ И КУРАТОРАМИ

К.С.Лысяк, А.В. Ботвинков
Сибирский государственный университет водного транспорта
ksenia.lysyak.13@mail.ru

В представленной работе описана актуальность и целесообразность разработки мессенджера для высших учебных заведений. Данная информационная система создаётся с целью предоставления рабочей среды для коммуникации между кураторами и студентам, что решит проблему не своевременного информирования и получения обратной связи. Разрабатываемое мобильное приложение, адаптированное к потребностям вузовской коммуникации, позволит упростить и упорядочить передачу важной информации.
Ключевые слова: мессенджер, интернет-коммуникации, университет, чат, технологии.

Мессенджер – это новый способ коммуникации между людьми, вне зависимости от географических особенностей, посредством обмена мгновенными сообщениями[1].

На сегодняшний день, в связи с ситуацией в стране, мессенджеры стали неотъемлемой частью учебного процесса для связи студентов с преподавателями, и наоборот. Однако, для реализации коммуникации, используются стандартные социальные сети и сервисы, которые обладают рядом недостатков, и не позволяют эффективно взаимодействовать и обмениваться необходимой информацией. Основные проблемы сторонних сервисов: использование личных данных пользователя (личный номер телефона, данные страницы в социальных сетях); в контакт-листе мессенджеров присутствуют контакты, которые не имеют отношения к учебной среде, например, родственники и друзья; студенты/кураторы часто пользуются разными приложениями для обмена информацией[2].

Исходя из вышеперечисленных проблем, было принято решение о реализации рабочей среды доступной только студентам и кураторам университета, где они смогут обмениваться мгновенными сообщениями в режиме реального времени.

Особенностью разрабатываемого приложения является то, что в систему зарегистрированы только студенты и преподаватели данного университета, а личные данные пользователя (телефон, почта) не используются.

Основной функционала приложения: чат с пользователями, передача файлов, инструменты для совместной работы в режиме реального времени, напоминания и оповещения о входящих сообщениях, возможность отправки сообщения, хранение истории общения с контактами[3].

Список литературы

1. Амзин А., Adindex.ru [Электронный ресурс] / А. Амзин // Научный доклад. – MediaMakers Trend Report 2016-2020. Режим доступа: http://mediamakers.ru/upload/specials/mediamakers/MediaMakersTrendsReport.pdf

2. Воронкин, А.С., Социальные сети: эволюция, структура, анализ. [Электронный ресурс] / А.С. Воронкин //Образовательные технологии и общество – 2016. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/telegram-kak-novaya-sreda-kommunikatsii-v-smi-i-sotssetyah/viewer

3. Вирин Ф.Ю., Интернет-маркетинг: полный сборник практических инструментов [Текст] / Ф.Ю. Вирин. – М.: Эксмо, 2010. – 130 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТИ К КИНЕТОЗУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ю.Ю. Мартыновская, В.С. Пахилова, А.В. Жаров, Д.Н. Голышев
Сибирский государственный университет водного транспорта
martynovskaya.yulia@yandex.ru

Особое место среди негативных психофизиологических состояний имеет проблема кинетоза (укачивания). Данное состояние имеет негативное влияние на деятельность, требующую устойчивости вестибулярной системы, в том числе поездки на водном транспорте. Диагностика предрасположенности к кинетозу является важным этапом подготовки к транспортным поездкам. Однако существующие методы диагностики не имеют широкого распространения и доступности. В текущем исследовании выдвигаются и проверяются гипотезы о возможности прогнозирования предрасположенности к укачиванию с применением технологий виртуальной реальности и машинного обучения. Был сделан вывод о наличии корреляции между укачиванием в повседневной жизни и в модели виртуальной реальности и предложена модель для прогнозирования предрасположенности.
Ключевые слова: кинетоз, укачивание, морская болезнь, методы диагностики, виртуальная реальность, машинное обучение.

Кинетоз - патологическая реакция организма на непривычное движение [1], в области водного транспорта известная как морская болезнь. Синдрому укачивания подвержены примерно 30% взрослой популяции [1]. Существуют несколько методик диагностики, например, электроокулография и постурография, но такие исследования требуют применения узкоспециализированного дорогостоящего оборудования, поэтому практическая значимость текущего исследования состоит в поиске новых методик диагностики с применением более доступных и универсальных инструментов.

Таким образом, цель исследования состоит в проверке предположений о возможности прогнозирования морской болезни путём применения информационных технологий, таких как

виртуальная реальность (Virtual Reality, VR) и машинное обучение (Machine Learning, ML). Для реализации цели были сформулированы следующие задачи:

1. Исследование с применением VR-модели:
   1.1. Разработка VR-модели.
   1.2. Эмпирическое исследование с применением VR-модели.
   1.3. Анализ результатов и выявление наличия корреляций.
2. Исследование с применением ML-моделей:
   2.1. Проведение опроса.
   2.2. Сбор и обработка набора данных.
   2.3. Разработка и обучение моделей машинного обучения.
   2.4. Сравнительный анализ полученных результатов.

В рамках текущего исследования было выдвинуто две гипотезы, в которых предполагается, что предрасположенность к морской болезни можно спрогнозировать:

1. По реакции человека в условиях зрительно-вестибулярного конфликта, вызванного укачиванием поля зрения в VR-модели.

2. Моделями машинного обучения по ряду параметров из анамнеза человека.

Первая гипотеза основывается на теории зрительно-вестибулярного конфликта как причины возникновения синдрома укачивания и на результатах исследования по адаптации к такому роду конфликтам с помощью инвертоскопа [2]. В текущей работе предлагается реализовать моделирование укачивания с использованием VR-технологий, которые так же имеют свойство провоцировать зрительно-вестибулярный конфликт и дополнительно характеризуются широким спектром применения.

Вторая гипотеза обосновывается способностью методов машинного обучения находить изначально неявные зависимости между объектами и ответами выборки, что потенциально способно выявить факторы, связанные с предрасположенностью к морской болезни. Также применение ML-моделей является актуальным в настоящее время и характеризуется отсутствием необходимости применения специализированного оборудования.

Для проверки данных гипотез было проведено эмпирическое исследование выборки респондентов, состоящей из 42 испытуемых разного возраста, пола и физической комплекции. Исследование состоит из нескольких этапов:

1. Опрос испытуемых, включающий ответы на вопросы о физических параметрах организма и субъективной оценке

предрасположенности к укачиванию в разных условиях, в том числе на водном транспорте.

2. Фиксация реакций на укачивание в VR-модели.

3. Обучение на полученных данных ML-моделей, созданных на основе алгоритмов k-ближайших соседей и дерева решений.

4. Сравнительный анализ полученных результатов.

В предварительном результате исследования с применением VR-модели было выявлено, что большинство испытуемых, имеющих опыт укачивания на судне и в повседневной жизни, испытывают наиболее выраженные ощущения укачивания в VR-модели. Также предложена ML-модель прогнозирования предрасположенности к морской болезни. Однако стоит отметить, что выборка недостаточна, чтобы результаты могли быть достоверными. Исходя из этого, можно определить условия для дальнейшего развития текущего исследования: организация участия медицинских специалистов, увеличение размера выборки, сравнение с результатами существующих методик диагностики кинетоза.

Список литературы

1. Холин А. А., Холина Е. И. Кинетозы, или синдромы укачивания: лечение и профилактика // Медицинский совет. 2011. № 11-12. С. 57-61.

2. Хотинский Д. А., Ракитин Д. И., Вавилов О. К. Вестибуло-окулярный этап адаптации человека к инверсии или реверсии зрительного поля как метод профилактики болезни движения в экстремальных условиях // Экстремальная деятельность человека. 2017. № 2(43). С. 64-68.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ САХАРНОГО ДИАБЕТА

И.В. Овсянников, О.В. Сазонова, С.П. Сарычев, Е.А. Квашнина
Новосибирский государственный технический университет
oiv98@mail.ru

В данной работе рассматривается применение искусственного интеллекта в медицине, в частности, для лечения сахарного диабета. Поставлена проблема оценки состояния и развития течения болезни у пациентов с сахарным диабетом. Даны краткие сведения о проведенных исследованиях и существующих решениях в области

лечения сахарного диабета с применением искусственного интеллекта. Поставлена возможная задача для решения с помощью методов машинного обучения. Описаны результаты, достигнутые при решении поставленной задачи.
Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, прогнозная аналитика, сахарный диабет

По состоянию на 2020 год по данным Всемирной организации здравоохранения в мире число заболевших сахарным диабетом (далее - СД) составляло 422 млн. человек [1]. В период с 1980 по 2020 год заболеваемость выросла со 110 до 422 млн., т.е. в 4 раза. Наблюдается постоянная тенденция роста числа заболевших. При этом смертность от СД тоже очень высока, и по прогнозам ВОЗ к 2030 г. СД станет причиной каждой 7 смерти в мире [1]. При этом всегда существует проблема оценки рисков развития тех или иных осложнений СД, а также прогнозирования течения СД у пациента. Оценки рисков могут сыграть ключевую роль в профилактике осложнений СД и подборе лечения как на индивидуальном, так и на популяционном уровне.

Одним из существующих решений данной проблемы стала прогнозная аналитика, представляющая из себя дисциплину, в которой используются различные методы моделирования, интеллектуального анализа данных, статистики и искусственного интеллекта (далее – ИИ) для оценки и анализа данных, что помогает выявить шаблоны ретроспективных данных, а также прогнозировать будущие события и предписывать наилучший курс действий. Прогнозная аналитика в здравоохранении помогает медицинским организациям получать практические знания для принятия основанных на фактах решений для улучшения финансовых, операционных и клинический показателей, таким образом, позволяя улучшить качество обслуживания и снизить расходы на здравоохранение.

Опрос 2017 года показал, что 68% разработчиков и издателей мобильных приложений для здравоохранения считают, что СД продолжает оставаться самой важной проблемой с лучшим рыночным потенциалом для решений цифрового здравоохранения в ближайшем будущем, и 61% считают ИИ прорывными технологиями, формирующими сектор цифрового здравоохранения [2].

ИИ и машинное обучение нашли широкое применение в медицине. В источнике [3] дается представление о нескольких новаторских применениях ИИ в медицине:

1. Выявление / диагностика заболеваний;
2. Персонализированная медицина / модификация поведения;

3. Открытие и производство лекарств;
4. Клинические исследования;
5. Радиология и радиотерапия;
6. Умные электронные медицинские карты;
7. Прогнозирование эпидемий.

В нем же определяется одна из основных проблем на стыке машинного обучения и здравоохранения: поиск способов эффективного сбора и использования большого количества различных типов данных для лучшего анализа, профилактики и лечения людей.

В источнике [4] произведен анализ публикаций в медицинской базе данных PubMed по клиническим применениям ИИ для лечения СД. В соответствии с проведенным анализом выделены несколько наиболее распространенных методов машинного обучения, применяемых для лечения СД. Для применения в моделях прогнозирования и системах поддержки принятия врачебных решений (далее – СППВР) наиболее используемыми методами оказались многослойный перцептрон, случайный лес, нечеткая логика, машина опорных векторов, логистическая регрессия, обработка естественного языка (*англ.* Natural Language Processing, NLP) и метод k-ближайших соседей [4].

Одним из наиболее продвинутых отечественных ИИ-решений является система прогнозной аналитики и управления рисками в здравоохранении «Webiomed» от компании ООО «К-Скай» [5], решающая несколько задач и предоставляющая комплексное решение для здравоохранения благодаря наличию в системе:

- Автоматического анализа обезличенных медицинских данных, в том числе из неструктурированных врачебных записей с помощью NLP-технологий;
- Сбора больших данных и машинного обучения для выявления подозрений на заболевания и глубокого интеллектуального анализа сведений о пациенте;
- Поддержки принятия врачебных и управленческих решений на основе персональной оценки риска и точных прогнозов возможного ухудшения здоровья пациента в будущем;
- Персональных советов врачу и пациенту по профилактике заболеваний, сформированных на основе утвержденных клинических рекомендаций.

По профилю «сахарный диабет» компанией разработана модель оценки риска развития 5 типов осложнений и смертности у пациентов с СД 2 типа в течение 10 лет.

Одной из задач машинного обучения является кластеризация данных, заключающаяся в упорядочивании объектов в сравнительно

однородные группы (кластеры). Авторами поставлена задача разработки программного средства, которое при помощи методов машинного обучения осуществляет интеллектуальный анализ базы данных Городского диабетологического центра г. Новосибирска (далее – БД ГДЦ), содержащей данные о более чем 70 тыс. пациентов. При помощи разработанного программного средства планируется разделить пациентов на кластеры для прогноза состояния и течения СД. Предполагается создать модели пациентов для отработки схем лечения в соответствии с современными требованиями. Просчитать сколько их в каждой модели и рассчитать экономическую выгоду от терапии вследствие предупреждения смерти и осложнений.

Для решения поставленной задачи авторами:

1. Выбрано два метода для проведения кластерного анализа БД ГДЦ – кластеризация k-средних и агломеративная кластеризация;
2. Выбрана метрика качества обучения моделей, сформированных на основе выбранных методов, – метрика «Силуэт»;
3. Разработано программное средство для интеллектуального анализа таблиц БД ГДЦ выбранными методами;
4. Проведен сравнительный анализ результатов кластеризации сформированной таблицы из БД ГДЦ.

Список литературы

1. Статистика сахарного диабета // РусИнд.ру – финансы и статистика [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rusind.ru/statistika-saxarnogo-diabeta.html. (дата обращения 14.04.2022)
2. Research 2 Guidance. Top 3 therapy fields with the best market potential for digital health apps // Research 2 Guidance [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://research2guidance.com/top-3-therapy-fields-with-the-best-market-potential-for-digital-health-apps/. (дата обращения 14.04.2022)
3. 7 Applications of Machine Learning in Pharma and Medicine // Emerj – Artificial Intelligence Research and Insight [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://emerj.com/ai-sector-overviews/machine-learning-in-pharma-medicine/. (дата обращения 14.04.2022)
4. Dankwa-Mullan I, Rivo M, Sepulveda M, Park Y, Snowdon J, Rhee K. Transforming diabetes care through artificial intelligence: the future is here. Журнал Population Health Management, 2019; 22(3):229–42.
5. Модели машинного обучения в Webiomed // Платформа прогнозной аналитики Webiomed [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://webiomed.ru/machine-learning/. (дата обращения 14.04.2022)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛЯ ЗРЕНИЯ. КОМПЬЮТЕРНАЯ ПЕРИМЕТРИЯ И КАМПИМЕТРИЯ

Л.Е. Соломко, А.В. Гладков
Новосибирский государственный технический университет
leosolko@gmail.com

С развитием компьютерной техники и мониторов возникают возможности оптимизации методов измерения для ряда различных видов медицинских диагностик. В данном тексте рассматривается реализация измерения поля зрения, кампиметрии и периметрии, с помощью программного обеспечения и любого, совместимого со стандартным ПК, экрана – монитора, экрана проектора, очков виртуальной реальности и т.д.

Ключевые слова: периметрия, кампиметрия, диагностика, патологии зрения

Темой данной работы является измерение поля зрения. А именно рассмотрение возможности замены специализированных приборов измерения поля зрения на программное обеспечение для персональных компьютеров.

Тест поля зрения — офтальмологическое обследование, используемое для выявления и оценки функциональных изменений в центральном и периферийном зрении. Тест позволяет наблюдать динамику и судить о наличии нарушений или патологических процессов в глазу, зрительном нерве, мозге или, в некоторых случаях, системе кровообращения [1].

На данный момент для проведения теста поля зрения используется специализированные приборы. С развитием и распространением ПК, мониторов, проекторов и очков виртуальной реальности закономерно возникает вопрос о возможности использования именно их для проведения измерения поля зрения. Этот вариант реализации процедуры измерения может оказаться предпочтительным для некоторых больниц и поликлиник.

Первое преимущество использования ПК с программным обеспечением вместо специализированного прибора состоит в том, что в подавляющем большинстве случаев современные медучреждения уже имеют в своём распоряжении ПК. Из-за этого гораздо эффективнее было бы использовать именно ПК, а не покупать и держать ещё одно, по сути, вычислительное устройство. Тем более, что современные

мед.приборы и так чаще всего собраны на основе ПК частей. Стоит отметить, конечно, что хоть и приборы “прошлого поколения” всё ещё широко используются, современные приборы измерения поля зрения как раз и пришли к использованию комбинации ПК и специализированного экрана.

Вторым преимуществом является гибкость и взаимозаменяемость экрана. Используя ПК, мы можем использовать любые подходящие для ПК мониторы и проекторы – достаточно установить необходимые значения в программном обеспечении. Тем самым расширяется выбор экрана при установке или замене – от самых обычных плоских мониторов до полусферических экранов проектора, очков виртуальной реальности и любых новых разработок, совместимых с ПК.

Недостатками этого решения является то, что при использовании плоского монитора максимальный угол измерения крайне ограничен и то, что для более корректного измерения нужно использовать какую-либо подставку для фиксации головы. Эти факторы в основном ограничивают домашнее использование предлагаемого метода, тогда как для медучреждений и будущих разработок это решение могло бы упростить работу – монитор/проектор, соответствующий широко распространённому стандарту гораздо дешевле купить, заменить и разработать, а подставка для фиксации головы вряд ли будет проблемой.

В результате работы создано приложение с интерфейсом пользователя, позволяющее ввести необходимые данные для теста поля зрения и запустить сам тест. Интерфейс пользователя на момент написания тезисов изображён на рисунке 1. По нажатию кнопки “НАЧАТЬ” открывается окно, на котором отображается центральная точка и точка в периферии, которая начнёт двигаться. По нажатию кнопки “Esc” или “Space” окно теста закроется и выведется результат проверки.

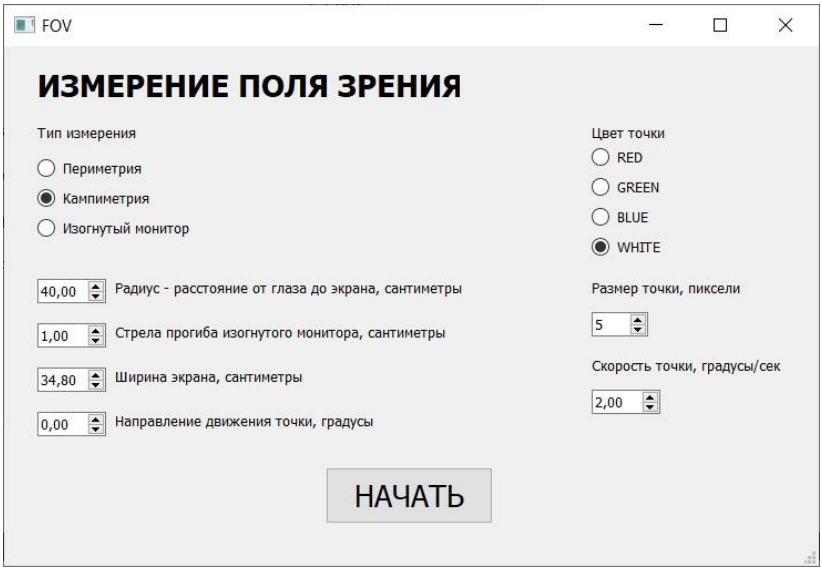


Рисунок 1 — Интерфейс пользователя

Список литературы

1. Б. В. Петровский, Большая медицинская энциклопедия : [в 30 т.]. Т. 19, 20 / гл. ред. Б. В. Петровский ; [АМН СССР]. – 3-е изд. – Москва : Советская энциклопедия, 1988. – 544 с.

2. Аллисон М. МакКендрик, Recent developments in perimetry: test stimuli and procedures // Clinical & Experimental Optometry. – Т. 88, вып. 2. 2005. – 73–80 с.

3. П. А. Сампл, Р. Н. Вейнрэб. Color perimetry for assessment of primary open-angle glaucoma. // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – Т. 31, вып. 9, 1990. – 1869–1875 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОСТРОЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ГРАФА ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТЕРЕЧНОЙ РАЗМЕТКИ И ВЫДЕЛЕНИИ ИМЕНОВАННЫХ СУЩНОСТЕЙ

Д.С. Сухих, Е.А. Квашнина
Новосибирский государственный технический университет
chernyakinad@gmail.com

В данной работе выполнено исследование подходов к семантическому анализу текстовых данных на естественном языке с целью оценки применимости решений к медицинским текстовым данным. В качестве корпуса текстов в данной работе рассматриваются деперсонализированные эпикризы больных сердечно-сосудистыми заболеваниями. В результате работы определено, что необходима доработка существующих моделей общего назначения.
Ключевые слова: анализ медицинских текстов, семантический анализ, графы знаний

Актуальной задачей в улучшении качества оказываемой медицинской помощи является создание систем поддержки принятия врачебных решений (СППВР). Одним из направлений развития СППВР является извлечение значимой информации из описательных медицинских текстов, таких как описание анамнеза, объективного статуса, назначений и т.д. для дальнейшего наложения на формализованные клинические рекомендации с целью оценки степени их применения, оценки качества оказанной медицинской помощи и т.д. Одним из этапов в разработке таких систем является семантический анализ. Построение графа знаний служит одним из подходов к выражению семантических отношений. Традиционный метод построения основы для графов знаний строится на привлечении экспертов, что в ситуации постоянного роста объема данных, снижает эффективность результата и требует разработки автоматических систем. Одним из подходов к представлению «начального» графа знаний является определение его как «триплет» [1], состоящий из субъекта, предиката и объекта, где субъект и объект – вершины графа, а предикат – ребро, отражающее отношение. В основе построения триплетов лежит частеречная разметка (POS) и выделение именованных сущностей (NER).

В качестве анализируемых данных в данной работе использовался датасет деперсонализированных эпикризов больных сердечно-

сосудистыми заболеваниями (фибрилляция и трепетание предсердий, кодирование в соответствии с МКБ-10 I48.0 I48.1 I48.2 I48.3 I48.4 I48.9 [2]).

Ниже приведен пример анализируемых данных:

«Состояние: удовлетворительное. Рост 180 см, вес 96 кг.ИМТ 29,63. В легких аускультативно везикулярное дыхание, хрипов нет. Тоны сердца умеренно приглушены, ритмичные, акцент 2 тона над аортой, ЧСС 86 в мин. АД 120/80 мм.рт.ст. Живот мягкий, печень +1 см из-под края реберной дуги. Незначительная пастозность голеней.

БАК сдал по месту жительства, результат в работе.»

Для построения триплетов использовались DEP теги, выражающие отношения между парами объектов (слов). Ниже приведен пример визуализации отношений (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Визуализация зависимостей на основе частеречной разметки

В данной работе для построения триплетов использовались теги: nsubj – именное подлежащее и nsubj:pass – пассивное именное подлежащее.

Ниже приведен пример результатов, полученных в ходе автоматического построения триплетов (Таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент результатов построения триплетов

Пример текста	Объект	Предикат	Субъект
Дыхание проводится во все отделы	Дыхание	проводится	отделы
Печень +2 см ниже реберной дуги.	Печень	ниже	дуги
БАК сдал по месту жительства, результат в работе	БАК	сдал	месту жительства
ТТГ -3,98 , свТ4 10,7 (01.03.18)ЭХО КГ проводилось в ОДЦ 08.08.18- прилагается	ТТГ	проводилось	ОДЦ

Часть нормализованного автоматически извлеченного начального графа знаний приведен на рисунке ниже (Рисунок 2).

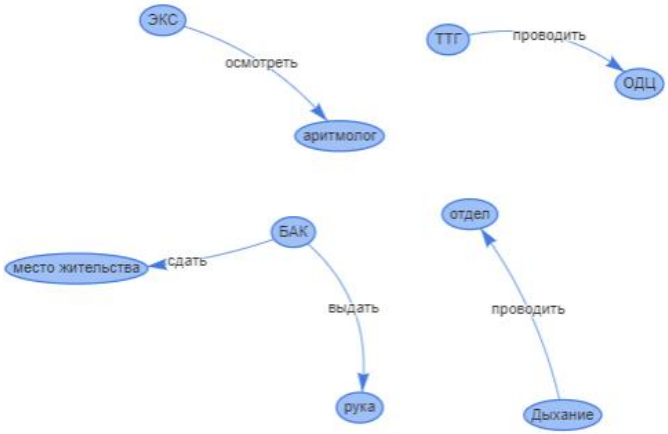


Рисунок 2 – Фрагмент результатов автоматического построения начального графа знаний

Полученный результат значительно уступает данным, полученным при автоматическом построении триплетов из текстов общего назначения, что связано с особой сложностью выявления именованных сущностей в специализированных текстах медицинской тематики. Основными именованными сущностями, выделяемыми моделями общего назначения, в русскоязычных текстах являются: PER (Person); LOC (Location); ORG (Organization); MISC (Разное). Что не охватывает специфику исследуемых данных. Среди основных ошибок, полученных в результате применения моделей общего назначения можно выделить следующее: аббревиатуры, являющиеся специфичными для исследуемой области, например, ЧСС - частота сердечных сокращений, ЭКГ - электрокардиография и др. были размечены меткой «ORG» - организация, а АД – артериальное давление, имеющее общеизвестный омоним, было промаркировано тегом «LOC» - локация.

Существующие подходы требуют значительной доработки для узкоспециализированных медицинских текстов, а также необходимо расширение количества корпусов размеченных медицинских текстов. Дальнейшим этапом работы является разметка исследуемых текстов - выделение именованных сущностей, для дообучения моделей общего назначения с целью улучшения качества выделения именованных сущностей в узкоспециализированных медицинских текстах.

Список литературы
1. Elhammadi S. et al. A high precision pipeline for financial knowledge graph construction //Proceedings of the 28th international conference on computational linguistics. – 2020. – С. 967-977.
2. МКБ 10 - Международная классификация болезней 10-го пересмотра [Электронный ресурс]. URL: https://mkb-10.com/ (дата обращения 02.03.2023).

АДАПТАЦИЯ СПОСОБА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ В BI-СИСТЕМЕ

В. В. Титова, Г. И. Курчеева
Новосибирский государственный технический университет
viktoria.titova15@yandex.ru

В проведенном исследовании определено место визуализации в процессе анализа данных, рассмотрены проблемы визуализации данных Интернет-рекламы в инструментах веб-аналитики. На основании этого была составлена схема взаимодействия компонентов сервиса MS Power BI, данных рекламной и аналитической систем. В работе представлен разработанный визуальный элемент с выбором показателей для отображения их на графике, проведена оценка эффективности от его применения на практике.
Ключевые слова: Интернет-маркетинг, визуализация данных, BI-системы, MS Power BI, Яндекс Метрика, Google Аналитика.

Стремительное развитие информационных технологий приводит к постоянному пополнению инструментария Интернет-маркетинга. Проблему внедрения нового механизма оценки результатов для повышения эффективности продвижения товаров и услуг в Интернет-среде можно отнести к категории постоянно актуальных.

Погружение компаний и корпораций в аналитику данных рекламных Интернет-кампаний возможно через инструменты визуализации, которые позволяют получить представление об информации и использовать его для снижения временных затрат, повышения эффективности взаимодействия с данными и принятия на их основе результирующих решений.

В системах веб-аналитики, Яндекс Метрика и Google Аналитика, присутствуют различные формы инфографики: виджеты на главной

странице, графики в ряде отчетов, а также графики в разделе, созданном для построения собственных наборов данных и их визуализации. Однако возможны случаи, когда для визуализации информации используются типы диаграмм, не соответствующие выбранным значениям. Это создает проблемы с их чтением, а также требует дополнительных временных затрат у пользователей описываемых систем [1].

Следующим пунктом отметим отсутствие возможности вывода на один график нескольких показателей для их сравнения и отслеживания предполагаемых зависимостей между ними. Данная функция не используется в системах аналитики и не подлежит пользовательской настройке. При анализе метрик в системе следует выбирать одну из них из сгенерированной автоматически или в ручном режиме таблицы [2].

На основании этого объектом исследования является визуализация данных рекламных кампаний. Новизна исследования заключается в адаптации способа визуализации данных в BI-системе. Практическая значимость состоит в увеличении используемого в системе функционала и сокращении количества требуемого места для построения визуальной панели.

Визуализация выступает одним из ключевых этапов в процессе анализа данных, так как представляет его заключительную часть. Основная цель визуализации данных заключается в преобразовании больших массивов данных в визуальную форму для ускорения и облегчения понимания сложных взаимосвязей внутри данных [3].

В ходе исследования определили, что оптимальным решением по визуализации данных рекламных кампаний будет добавление собственного блока визуализации в уже существующее программное обеспечение для усиления его функционала, а также для устранения проблемных областей визуализации данных. MS Power BI выбрали в качестве BI-инструмента, это позволит визуализировать полученные данные и разработать интерфейс для пользователей с использованием встроенного языка DAX.

На рисунке 1 отразили составленную схему взаимодействия используемых компонентов сервиса MS Power BI, данных рекламной и аналитической систем.

Объединенные данные из Яндекс Директа и Google Аналитики загружаются в Google Big Query. Таблицы данных из этой системы послужат источниками данных для MS Power BI Desktop, обработка которых будет производиться в Power Query.

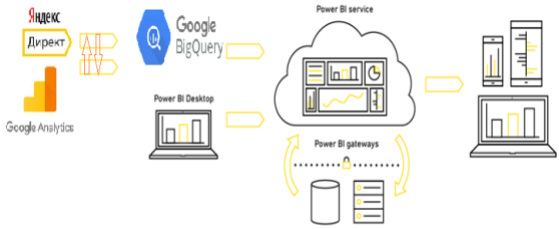


Рисунок 1 – Схема интеграции систем с MS Power BI

На этапе создания пользовательского интерфейса выяснили, что MS Power BI не позволяет при помощи встроенных средств визуализации реализовать возможность вывода в визуализацию нескольких метрик и показателей одновременно. Для разработки нового способа визуализации использовали встроенный язык DAX. Результат представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Разработанный визуальный элемент с выбором показателей для отображения на графике

Увеличение количества показателей, которые будет необходимо отслеживать на графике, не повлияет на размер разработанного элемента. Для оценки эффекта от применения элемента на практике составили графики соотношения количества графиков и занимаемой площади дашборда, количества отслеживаемых показателей (рисунок 3). Видим, что применение разработанного способа намного эффективнее исходного, так как не приводит к прямому увеличению занимаемой площади аналитической панели, а также не требует добавления новых графических элементов.

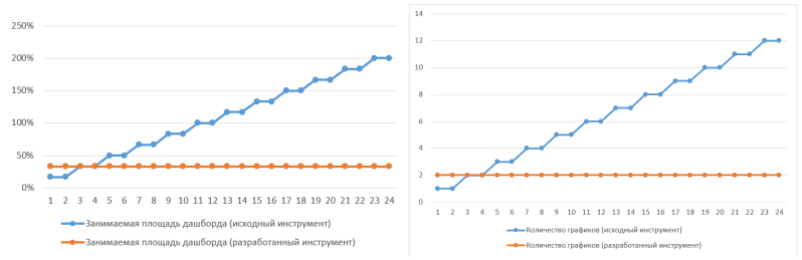


Рисунок 3 – Взаимосвязь занимаемой площади дашборда, количества графиков с числом отображаемых показателей

В итоге, определили необходимость визуализации данных и проблемы, характерные этой области. Далее была сформирована схема взаимодействия инструментов с BI-системой для вывода данных рекламных кампаний в аналитические панели. В работе представили адаптацию способа визуализации данных одновременно нескольких метрик и показателей, проведено измерение его эффективности. В результате получили интерактивную аналитическую панель с уникальным функциональным решением, отличающимся компактностью и вариативностью использования данных; это позволит сократить количество страниц в отчете, сэкономить время за счет отсутствия переключения между ними.

Список литературы

1. Скорочкина Т. С. Информационные технологии визуализации бизнес-информации. – М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 2017. – 74 с.
2. Драгунова О. В., Лаптев В. В., Орлов П. А. Актуальные проблемы визуализации данных в веб-аналитике // Неделя науки СПбПУ. – 2016. – С. 151-154.
3. Петроченков Р. Импорт статистики и отчетов из Яндекс Директа в Google Аналитику // Агентство интернет-маркетинга [Электронный ресурс], 2015. URL: https://convertmonster.ru/blog/kontekstnaya-reklama-blog/import-statistiki-jandeks-direkt-v-google-analytics/ (дата обращения 17.01.2022).

СИНТЕЗ РОБАСТНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОИСКА ЭКСТРЕМУМА ВТОРОГО ПОРЯДКА С ТИПОВЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

А.С. Шепилов, Г.А. Французова
Новосибирский государственный технический университет
a-shepilov@inbox.ru

В статье рассматривается проблематика синтеза робастной системы автоматического поиска экстремума. Анализируется актуальность поставленной задачи и возможность ее решения методом синхронного детектирования и использования ПИД – регулятора. В выводах приводится план действий по этой задаче согласно результатам анализа.

Ключевые слова: Поиск экстремума, ПИД – регулятор, метод синхронного детектирования, экстремальная характеристика, нелинейные системы, оценка градиента.

На сегодняшний день задача автоматизации имеет первостепенное значение, так как автоматические системы распространяются повсеместно. При этом постоянно возникают новые задачи, новые классы объектов и требования, предъявляемыми к системе управления. Одним из таких сложных классов системы являются экстремальные системы. Особенностью экстремальных объектов является наличие динамической части, которую можно описать известными динамическими характеристиками, и собственно, экстремальной характеристики, которая представляет собой статическую функцию качества [1].

Синтез экстремальных систем – более сложная задача, чем синтез динамических систем, так как помимо стабилизации системы необходимо обеспечить поиск экстремума. В основополагающей работе Крсчика и Ванга [2] рассматривается метод синхронного детектирования, в которой даются положительные результаты о его применении. Также хорошо зарекомендовал себя для синтеза системы управления ПИД – регулятор [3]. В данной работе представлена комбинация метода синхронного детектирования и ПИД – регулятора.

Поставленная в работе цель является задаче в уточнении методики расчета экстремального регулятора, основанного на методе синхронного детектирования, с учетом типового ПИД – регулятора при наличие в системе линейной нестационарной динамической части и экстремальной характеристики с дрейфом.

Предполагаемый ход работы заключается в реализации следующих этапов:

- Исследования актуальных методов проектирования экстремальных систем;
- Разработка процедуры расчета экстремального регулятора для системы с линейной динамической частью и применением синхронного детектирования;
- Исследование расчет параметров генератора синусоидальных колебаний.
- Уточнение процедуры расчета для «реального» ПИД – регулятора.
- Проектирование и оценка влияние нестационарности и дрейфа;
- Выводы о применении разработанного метода к поставленной задаче и выявление достоинств и недостатков.

Список литературы

1. Растригин Л.А. Системы экстремального регулирования. – М.: Наука. - 1974.
2. Krstic M., Wang H.H. Stability of Extremum seeking feedback for general nonlinear dynamic systems // Automatica. 2000. Vol. 36. P. 595-601.
3. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации // СТА. 2006. № 4. С. 66-74.

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕВИТАЦИОННОЙ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

М.Н. Андреев, А.Э. Морев
Новосибирский государственный технический университет
andreev.maxim.1998@stud.nstu.ru

Разработана схема и исследованы параметры лабораторного стенда для левитационной плавки алюминиевых сплавов с использованием медного индуктора диаметром 4 мм при плавке цилиндрической алюминиевой заготовки весом 2.6 г. Разработан алгоритм, позволяющий решать связанную электромагнитно-гидродинамическую задачу с односторонней связью в программного комплекса ANSYS.

Потребность ключевых отраслей российской экономики в специальных алюминиевых сплавах приводит к повышению требований к их качеству и эксплуатационным характеристикам, что обуславливает разработку новых МГД-устройств и совершенствование существующих устройств и технологий. Особые преимущества левитационной плавки заключаются в предотвращении загрязнения расплава материалом тигля или другими материалами, которые в случае других способов находятся в контакте с расплавом [1]. Поэтому исследование процессов, протекающих в таких установках, имеет большое как научное, так и практическое значение.

На рисунке 1 показана модель, реализованная при моделировании данной системы для расчета электромагнитной и гидродинамической задачи. Диаметр индуктора составляет 4 мм, диаметр заготовки – 12 мм, высота заготовки – 14 мм.

Для исследования электромагнитных и гидродинамических процессов, протекающих при левитационной плавке алюминиевого сплава, были разработаны численные модели в программном комплексе ANSYS, которые позволили рассчитать такие электромагнитные параметры системы, как удельную и интегральную активную мощность, и распределение электромагнитных сил в расплаве, а также поле скоростей жидкого металла и динамику формы свободной поверхности.

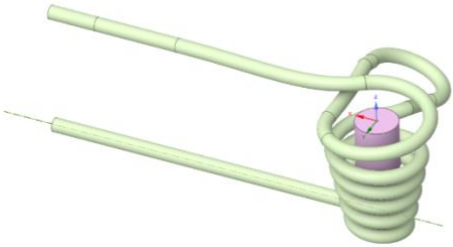


Рисунок 1 – Индуктор с заготовкой

В данной работе была реализована схема с односторонней связью для решения сопряженной электромагнитной - гидродинамической задачи, где решение электромагнитной задачи определяет пространственное распределение внутренних источников энергии и объемных сил, которые действуют как источники в уравнениях движения и энергии на стороне гидродинамического решателя [2, 3].

Для определения параметров лабораторного стенда было проведено исследование электромагнитных параметров системы по средствам численного моделирования. Полученные графики зависимостей активного сопротивления, активной мощности индуктора и индуктивности от частоты представлены соответственно на рисунках 2, 3 и 4.

Таким образом, в данной работе представлены результаты численных расчетов, позволяющих сформулировать параметры лабораторной установки для реализации левитационной плавки алюминиевых сплавов, были разработаны численные модели электромагнитной – гидродинамической задачи, получены зависимости электромагнитных параметров системы, от частоты.

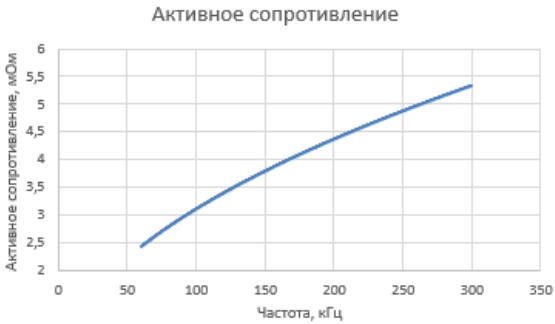


Рисунок 2 – График зависимости активного сопротивления от частоты

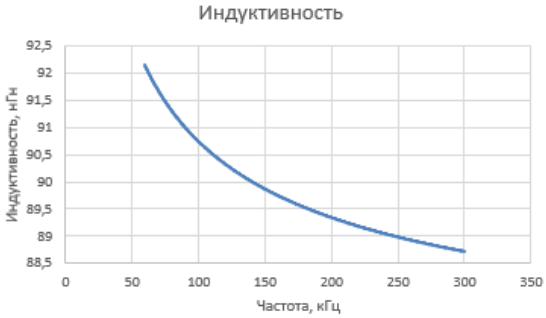


Рисунок 3 – График зависимости активной мощности индуктора от частоты

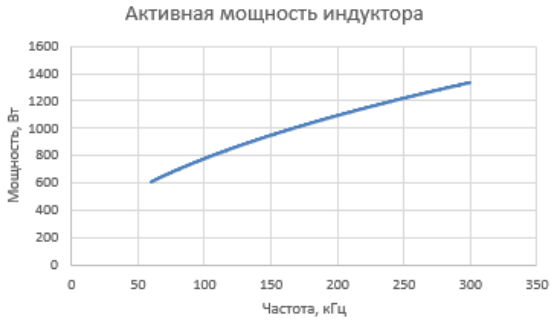


Рисунок 4 – График зависимости индуктивности от частоты

Список литературы
1. Новый подход к сопряженному моделированию физических процессов при проектировании электротехнологических установок для получения сверхчистых сплавов / С. Спитан, Э. Бааке // Суперкомпьютеры и высокопроизводительные вычисления. – 2014. – №5. – С. 73-80.
2. Morev A. E. Study of an aluminium mixing system based on permanent magnets / A. E. Morev, A. I. Aliferov // COMPEL - The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering. - 2020. - Vol. 39, iss. 1. - P. 192-197. - DOI: 10.1108/COMPEL-06-2019-0233.
3. Морев А. Э. Исследование режима перемешивания расплава алюминия в индукционной системе с постоянными магнитами / А. Э. Морев, А. И. Алиферов, В. А. Кузнецов. –Электротехника. – 2021. – № 6. – С. 8–12.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ БИОУДОБРЕНИЙ И БИОГАЗА

А. А. Балако, Е.А.Спиридонов
Новосибирский государственный технический университет
balako.aleksei@yandex.ru

В данной статье описывается одна из проблем сельского хозяйства - утилизация отходов. А также предлагается решение этой проблемы.
Ключевые слова: биогаз, биоудобрение, газгольдер, модульный биореактор, автоматизированная система управления, технологический процесс.

Фермерское хозяйство – это ключевая отрасль для любого государства, по той причине, что без нее может наступить голод и другие проблемы. Также данная отрасль остается самой слабо технологически развитой, разработок в ней ведется мало, а используется еще меньше. Одной из проблем отрасли является утилизация отходов жизнедеятельности скота [1]. И разработка автоматизированных установок для получения биогаза и биоудобрения из отходов - это одно из решений данной проблемы, которое минимизирует затраты или вообще избавляет от затрат на утилизацию. Сегодня, когда экологические проблемы становятся все более острыми,

необходимо искать новые пути решения переработки отходов фермерского хозяйства и создания экологически чистого производства.

Биогаз и биоудобрение - это важные продукты, получаемые из отходов фермерского хозяйства. Биогаз - это газовая смесь, которая образуется в результате биологического разложения органических веществ в анаэробных условиях. Он состоит преимущественно из метана и углекислого газа, а также содержит небольшое количество других газов, таких как сероводород и азот. Биогаз может быть использован в качестве топлива для производства электроэнергии и тепла.

Биоудобрение - это органическое удобрение, которое получается в результате биологического разложения органических веществ в анаэробных условиях. Оно содержит большое количество питательных веществ, таких как азот, фосфор и калий, а также микроэлементы, необходимые для роста растений. И является экологически чистым, которое не содержит химических добавок и не загрязняет почву и воду. Его использование позволяет улучшить качество почвы и увеличить урожайность растений.

Однако производство также имеет свои недостатки. Во-первых, это требует значительных затрат на оборудование и энергию. Во-вторых, процесс производства может быть сложным в связи с непостоянным входным сырьем. От фермы к ферме отличается состав отходов, соответственно важно регулировать технологический процесс для получения качественного удобрения.

Установка по получению биогаза состоит из: рабочей зоны, резервуара с водой, которая нагревается с помощью трубчатого теплообменника, загрузочной секции, выгрузочной секции переработанной биомассы, мягкого газгольдера, горизонтальной мешалки. В базовых трубчатых модулях происходит брожение и образование биогаза. Биогаз откачивается компрессором через штуцеры в газгольдер [2]. В биореакторе происходит предварительное брожение в мезофильном режиме при температуре 38 градусов Цельсия, а во втором трубчатом модуле идет процесс термофильного брожения при температуре 50 градусов Цельсия. За счет разделения этапов происходит сокращение срока перегнивания с одного года до двух недель и увеличение качества переработки.

Автоматизированные установки позволяют оптимизировать процесс производства. В установках используются различные технологии, такие как мониторинг температуры, давления и другие автоматические системы. Это позволяет контролировать процесс получения биогаза и

биоудобрения в режиме реального времени и быстро реагировать на любые изменения.

Данный способ переработки является одним из способов решения проблемы переработки отходов фермерского хозяйства и создания экологически чистого производства. Внедрение автоматизированных установок для получения биогаза и биоудобрения является важным шагом в развитии устойчивого сельского хозяйства и охраны окружающей среды.

Список литературы

1. Центр изучения рынка молочных продуктов [Электрон. ресурс] – Режим доступа: https:// dairynews.today/ company/ country/ russia/stat /
2. Патент 2532176 Российской Федерации, C02F11/02, C12M1/02, C05F 3/06, A01C3/02. Модульный биореактор [Текст] / Кононов В.Н. – Нет. 2010137650/21; заявка.10.09.2010 опубл. 10.03.2011, Бел. № 1 – 14 с.: ил

РАЗРАБОТКА ИСКУССТВЕННЫХ МЫШЦ ДЛЯ РОБОРУКИ

К.В. Воронцов, Д.М. Топорков
Новосибирский государственный технический университет

Исследованы преимущества пневматических мышц в сравнении с другими типами приводов. Нахождение оптимального размера рабочей камеры пневматического мускула, в следствии проведения опыта, при условии холостого режима работы и наблюдении сокращений, при изменении давления от 0 до 6-8 атм. Установлено, что при собственной длине рабочей камеры в 174 мм, мышца имеет наиболее выгодные характеристики, а также дает линейную зависимость процентного сокращения мускула от приложенного давления. Так же, получен результат максимального процента сокращения от начальной длины, он составил 24%.

Конструкционно механическая мышца представляет собой цилиндрическую резиновую или силиконовую оболочку. На внешней поверхности оболочки расположены нити продольного армирования или оплетка из нейлона. Оплетка добавлена с целью ограничения поперечной деформации, уменьшения объема.

Диапазон рабочих скоростей 0,05—25 мм/с. В зависимости от материала, пневмомускул выдерживает не менее $25*10^3$ циклов сокращений.

Самое важное свойство механической мышцы — способность к промежуточному энергетическому позиционированию. Как только энергия, запасенная оболочкой, станет равной механической работе, совершенной на определенном перемещении, внешняя инерционная нагрузка будет остановлена [1].

Целью данной работы является, исследование характеристик и процесса работы пневматического мускула эмпирическим методом, а также, оптимизация модели под дальнейшие технические задачи.

Эксперименты проводился при помощи искусственного мускула, изображение которого представлено на Рисунке 1. Трубка *5* служит основной рабочей камерой, при подаче газа под давлением через трубку, вставленную в переходник *1*, силиконовая камера стремиться неравномерно расшириться в радиальном направлении, этому препятствует оплетка *4,* она равномерно распределяет давление по всей рабочей области, а разгерметизации противиться внешний фитинг *7,* и заглушка *3,* которую фиксирует хомут *6.*

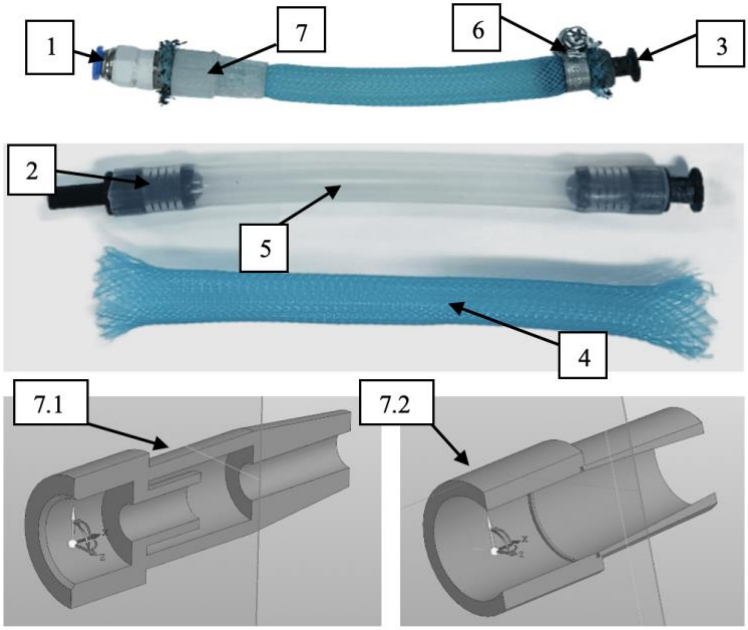


Рисунок 1 – Схематичное изображение экспериментального пневматического мускула:

На рисунке 1 1 – фиксатор (переходник)для трубки; 2 – полая заглушка (штуцер); 3 –заглушка с креплением лески; 4 –оплетка для распределения радиального сокращения; 5 –силиконовая трубка (рабочая камера); 6 –хомут железный, фиксирующий; 7 – фитинг внешний (7.1 – внутренний фитинг с резьбой, 7.2 – внешнее зажимное кольцо);

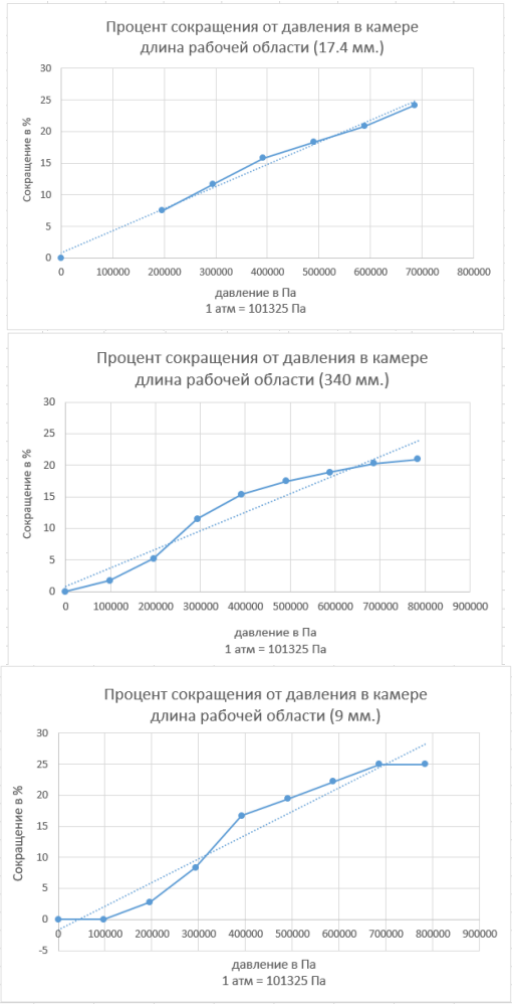


Рисунок 2 – Графики зависимостей процента сокращения рабочей камеры от подаваемого давления

Была проведена серия из 3 экспериментов. В опытах изменяли длину рабочей камеры (от мин. значения 9 мм до макс. 17.5 мм.), также, для каждой из длин изменялось подаваемое давление в камеру от 0 до 6-7 атм. и измерялось сокращение мышцы, затем было пересчитано в процентное соотношение по отношению к начальной длине. Был проведен опыт с целью выявления оптимальной длины трубки, а также получения линейной зависимости.

Исходя из представленных выше данных был сделан ряд выводов:

1) Данная модель мышц, лучше всего подойдет в таких областях как робототехника (бионика, гуманоидная робототехника), в производственных линиях (на примере компании Festo)

2) Оптимальный размер рабочей камеры мускула 174мм и при давлении в 6-7 атм. получено сокращение 24% от начальной длины

3) Получена линейная зависимость процента сокращения от подводимого давления, позволяющая упрощать позиционирование и управление мышцей.

4) Масса мышцы длинной 174 мм составила 123 грамма.

5) Грузоподъёмность одной мышцы составляет 5-7 кг.

Таким образом, в результате проделанной работы, была получена зависимость процентного сокращения от давления в рабочей камере, исследована работа мышцы в холостом режиме, получены необходимые характеристики для дальнейшей работы. Также, были разработаны и изготовлены: фитинги, фиксаторы, штуцеры, для герметичного соединения.

Список литературы

1. Занозин С.Г., Маслов А.З., Сорокин В.Н., Марти А.Н., Усова Е.В. Механические мышцы MATIS как базовый элемент пропорциональной приводной техники // Тракторы и сельско-хозяйственные машины. 2007 №6. С. 30-35.

2. Шароватов В.Т., Лошицкий П.А. Математическая модель силового бесштокового пневмоцилиндра одностороннего действия оболочкового типа // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011 № 2 С. 30–36.

3. Ефремова К.Д., Пильгунов В.Н. Технические средства пневмоавтоматики: пневмомускулы // Машиностроение и компьютерные технологии 2017. №10. с. 36-56.

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ВОЛНОВОГО РЕЗОНАНСНОГО ПЕРЕМЕШИВАТЕЛЯ

А.Д. Ковтун, Н.В. Новоселов, Е.А. Домахин
Новосибирский государственный технический университет
kovtun.2020@stud.nstu.ru

Исследован принцип работы вибрационных перемешивателей зарубежного, а также отечественного производства. Были предъявлены требования к установке. Был построен макетный образец установки, с помощью которого была проверена теория о перемешивании материала в емкости при помощи стоячих волн. Проведено сравнение выходного сигнала макетного образца и имитационной модели, построенной в среде моделирования MatLab Simulink.

Вибрационный перемешиватель является востребованным устройством на большинстве предприятий химической промышленности. Его важность заключается в обеспечении качественного перемешивания в соответствии с технологическими процессами химических производств. Целью данной работы является разработка и создание отечественного аналога вибрационного перемешивателя. Эта проблема стала актуальной после ухода с российского рынка зарубежных компаний, а именно Restch, Fritsch, Sweco. Приобретение установок этих компаний, а также их обслуживание в настоящее время представляет определенные сложности. Поэтому перед нашей командой была поставлена задача о создании российского аналога установки вибрационного перемешивателя.

Результаты исследования зарубежных установок привели к следующему:

- были выявлены конструктивные особенности каждого из устройств зарубежных компаний;
- были определены требования, которым должна соответствовать установка.

Было выявлено, что самые распространенные модели зарубежных производителей имеют следующие параметры своих устройств (представлены основные параметры) [1]:

- максимальное количество материала, загружаемого в установку – 3 кг;

- амплитуда колебаний частиц перемешиваемого материала – 0,1 – 3,0 мм.

На основании вышесказанного были выдвинуты требования к разрабатываемой установке:

- максимальное количество загружаемого материала – 3-5 кг;
- частота колебаний – 55-70 Гц;
- амплитуда колебаний частиц перемешиваемого материала – 0,1-3,0 мм;
- ускорение частиц материала – 100g

Технический результат настоящей группы изобретений заключается в расширении производительности смесителя за счёт улучшенного обеспечения незатухающими автоколебаниями ёмкости смесителя на резонансной частоте смешиваемых материалов или материала, при более гибком и точном регулировании таких параметров смешения, как амплитуда перемещения, максимальная скорость движения и максимальное ускорение, при одновременном снижении потребляемой мощности и требуемого количества времени на одну операцию. Также дополнительными техническими результатами являются увеличение безопасности процесса смешения, снижение количества требуемой номенклатуры смесителей для широкого диапазона веса смешиваемых материалов или материала с обеспечением их полной однородности.

Указанный технический результат достигается с помощью резонансно-волнового смесителя, состоящего из оснований, между которыми установлена по меньшей мере одна стойка и расположена платформа с рабочим столом, между платформой и основаниями установлены по меньшей мере два упругих элемента, при этом платформа выполнена с возможностью воспринимать движение от по меньшей мере одного двигателя, который выполнен с возможностью воспринимать управляющие команды от по меньшей мере одного элемента управления, согласно заявленному решению, двигатель выполнен с возможностью передавать платформе линейное движение по направлению перпендикулярному плоскости платформы, а элемент управления выполнен с возможностью задавать движения двигателя по направлению движения платформы.

При этом по меньшей мере одно основание может быть закреплено на несущей поверхности или конструкции с помощью по меньшей мере одного амортизатора.

Рабочий стол может быть оборудован элементами крепления по меньшей мере одной ёмкости для смешиваемой субстанции.

Также рабочий стол может включать установленный на платформе по меньшей мере один шток и элементы крепления по меньшей мере одной ёмкости для смешиваемой субстанции.

Кроме того, внутренняя поверхность ёмкости для смешиваемой субстанции может иметь покрытие толщиной не более 100 мкм, состоящее из полимерной порошковой композиции и фторопластового воска с размерами частиц не более 35 мкм.

Преимущественно в качестве упругих элементов используются предварительно напряженные пружины для упрощения узла их крепления к платформе и основанию.

Двигатель может быть соединён с платформой и основанием и расположен между ними, а также выполнен с возможностью передавать платформе линейное возвратно-поступательное движение с частотой резонанса.

При этом в качестве двигателя могут быть использованы линейный электродвигатель магнитоэлектрического типа (с возбуждением от постоянных магнитов) или электромагнитного типа [2].

Были проведены эксперименты. В опытах исследовалось поведение установки в целом, а также результат перемешивания. Осциллограммы макетного образца приведены на рисунке 1. Полученные данные были сравнены с осциллограммами на имитационной модели, построенной в среде моделирования MatLab Simulink (Рисунок 2). По итогам сравнения была выявлена погрешность 1,8%. Результаты работы установки представлены на рисунке 3 и 4 (в качестве материала использовался окрашенный песок).

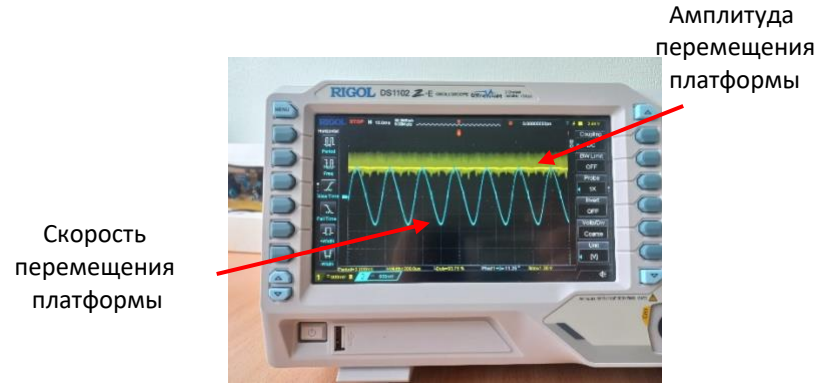
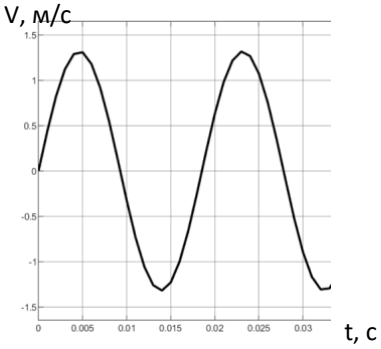


Рисунок 1 – Осциллограммы макетного образца



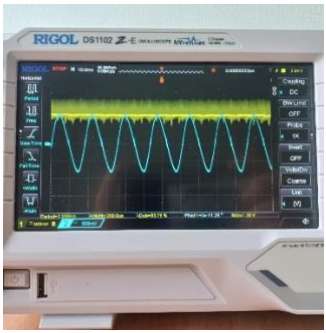


Рисунок 2 – сравнение осциллограмм, полученных на макетном образце и с помощью моделирования





Рисунок 3 – Загруженный в установку материал до перемешивания





Рисунок 4 – Загруженный материал после перемешивания

Таким образом, была проверена и теория о перемешивании материала в емкости при помощи стоячих волн. Был создан макетный образец установки волнового резонансного перемешивателя. В

дальнейшем будет разработан и испытан опытный образец, с учетом электромагнитных процессов, а также будут рассчитаны регуляторы и выбраны законы управления ими на основе математической модели. Будет оптимизирован размер установки и увеличено количество загружаемого материала.

Список литературы

1. Инструкция по эксплуатации. Вибрационная просеивающая машина AS 200 control. – 2017. – 60 с.
2. Патент 2783789 МПК B01 F 31/00 Российская Федерация. Способ управления резонансно-волновым смесителем и устройство для его осуществления / А.В. Куликов, Б.М. Боченков, М.В. Тюрин. - №2022109046; заявл. 05.04.2022; опубл. 18.11.2022, Бюл. №32. – 23с.: ил.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРОКЛАДЧИКА УТОЧНОЙ НИТИ ТКАЦКОГО СТАНКА

Т. П. Придатченко, Д. А. Котин
Новосибирский государственный технический университет
pridatchenko.2019@stud.nstu.ru

Исследована возможность использования запасенной энергии в механических элементах оборудования для снижения потребляемой мощности. Был проведен анализ кинематики различных типов ускорителей и предложен наилучший вариант реализации, а именно ускоритель основанный на технологии кривошипно-шатунного механизма, который позволил частоту проброса прокладчика до 10 раз/с. В результате моделирования были получены переходные процессы по частоте вращения, электромагнитному моменту, напряжению в звене постоянного тока преобразователя частоты, линейной скорости, ускорения и перемещения ползуна, потребляемой мощности из сети.

Электромеханический ускоритель на основе кривошипно-шатунного механизма (КШМ) состоит из следующих частей: синхронного электродвигателя с постоянными магнитами (СДПМ); кривошипа, совмещающего роль маховика; шатуна; ползуна – штока;

балансировочных грузов m1 и m2 компенсирующих набегающий момент создаваемый шатуном и ползуном (рисунок 1).

Была выбрана технология КШМ, она ранее не применялась в таких целях, но при этом имеет большой потенциал. Так как в стандартных вариациях станков энергия накапливается в скручивании торсионов, и перестройка на другой режим работы энерго- и время- затратна, а КШМ быстро регулируемая система.

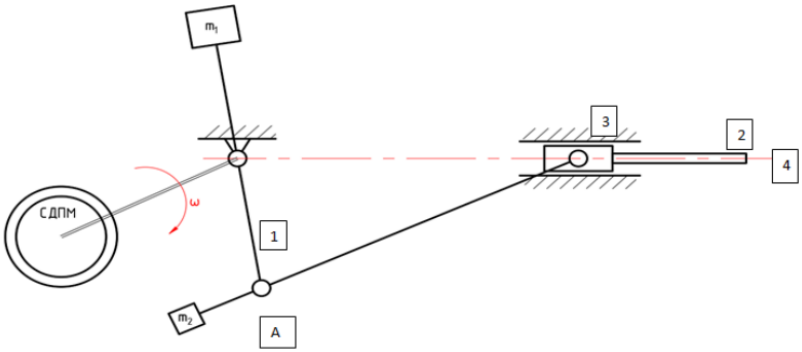


Рисунок 1 – Кинематическая схема ускорителя на основе КШМ

КШМ находит широкое применение в двигателях внутреннего сгорания, поршневых компрессорах, швейных машинах, механических пилах, прессах и т.п. [1, 2].

Сделаем ряд комментариев к рисунку 1, поясняющие принцип действия данного типа ускорителя.

Когда при вращении кривошипа 1 точка А его сочленения с шатуном занимает положение на оси движения ползуна слева от оси вращения кривошипа, ползун 3 вместе с толкателем 2 оказываются в левой мертвой точке с практически нулевой скоростью. В этот момент на направляющие, расположенные вдоль оси движения толкателя (положение 4), выкладывается прокладчик. При дальнейшем движении кривошипа скорость толкателя плавно возрастает по синусоидальному закону, безударно подхватывая прокладчик, и разгоняет его до требуемой скорости на угле поворота кривошипа 100–110 градусов. При дальнейшем движении кривошипа скорость толкателя начинает снижаться, а прокладчик свободно движется через зону ткачества. Путь толкателя с прокладчиком при этом составляет 1,2 длины кривошипа, т.е. 180 мм при длине кривошипа 150 мм. Толкатель в зону ткачества не заходит, оказываясь в правой мертвой точке со скоростью, близкой к

нулю, и немедленно возвращается в левую мертвую точку для приема следующего прокладчика.

Для проверки КШМ была построена имитационная модель электропривода (рисунок 2). Механическая часть модели, описывающая КШМ, построена на базе простейших динамических блоков связанных с помощью сочленений.

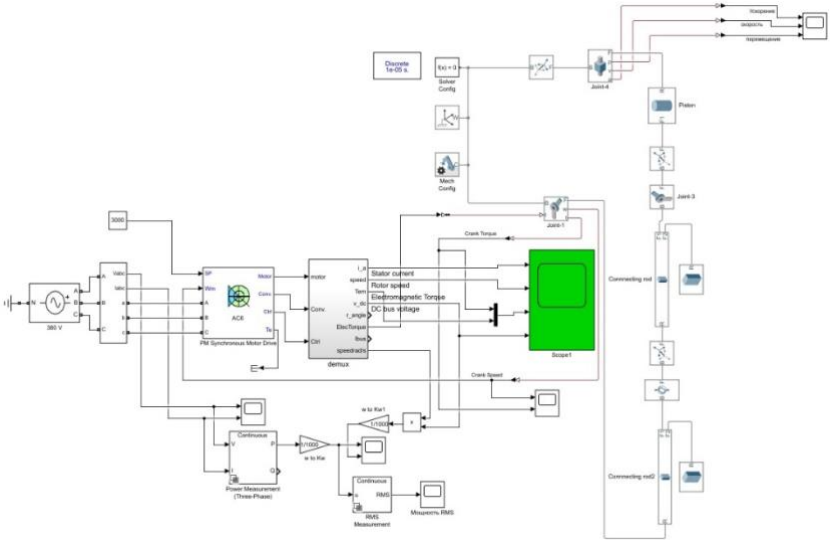


Рисунок 2 – Имитационная модель рассматриваемого ускорителя

Приведенные ниже результаты моделирования получены при следующих значениях основных параметров:

– номинальная частота вращения СДПМ – 3000 об/мин;

– диаметр кривошипа – 300 мм;

– масса штока-ползуна – 140 г;

– длина шатуна – 600 мм.

Остальные массогабаритные размеры кинематической цепи приведены в таблице 1. Построенная модель позволяет гибко изменять параметры электропривода и механической части КШМ.

Таблица 1 – Массогабаритные показатели КШМ

Элемент	Масса, кг	ШхВхГ, мм	Материал/Плотность
Кривошип	0.936	50x300x8	Сталь/7800 кг/м^3
Шатун	0.374	10x600x8	
Ползун	0.140	15x25x15	
Груз m_1	1.541	58x58x58	
Груз m_2	0.0079	10x10x10	

В результате моделирования были получены переходные процессы по частоте вращения, электромагнитному моменту, напряжению в звене постоянного тока преобразователя частоты, линейной скорости, ускорения и перемещения ползуна, потребляемой мощности из сети (см. рисунок 3, рисунок 4).

Анализ результатов имитационного моделирования электропривода ускорителя:

Максимальная скорость ползуна — 52 м/с;

Максимальное ускорение на разгон — 1200g;

Максимальное ускорение на торможение и обратный ход — 2200g;

Потребляемая мощность в установившемся режиме – 40 Вт (без учета потерь энергии на трение в узлах и направляющих);

Пиковая мощность при пуске – 5,8 кВт (существует кратковременно и однократно при запуске станка и может быть снижена в несколько раз при снижении темпа первоначального разгона механизма).

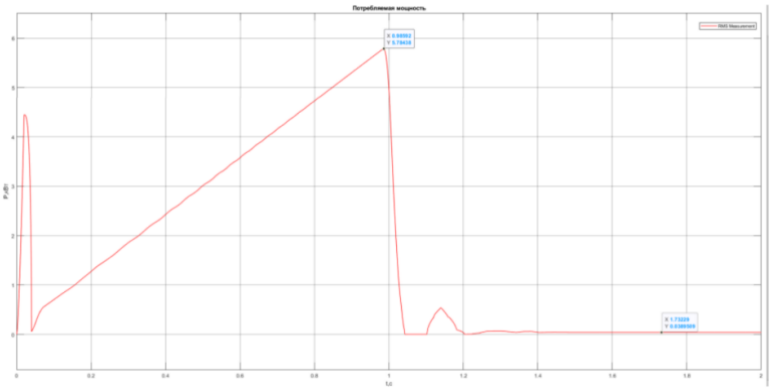


Рисунок 3 – Потребляемая мощность электропривода нагруженного КШМ

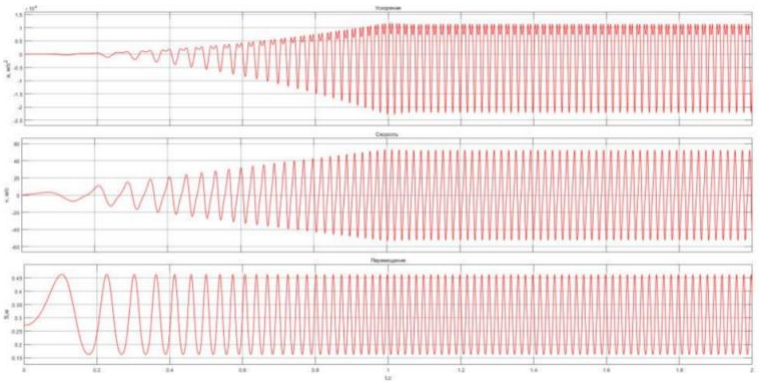


Рисунок 4 – Ускорение, скорость и перемещение ползуна-штока

Система управления ускорителем осуществляет синхронизацию движения прокладчика по скорости и положению главного вала, обеспечивая надежный проброс прокладчика в требуемой зоне углового положения главного вала. Перестройка микропроцессорной системы при переходе на другую ширину ткани занимает минимальное время.

Вывод: данный тип ускорителя прост и надежен. КШМ широко описан в различной литературе, а опыт применения данной конструкции в ДВС на частоте вращения даже большей, чем принята в разработанной имитационной модели. К преимуществам можно отнести: типовой электрический двигатель, типовой преобразователь частоты, типовой насос для подачи масла (или внедрение в общую смазочную систему станка), типовой программируемый логический контроллер для синхронизации моментов запуска.

Таким образом, в результате проделанной работы была исследована возможность использования запасенной энергии в механических элементах оборудования для снижения потребляемой мощности. На данном этапе разработка представляется перспективной, так как при полном исследовании и проектировании всех показателей, эффективность ткацких производств может вырасти в 1.5 раза.

Список литературы

1. Грабовский А.А. Кинематика кривошипно-шатунного механизма с двумя коленчатыми валами // Известия МГТУ МАМИ. – 2009. – № 2 (8). – С. 56-63.
2. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие / А.Н. Гоц; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Редакционно-издательский комплекс ВлГУ, 2005. – 124 с.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ РУЛЯ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА

Л.О. Чеховский, Б.М. Боченков
Новосибирский государственный технический университет
levchehovsky@mail.ru

Электромеханический усилитель руля – это очень важный элемент автомобиля. Именно он обеспечивает связь водителя с дорогой, поэтому важно создать систему управления, которая будет осуществлять качественное управление этим узлом. Как уже говорилось в статье раннее, очень важно обеспечить самовозврат рулевого колеса так как именно этот процесс является труднореализуемым в классической системе управления с одним датчиком момента. Используя второй датчик момента возможно будет реализовать режим самовозврата рулевого колеса.
Ключевые слова: Электроусилитель, редукторный, датчик момента, самовозвра.

Используя два датчика момента в системе электромеханического усилителя руля возможно добиться качественного управления, а именно обеспечить «чувство дороги» путем реализации режима самовозврата, который затруднительно обеспечить в системе управления с одним датчиком.

Для построения такой системы воспользуемся функциональной схемой регулирования момента представленной на рисунке 1.

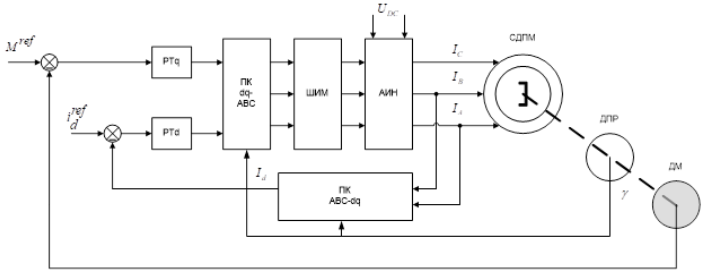


Рисунок 1 – Функциональная системы ЭМУР с двумя датчиками момента

Для реализации этой системы и дальнейшего ее моделирования, для начала необходимо синтезировать регуляторы тока и момента.

Структурные схемы регуляторов представлены на рисунках 2 и 3 соответственно.

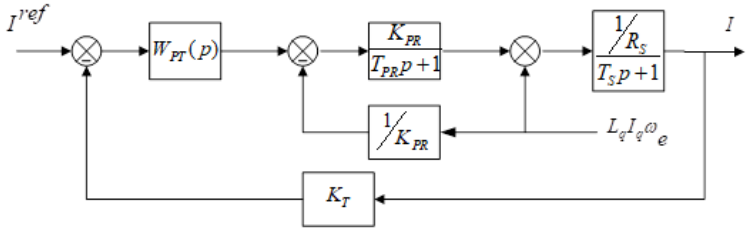


Рисунок 2 – Структурная схема контура тока по оси d.

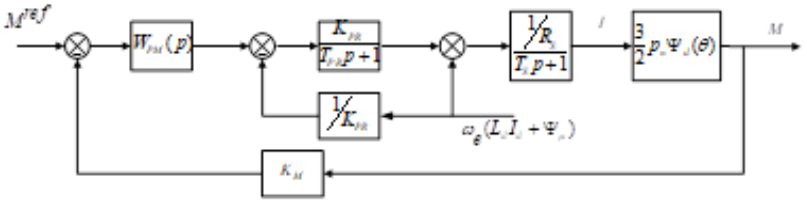


Рисунок 3 – Структурная схема контура момента.

Передаточные функции регуляторов момента и регуляторов тока:

$$W_{RM} = \frac{R_S(T_Sp+1)}{3P_p\psi_\mu K_{PR}K_TT_\mu p} = \frac{L_S}{3P_p\psi_\mu K_{PR}K_TT_\mu} + \frac{R_S}{3P_p\psi_\mu K_{PR}K_TT_\mu}\cdot\frac{1}{p}$$

$$W_{RT} = \frac{R_S(T_{Sd}p+1)}{2K_{PR}K_TT_\mu p} = \frac{L_d}{2K_{PR}K_TT_\mu} + \frac{R_S}{2K_{PR}K_TT_\mu}\cdot\frac{1}{p}$$

В результате преобразований, получим коэффициенты для регуляторов:

$$K_{RTP} = \frac{L_d}{2K_{PR}K_TT_\mu},$$

$$K_{RTI} = \frac{R_S}{2K_{PR}K_TT_\mu},$$

$$K_{ocI} = \frac{U_{Max\_ref}}{I_{max}},$$

$$K_{RMP} = \frac{L_S}{3P_p\psi_\mu K_{PR}K_TT_\mu},$$

$$K_{RMI} = \frac{R_S}{3P_p\psi_\mu K_{PR}K_T T_\mu},$$

$$K_{ocM} = \frac{U_{Max\_ref}}{M_{max}},$$

Здесь K_{RTP}, K_{RTI}, K_{RMP}, K_{RMI} пропорциональные и интегральные коэффициенты регуляторов тока и момента соответственно, а K_{ocI} и K_{ocM} коэффициенты обратной связи соответственно. Имея коэффициенты регуляторов можем провести моделирование системы в программе MATLAB Simulink 2021b по функциональной схеме представленной на рисунке 1 для электродвигателя со следующими параметрами:$L_d = L_q = 43 \cdot 10^{-3}$Гн, $p_n = 3$, $R = 5{,}8$ Ом, $J_\Sigma = 0{,}5$ кг·м^2, $\psi_\mu = 0{,}49$ Вб, $U_{MAX} = 160$В, $I_H = 2{,}6$А, $I_{MAX} = 10{,}4$А,$M_{MAX} = 20{,}8$ Н·м, $\omega_H = 5{,}3$рад/сек.

Промоделировав систему ЭМУРа получим следующий переходной процесс по моменту (рисунок 4):

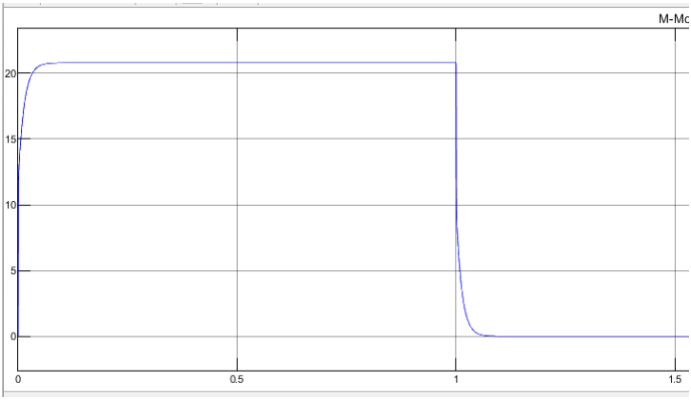


Рисунок 4 – Переходной процесс по моменту.

При моделировании подавалось задание на момент в течении одной секунды, на первой секунды задание на момент стало равно нулю, это имитирует поворот руля, то есть сначала мы прикладываем момент к рулевому колесу, затем отпускаем его момент на рулевом колесе становится равен нулю и руль возвращается в исходное положение.

Список литературы
1. Тюрин М.В. Повышение динамической точности рулевого управления: Диссертация канд. техн. наук: 23.11.09 / М.В. Тюрин. - Новосибирск, 2009 г. -168 с.
2. Боченков Б.М. Бесконтактные двухзонные электроприводы с синхронными двигателями магнитоэлектрического возбуждения для металлорежущих станков: Диссертация канд. техн. наук: 05.09.03 / Боченков Борис Михайлович - Новосибирск, 1988 г. -177с.
3. Разработка, исследование и изготовление макетного образца датчика момента: отчёт о НИР/ НГТУ; Руководитель Б.М. Боченков. – ОЦО 102ТЗ; Кг ГР 80057138; Инв.№Б119699.-Н., 2006. — 48 с.
4. Патент электромеханический усилитель руля Боченков Б. М., Каратюк Л. И., Судак А. Г.

РАСЧЁТ, СИНТЕЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗДАТЧИКОВЫХ СИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ МЕДИЦИНСКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

В.С. Щекотько, Д.А. Котин
Новосибирский государственный технически университет
shekotko.vladislav@yandex.ru

В существующей литературе, касающейся проектирования конструкции и синтеза систем управления экзоскелетов, как отечественных авторов, так и зарубежных, сказано, что главными областями внедрения экзоскелетов являются реабилитационная медицина, военная и спасательная техника. Материалы научных исследований в военной области, для широкой аудитории представлены кратко, а зачастую просто засекречены. Отметим, что применение экзоскелетов для реабилитации больных с травмами верхних или нижних конечностей, до сих пор остаётся затруднительным и не используется массово, так как такие устройства имеют высокую стоимость и их конструкция индивидуальная для каждого пациента. Таким образом, на сегодняшний день обоснована технико – экономическая задача разработки универсальных медицинских экзоскелетов нижних конечностей с минимально возможной стоимость, которые вернут утраченный объём движения пострадавшим людям.

Ключевые слова: электромеханическая система, экзоскелет нижних конечностей, бездатчиковый синхронный электропривод, векторная система управления, адаптивный наблюдатель полного порядка.

Привод экзоскелета включает: логическое устройство – для управления желаемым движением и двигатели – для осуществления движения. В экзоскелетах распространены: электрический, гидравлический, пневматический и гибридный приводы [1]. Электропривод – самый распространённый тип привода, используемый во всех существующих экзоскелетах, так как он компактен, надежен, бесшумен и прост в управлении [2].

В работе объектом управления является – бесколлекторный двигатель постоянного тока (БДПТ), при математическом описании БДПТ можно пользоваться системой математических уравнений описывающие синхронный двигатель с постоянными магнитами (СДПМ).

Система управления СДПМ будет бездатчиковой, с целью обеспечения минимальных массогабаритных показателей экзоскелета и будет основана на принципе классического векторного управления с косвенной ориентацией по полю ротора (IDRFOC), что даст возможность плавно регулировать скорость вращения вала СДПМ.

Для определения момента, мощности, скорости и угла поворота пары БДПТ – редуктор, необходимо знать нагружающие факторы: скорость, ускорение, нагрузку. Для вычисления указанных закономерностей требуется рассмотреть задачу кинематики поведения реального человека (коленного сустава). Такую задачу рассмотрели учёные в работе [3]. Данные для расчёта требуемых параметров системы взяты из экспериментальных данных, полученных в этом исследовании.

В неявнополюсных СДПМ ($L_d = L_q$) продольный ток не участвует в образовании момента, поэтому на практике большее распространение получил способ управления СДПМ с поперечным током статора, а канал продольного тока используется как канал коррекции.

Система векторного управления строится и формирует управляющий сигнал во вращающей системе координат d, q. Сигнал управления преобразуется координатным преобразователем из 2-х фазной вращающейся системы координат в 3-х фазную неподвижную систему координат, отправляются на транзисторный преобразователь частоты с автономным инвертором напряжения (АИН) и векторной широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Для построения замкнутой системы необходимо знать положение ротора относительно статора или скорость вращения ротора, фазные токи и напряжения статора. Для получения информации о токах и напряжений используются датчики тока и напряжения. Для определения скорости вращения и угла положения ротора, а также опорного вектора потокосцепления от постоянных магнитов синтезирован адаптивный наблюдатель полного порядка. Система управления состоит из трёх контуров: контур регулирования угла поворота ротора (КРП); контуром регулирования скорости (КРС); контур регулирования токов статора (КРТ). Для обеспечения желаемой формы переходных процессов и нулевой ошибки регулирования в статических режимах, необходимо наличие ПИ – регулятора во всех контурах регулирования. Такая система обладает рядом преимуществ [4]:

1. Возможность организовать простое ограничение регулируемых координат;
2. Заранее известны показатели качества переходных процессов;
3. Структурный и параметрический синтез системы подчиненного регулирования можно разбить на несколько простых задач второго или третьего порядка.

На Рисунке 1 представлена модель бездатчикового синхронного ЭП с адаптивным НПП. На Рисунке 2 представлены графики переходных процессов по углу поворота ротора СДПМ (желаемый – синий, полученный – красный).

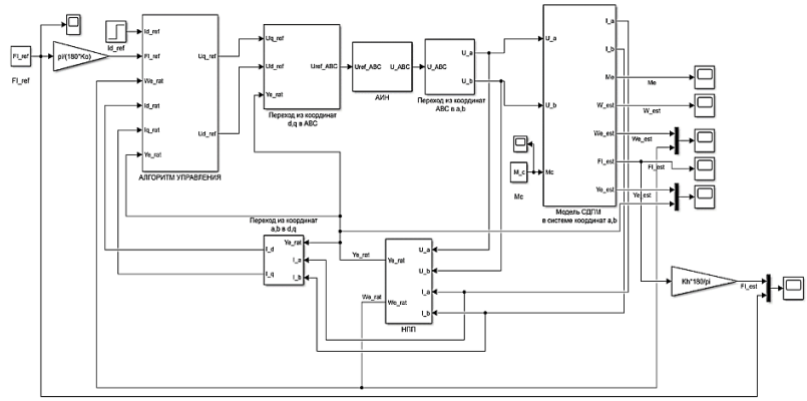


Рисунок 1 – Модель бездатчикового синхронного ЭП с адаптивным НПП

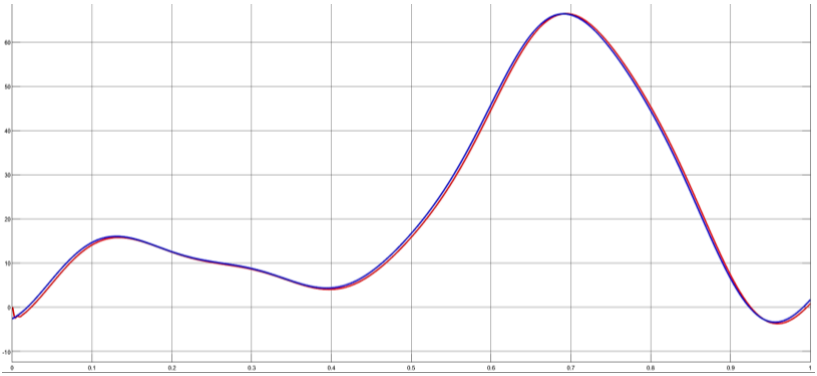


Рисунок 2 – Графики переходных процессов по углу поворота ротора СДПМ

Таким образом, синтезированная система векторного управления СДПМ с адаптивным НПП обеспечивает с высокой точностью и быстродействием заданный режим работы устройства, при этом отсутствует просадка скорости при действии момента сопротивления, ток статора не превышает предельно допустимых значений.

Список литературы

1. Zoss A., Kazerooni H. Design of an electrically actuated lower extremity exoskeleton // Advanced Robotics. – 2006. – Т. 20. – №. 9. – P. 967–988.
2. Kawamoto H., Kanbe S., Sankai Y. Power assist method for HAL-3 estimating operator's intention based on motion information // The 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2003, 02–02 nov. 2003: Proceedings. – Millbrae, 2003. – P. 67–72.
3. Труханов К.А. Анализ кинематики коленного модуля с гидравлическим исполнительным механизмом и сопоставление результатов расчета с поведением коленного сустава человека при ходьбе // Наука и Образование МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 11. – С. 52–71.
4. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно – транспортных механизмов: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 143 с.

СЕКЦИЯ РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

МЕТОД ГЛУБОКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАНАЛА В МАССИВНЫХ "5G MIMO-OFDM" СИСТЕМАХ

И.А. Рябов, В.В. Артюшенко
Новосибирский государственный технический университет
ivan_ryabov_al@mail.ru

В этой работе метод оценки канала с применением глубокой нейронной сети(МГНС) сравнивается с различными методами для оценки канала в 5G массивных системах со множеством входов и выходов и мультиплексированием с ортогональным частотным разделением (mMIMO-OFDM), с применением 64-позиционной квадратурной амплитудной манипуляции (64-КАМн). Сравнение производится с помощью построения графиков зависимостей коэффициента битовых ошибок (BER) от отношения сигнал/шум (ОСШ) в пакете программ Matlab. Сравнение происходит со следующими методами оценки канала: методом наименьших квадратов (МНК), методом минимума среднеквадратичной ошибки (МСКО), методом главных компонент (МГК).

Ключевые слова: МГНС, mMIMO-OFDM, 64-КАМн, ОСШ, BER, МГК, МНК, МСКО.

Беспроводные сети 5G массивных систем со множеством входов и выходов и мультиплексированием с ортогональным частотным разделением каналов(mMIMO-OFDM) являются перспективными для развития и применения в будущем, однако для того, чтобы система работала как можно точнее при различных условиях распространения сигнала требуется оценка канала передачи в приемном устройстве. Точная оценка канала в приемнике крайне важна, поскольку с помощью неё будет возможно восстановить потерянные при передаче данные. В данной работе метод оценки канала с использованием глубокой нейронной сети сравнивается с другими методами для оценки 5G mMIMO-OFDM системы, а также приводятся рекомендации к применению метода[1].

Для достижения поставленной цели используется модель 5G mMIMO-OFDM системы со следующими параметрами: 64 передающие антенны, 64 приемные антенны, 64-позиционная квадратурная

амплитудная манипуляция, 1024 поднесущие, пилотный интервал – 4, циклический префикс - 256, количество пилотов - 256, ОСШ изменяется в пределах от 0 до 40 дБ, используется канал Рэлея [2].

Метод глубокой нейронной сети (МГНС) подразумевает использование нейронной сети для оценки канала 5G mMIMO-OFDM системы. Применение метода оценки канала с помощью глубокой нейронной сети можно разделить на два этапа: процесс обучения и процесс использования. В начале процесса обучения выбираются случайные маленькие значения весов и смещений, близкие к нулю. Входные данные для обучения обрабатываются нейронами скрытых слоев, затем передаются в выходной слой. В качестве входных данных используется массив принятых пилотных символов, полученный в результате оценки канала по методу наименьших квадратов, причем 25% из них используются как целевые данные. Были выбраны следующие параметры обучения: скорость обучения 0.01, максимальное число эпох – 100, число итераций – 800, целевая ошибка тренировки – 0.001.Если результаты на выходе нейронной сети не совпадают с целевыми, ошибки обучения будут возвращены на скрытые слои для модификации значений весов и смещений. Процесс обучения будет повторяться заданное количество итераций. Модель обучения ГНС представлена ниже (Рисунок 1).

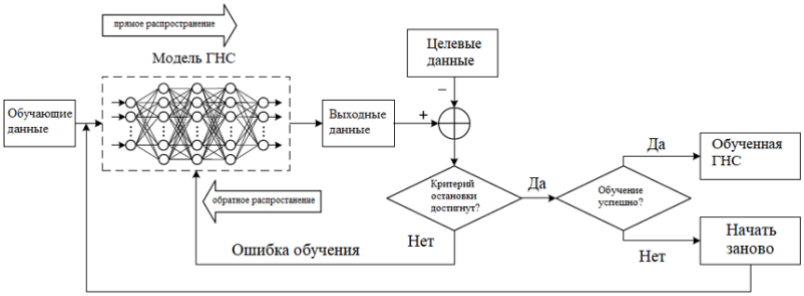


Рисунок 1 — Модель обучения ГНС

В процессе работы метода на вход обученной ГНС подается последовательность элементов канальной матрицы, полученной с помощью метода наименьших квадратов. Для данных на выходе вычисляется частота битовых ошибок [3].

В работе эффективность метода глубокой нейронной сети (МГНС) сравнивается со следующими методами оценки канала передачи: методом главных компонент (МГК), методом наименьших квадратов

(МНК), а также методом минимума среднеквадратичной ошибки (МСКО). Для сравнения зависимостей коэффициента битовых ошибок от ОСШ для каждого из методов происходит их построение в пакете программ Matlab. Коэффициент битовых ошибок – ожидаемое отношение ошибочно переданных бит к общему числу переданных бит, величина очень часто используется для оценки канала передачи.

Графики зависимостей для каждого из методов оценки канала системы приведены ниже. (Рисунок 2).

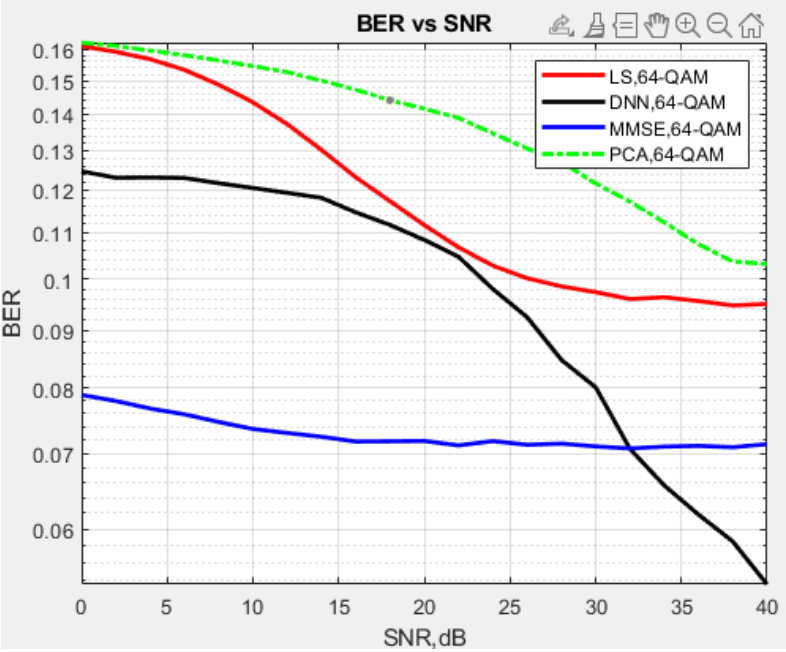


Рисунок 2 — Графики зависимостей BER от ОСШ

Анализируя полученные зависимости, можно сказать, что метод глубокой нейронной сети эффективнее метода наименьших квадратов и метода главных компонент, но менее эффективен в сравнении с методом минимума среднеквадратичной ошибки при ОСШ до 32 дБ, при ОСШ выше 32 дБ метод эффективнее всех прочих. Данный метод можно рассматривать как альтернативу методу наименьших квадратов, если требуется оценить канал более точно при отсутствующей дополнительной информации о нем.

Список литературы

1. Praveen Kumar Malik, Zhongyu Lu, B. T. P. Madhav, Geeta Kalkhambkar, Swetha Amit. Smart Antennas: Latest Trends in Design and Application - Springer Nature, 2022;
2. Ha An Le, Trinh Van Chien, Tien Hoa Nguyen, Hyunseung Choo and Van Duc Nguyenю. Machine Learning-Based 5G-and-Beyond Channel Estimation for MIMO-OFDM Communication Systems - Systems. Sensors 2021, 21, 4861, doi: 10.3390/s21144861;
3. Rongkun Jiang, Xuetian Wang, Shan Cao, Jiafei Zhao, Xiaoran Li. Deep Neural Networks for Channel Estimation in Underwater Acoustic OFDM Systems. – IEEE Access, 2019, doi: 10.1109/ACESS.2019.2899990;

СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКА

АКТУАЛЬНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЭЦ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.В. Иванова, А.А. Францева
Новосибирский государственный технический университет,
xallivan@gmail.com

В статье приведены данные генерирующих мощностей по возрастным группам, отмечено, что более 30% станций находятся в критическом состоянии. Показано потребление электроэнергии промышленным сектором за последние 16 лет в России и Сибирском федеральном округе. Обоснована актуальность проведения модернизации ТЭЦ промышленного сектора, приведены примеры модернизации ТЭЦ с ПТ и ПР турбинами.

Ключевые слова: энергопотребление, моральный износ, модернизация

На сегодняшний день более 60% вырабатываемой электроэнергии приходится на тепловые электрические станции. Они являются основным источником энергии в России. Однако более 30% станций находятся в состоянии критического износа (рисунок 1). Основной ввод мощностей энергетического оборудования на этих тепловых электрических станциях был в 1960-1970гг. Поэтому проблема физического и морального износа оборудования является актуальной [1].

Во избежание поэтапного снижения эффективности генерации станций в связи с использованием изношенного оборудования, необходима их частичная или полная модернизация ТЭЦ.

По данным Росстата с 2005 года потребление электроэнергии промышленным сектором (добыча полезных ископаемых, обрабатывающее производство, сельское хозяйство, строительство) в России увеличилось на 194650,2 млн. кВт·ч или на 20,7% (рисунок 2) [2]. По Сибирскому федеральному округу увеличение потребление электроэнергии составило 36306,7 млн. кВт·ч или 20,2% (рисунок 2) [2].

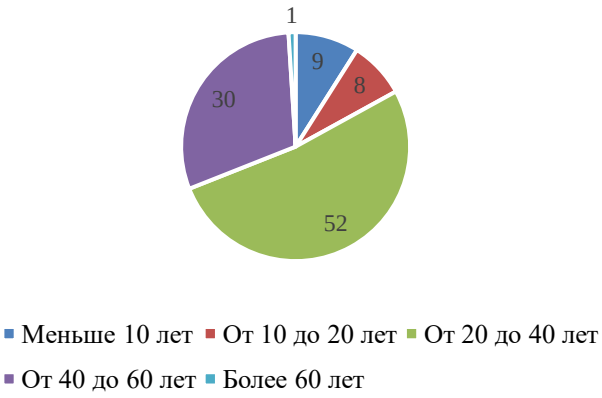


Рисунок 1 – Структура генерирующего оборудования ТЭЦ по возрастным группам

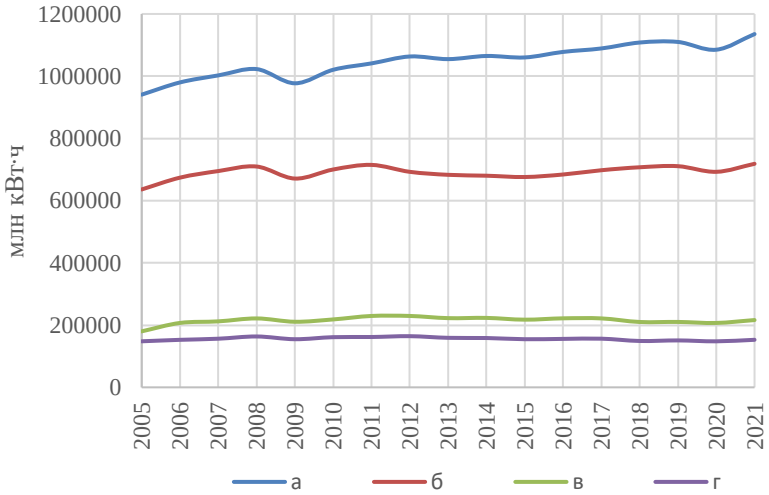


Рисунок 2 – Потребление электроэнергии с 2005 по 2021 годы: а – Российской Федерацией (РФ), б – промышленным сектором РФ, в – Сибирским федеральным округом (СФО), г – промышленным сектором СФО

Примером частичной модернизации ТЭЦ может служить замена турбины марки ПТ-30-90/10/1,2 на турбину с противодавлением марки

ПР-30-90/10/1,3 на Улан-Удэнской ТЭЦ, которая была завершена в 2019г. Эта реконструкция решила проблему сохранения генерирующих мощностей, а также увеличилась надежность энергосистемы в г. Улан-Удэ и улучшилось экологическое воздействие на окружающую среду за счет снижения показателей расхода условного топлива [3].

Одной из актуальных модернизаций на данный момент является замена двух устаревших турбин на турбины марки ПР-30 на Северской ТЭЦ. Северская ТЭЦ расположена в Томской области на территории Сибирского химкомбината (СХК). ТЭЦ снабжает электро- и теплоэнергией СХК и город Северск. Модернизация ТЭЦ ведется с 2022 года и предполагает замену двух устаревших турбин на турбины ПР-30, что позволит повысить эффективность выработки электро- и теплоэнергии [4].

Список литературы

1. Сухарева Е.В. Современное состояние энергетики России // Transport business in Russia – 2014. – №6 – С.157–159.

2. Электробаланс и потребление электроэнергии в Российской Федерации с 2005-2021гг. // Федеральная служба государственной статистики URL:https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/elbalans_2021.xlsx (дата обращения 28.04.2023).

3. Потапова А.О. Ввод нового оборудования на Улан-Удэнской ТЭЦ-1: обзор и анализ результатов модернизации станции // Материалы IX Всерос. Конф. «Энергетика в современном мире», 12-13 декабря 2019 г. – Чита, 2019. – С. 98–101.

4. Модернизация Северской ТЭЦ продолжится в 2023 году [Электронный ресурс] // Независимое информационное агентство: [сайт]. [2004]. URL: https://niatomsk.ru/more/92620/ (дата обращения 28.04.2023).

МНОГОМЕРНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ ГРЭС

Г.Ф.Неделько, А.И. Дворцевой
Новосибирский государственный технический университет
gena.nedelko.z@mail.ru

На сегодняшний день, одной из больших проблем тепловых электрических станций является выход оборудования из строя и соответственно его ремонт. Это приводит к повышению издержек при эксплуатации и может привести к аварийным остановкам основного оборудования и станции в целом. Для решения данной проблемы было принято решение применить подход многомерного анализа данных (MVDA), который широко применяется в различных отраслях промышленности для оценки режимов работы технологических процессов.

При работе с промышленным оборудованием часто используется сигнализация, которая информирует машиниста о том, что какой-то параметр вышел за допустимые ограничения. Однако, такой подход неэффективен, поскольку предоставляет недостаточно времени на реагирование и устранение проблемы. В данной статье рассматривается подход, основанный на многомерном анализе данных (MVDA), который позволяет анализировать данные и предсказывать их изменения.

Методы многомерного анализа данных включают в себя кластерный, факторный и дискриминантный анализ, анализ главных компонент, кросс-валидацию, спектральный анализ временных рядов и классификацию.

Применение подхода многомерного анализа технологических данных позволяет выявлять скрытые зависимости между различными параметрами и компонентами системы, что может помочь в предсказании возможных отклонений и проблем. Модель на основе многомерного анализа данных может использоваться для раннего обнаружения потенциальных проблем в системе и предотвращения возможных аварийных ситуаций.

Для оценки возможностей предлагаемого подхода были собраны данные с Южно-Кузбасской ГРЭС, которая является тепловой электростанцией в г. Калтан, Кемеровской области. Первая в Сибири электростанция, где было начато освоение отечественного оборудования на высоких параметрах пара 90 Кгс/см²; 510 °С.

Основные параметрами станции: 554 МВт установленная электрическая мощность и 581 Гкал/час установленная тепловая мощность.

При формировании математических моделей на основе подхода MVDA были выявлены следующие особенности:

- модель должна регулярно обновляться и корректироваться в соответствии с изменениями в работе оборудования и процессов на станции. Для этого необходимо проводить регулярный мониторинг параметров и анализировать полученные данные, чтобы вносить коррективы в модель.

- важно корректно указать начальную корреляцию технологических данных, это значительно повышает качество работы модели.

Применение MVDA позволяет повысить эффективность работы тепловых электрических станций, уменьшить риски возникновения аварий и сбоев в работе системы, а также снизить затраты на обслуживание и ремонт оборудования. Однако, для достижения максимальной точности предсказаний модели необходимо проводить постоянную работу по улучшению и корректировке модели на основе анализа данных и взаимосвязей между параметрами. Модель не должна рассматриваться как единственный источник информации о работе станции, а лишь как инструмент для принятия решений на основе анализа данных. Важно сохранять баланс между автоматизацией процессов и участием человеческого фактора в принятии решений. Результаты испытаний модели на действующих предприятиях помогут улучшить ее точность и создать модели для других типов станций.

Список литературы

1. Исмагилов Ф.Р., Пашали Д.Ю., Юшкова О.А. "Обзор Систем Предиктивной Диагностики Электрооборудования" // Электротехнические Комплексы и Системы, Сборник Трудов, Уфа, 2021 — 39с.

2. Липатов М. М. "Первый в России комплекс предиктивной аналитики для энергетического и промышленного оборудования", Журнал «Экспозиция. Нефть. Газ.» № 3 (49) 2016 г — 14 с.

3. Гэабчак Е.П., Медведева Е.А., Васильева И.Г Как сделать цифровизацию успешной. Энергетическая политика. 2018. № 5. С. 25-29.

4. Щербаков М.В., Плотов А.В., Черемисинов С.В. Многоуровневая архитектура системы предиктивного анализа работы генерирующего оборудования. Энергетик. 2019, № 12 (2019). С. 20-23.

5. ПлотовА.В., Черемисинов С.В., Щербаков М.В. Подходы к реализации системы предиктивного анализа генерирующего оборудования. Вести в электроэнергетике. 2019, № б (104). С. 36-49.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ УВЕЛИЧЕНИЯ РАСПОЛАГАЕМОЙ МОЩНОСТИ КРАСНОЯРСКОЙ ТЭЦ-1

А.С. Оленникова, Д.С. Синельников
Новосибирский государственный технический университет
annaolennikovasergeevna@mail.ru

В статье рассматривается оценка возможности реализации инвестиционных предложений, направленных на увеличение установленной и располагаемой мощности Красноярской ТЭЦ-1 за счет ввода новых мощностей, модернизаций и реконструкций существующего оборудования. На основании данной работы будет разработано предварительное технико-экономическое обоснование мероприятий, направленных на увеличение установленной мощности данной электростанции.

Ключевые слова: располагаемая и установленная мощность, реконструкция, инвестиционные предложения, приключенная турбина

На сегодняшний день возникает ряд проблем, связанных с нехваткой располагаемой мощности на Красноярской ТЭЦ-1, в связи с тем, что ежегодный прирост потребления при неизменном уровне выработки электроэнергии составил 1,2% [1]. Прирост потребления электрической энергии связан с расширением и модернизацией ряда промышленных предприятий.

В связи с достаточно долгой эксплуатацией оборудования, которая составляет 79 лет, возникают существенные проблемы [2]. Оборудование станции в значительной степени исчерпало свой ресурс работы.

На основе этого актуальным становится необходимость увеличения установленной и располагаемой мощности Красноярской ТЭЦ-1 за счет ввода новых мощностей, модернизации и реконструкции существующего оборудования.

При принятии решения о вариантах реконструкции Красноярской ТЭЦ необходимо исходить из следующего:

– очередь на 140 кг/см^2 имеет минимальную наработку по ресурсу;
- очередь на 100 кг/ см^2 имеет максимальную наработку по ресурсу;

– перевод станции на работу с оборудованием на 140 кг/ см^2 приведет к существенному повышению экономичности и снижению топливной составляющей;

– повышение параметров пара всегда приводит к снижению мощности собственных нужд станции;

– реконструкция станции должна решать проблему превышения предельно допустимых выбросов (ПДВ).

Рассмотрены следующие инвестиционные предложения по увеличению мощности Красноярской ТЭЦ-1:

Вариант №1.

Рассматривается вариант строительства приключенной турбины типа «К» к турбине Р-57(100)-130/15 ст. №11 Красноярской ТЭЦ-1 и приключенной турбины типа «Т» к турбинам типа «ПТ». Турбина ст. №12 Р-57(100)-130/15 выводится из эксплуатации и демонтируется. На ее месте устанавливается приключенная турбина К-110-15, пар на которую подается из коллектора 13 ата.

Для снижения собственных нужд устанавливается турбопривод к питательному насосу ПЭ-720.

После реконструкции турбина ст. №11 Р-57(100)-130/15 перемаркировывается в Р-100-130/15 (снимаются ограничения по расходу пара на турбину). На оставшийся расход пара 13 кг/ см^2 рассматривается вариант строительства приключенной турбины типа «Т» к турбинам «ПТ».

Вариант №2.

Рассматривается альтернативный вариант реконструкции Красноярской ТЭЦ-1. Турбина ПТ-60-90 ст. №8 реконструируется на работу паром 13 ата от П-коллектора. Турбина ПТ-25-90 ст. №3 реконструируется на работу паром 13 ата от П-коллектора. Пар в П-коллектор поступает с выхлопа турбин Р-57(100)-130/15 ст. №11 и ст. №12, а также из производственных отборов турбин типа «ПТ».

Для снижения собственных нужд устанавливается два турбопривода к питательным насосам ПЭ-720.

Краткие выводы о возможности реализации и предполагаемые мероприятия:

Вариант №1

Наиболее перспективным вариантом реконструкции является альтернативный вариант с переводом двух турбин ст. №3 ПТ-25-90 и ст. №8 ПТ-60-90 на работу паром 13 ата от П-коллектора и установкой двух турбоприводов к питательным насосам ПЭ-720 для снижения

собственных нужд. При реализации данного предложения будут достигнуты следующие результаты:

• решена задача с превышением ПДВ по золе;

• решена задача загрузки турбин типа Р-57(100)-130/15. Турбины перемаркировываются в Р-83(100)-130/15;

• после перевода турбин ст. №3 и ст. №8 на работу паром 13 ата, автоматически снимается задача по их техперевооружению;

• перевод станции на работу с оборудованием на 140 кг/см2 приведет к существенному повышению экономичности и снижению топливной составляющей;

• так как ТЭЦ имеет самые неблагоприятные показатели по расходу эл. энергии на собственные нужды, установка двух ТПН приведет к существенному снижению этого показателя.

• решить проблему тех. перевооружения турбин ст. №3 и ст. №8, чей ресурс близок к исчерпанию;

• установленная электрическая мощность до реконструкции 481 МВт, после 520 МВт. Прирост мощности + 39,0 МВт.

Вариант №2

Реконструкция с установкой приключенной турбины К-110-15 на месте демонтируемой турбины Р-57(100)-130/15 ст. №11:

• останется нерешенной проблема с превышением ПДВ по золе, так как для сохранения имеющихся приключенных нагрузок по производственному и теплофикационному пару потребуется оставить в работе все котлы очереди 100 кг/ $см^2$, а внедрить современные системы очистки будет невозможно в связи со стесненной компоновкой;

• для сохранения парового баланса потребуется провести техперевооружение турбин ст. №3 и ст. №8 после их списания по исчерпанию ресурса;

• реконструкция не позволит полноценно задействовать более экономичную очередь 140 кг/ $см^2$;

• турбины типа К-110-15 не производит ни один завод на территории РФ;

• при разработке проекта существует возможность столкнуться с проблемой размещения конденсационного устройства, так как место, на котором возможно установить саму турбину не имеет подвального помещения. Кроме того, данная реконструкция приведет к ещё большему увеличению собственных нужд из-за необходимости дополнительного включения циркуляционных насосов.

• необходимо демонтировать турбину ст. №12, которая ещё не выработала свой ресурс;

• установленная электрическая мощность до реконструкции 481 МВт, после 577 МВт. Прирост мощности + 96,0 МВт.

Список литературы

1. Схемы и программа развития Единой энергетической системы России на 2019 - 2025 годы.
2. Красноярская ТЭЦ-1 [Электронный ресурс] URL: https://sibgenco.ru/main/company/generation/krasnoyarskaya-tets-1/ (Дата обращения: 06.04.2023).

МИНИ-ТЭЦ НА БАЗЕ КОТЕЛЬНОЙ НОВОСИБИРСКА

А.Ю. Степанов, О.В. Боруш
Новосибирский государственный технический университет
radiosound8923@mail.ru

В работе рассмотрены условия для реконструкции районной котельной в мини-ТЭЦ, примеры установок для генерации электроэнергии и варианты использования получаемой энергии с электрогенераторов. На примере котельной №35 показано изменение расходов натурального топлива в зависимости от режима её работы до и после реконструкции при различных режимах генерации электроэнергии.
Ключевые слова: мини-ТЭЦ, когенерация, котельные

В качестве объекта исследования для реконструкции в мини-ТЭЦ была выбрана котельная №35, так как она имеет все необходимые условия, а именно:

1. Отопительная котельная и в качестве топлива использует газ.

2. Интервал тепловой нагрузки котельной расположен в диапазоне от 20 до 100 Гкал/ч (нижняя граница обусловлена целесообразностью перевода, а верхняя системой диспетчеризации).

Котельная №35 (Кировская РК Цех 2) находится в г. Новосибирске по адресу ул. Софийская 16. Тепловой источник имеет установленную мощность 92,5 Гкал/ч и обеспечивает бытовых потребителей отоплением, горячим водоснабжением и вентиляцией. Расход электроэнергии на собственные нужды котельной равен 365 кВт·ч.

В качестве основных генерирующих установок тепловой энергии котельная использует пять паровых котлов ДКВР-20-13ГМ с установленными тепловыми мощностями по 12,9 Гкал/ч и два паровых

котла ДЕ-25-14ГМ с установленными тепловыми мощностями по 14 Гкал/ч [1]. Котельная введена в эксплуатацию в 1970 году.

С целью улучшения технико-экономических и энергетических показателей отопительной котельной целесообразно реконструировать её в мини-ТЭЦ, так как когенерация это наиболее эффективный способ использования теплоты топлива, заключающийся в комбинированной выработке тепловой и электрической энергии. Современные тенденции в российской и мировой энергетике направлены на развитие малой энергетики [2].

В качестве установок для генерации электроэнергии можно использовать паровые турбины малой мощности, газотурбинные, газопоршневые и паровинтовые машины.

Полученную электроэнергию в результате реконструкции котельной можно использовать:

1. Для покрытия только собственных нужд котельной.

2. Для покрытия собственных нужд котельной и передачи на трансформаторную подстанцию по двум линиям величину собственных нужд.

3. Для покрытия собственных нужд котельной и передачи по новым построенным линиям на трансформаторную подстанцию (ограничение передачи до 25 МВт).

На рисунке 1 представлена визуализация приведённой выше классификации по использованию полученной электроэнергии.

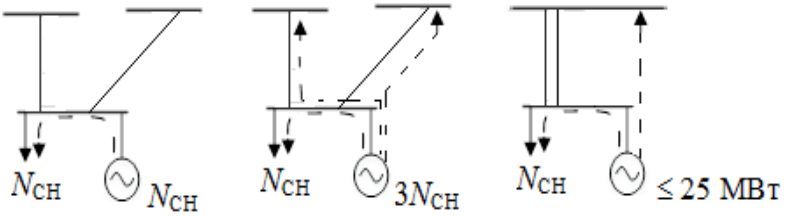


Рисунок 1 – Принципиальные схемы реконструкции котельной по электрической части

Выбор сделан в пользу газопоршневой установки, так как она эффективнее газотурбинной установки [3]. Паровые турбины малой мощности в России недостаточно развиты, а паровинтовые машины ограничены до 1 МВт выработки электроэнергии.

В режиме расчётной температуры воздуха расход натурального топлива мини-ТЭЦ увеличится в сравнении с расходом котельной до реконструкции на 0,026 м^3/с при генерации электроэнергии в размере

утроенных собственных нужд, а в режиме максимальной выдачи электроэнергии увеличится на 0,48 $м^3/с$.

В режиме средней температуры отопительного периода расход натурального топлива мини-ТЭЦ увеличится в сравнении с расходом котельной до реконструкции на 0,035 $м^3/с$ при генерации электроэнергии в размере утроенных собственных нужд, а в режиме максимальной выдачи электроэнергии снизится на 0,003 $м^3/с$.

В летнем режиме расход натурального топлива мини-ТЭЦ увеличится на 0,051 $м^3/с$ при генерации электроэнергии в размере утроенных собственных нужд, а в режиме максимальной выдачи электроэнергии газопоршневая установка полностью покроет тепловую нагрузку горячего водоснабжения и расход топлива увеличится на 0,708 $м^3/с$.

Список литературы

1. Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2033 года (актуализация на 2023 год) [Электронный ресурс]. URL: http://www.degkh.ru/shema-ts/ (Дата обращения: 25.03.2023).
2. Хохлов А.А., Мельников Ю.А., Веселов Ф.В., Холкин Д.А., Дацко К.А. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. – М.: СКОЛКОВО, 2018. – 89 с.
3. Гудков С.А., Лебедева Е.А. Когенерация, использование когенерационных установок [Электронный ресурс] URL: http://www.rae.ru/forum2012/313/2908 (Дата обращения: 06.04.2023).

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

Д.Ю. Степанов, П.А. Щинников
Новосибирский государственный технический университет
dmitriy_stepanov_200@mail.ru

В работе проведён анализ расчётов выбросов вредных веществ в атмосферу с использованием природоохранных систем и без них для угольных и газовых энергоблоков с паровыми турбинами типа К и Т в диапазоне электрических мощностей от 25 до 800 МВт. По результатам расчётов были построены графики отражающие зависимости выбросов вредных веществ и мощности энергоблока.

Ключевые слова: концентрации вредных выбросов, турбина, природоохранные системы

Проведены расчёты концентраций вредных выбросов в атмосферу. Проведены расчёты выбросов без природоохранных систем и с природоохранными системами, при расчётах использованы материалы [1, 2]. В зависимости от мощности показаны характерные значения концентраций загрязняющий атмосферу веществ (рисунки 1–4).

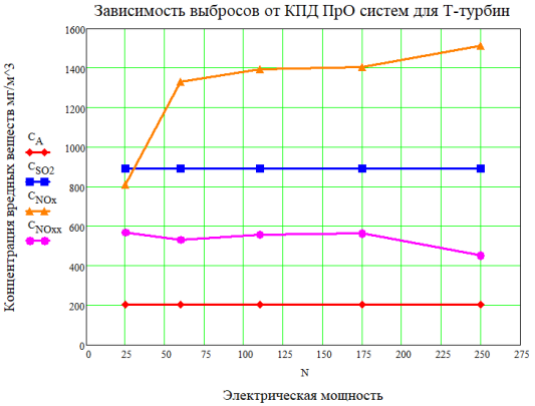


Рисунок 1 – Зависимость выбросов от мощности энергоблока и КПД природоохранных систем

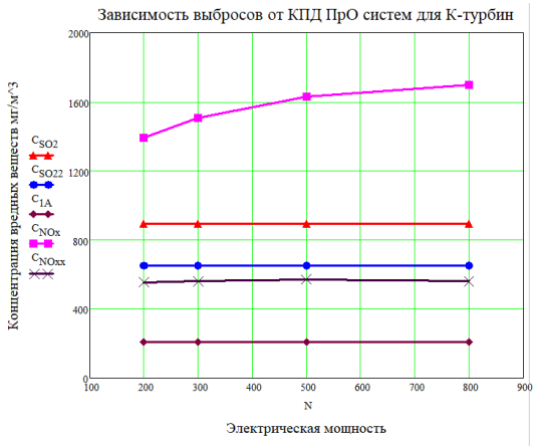


Рисунок 2 – Зависимость выбросов от мощности энергоблока и КПД природоохранных систем

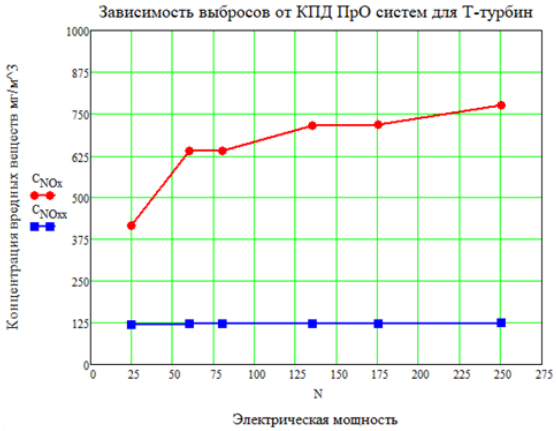


Рисунок 3 – Зависимость выбросов от мощности энергоблока и КПД природоохранных систем

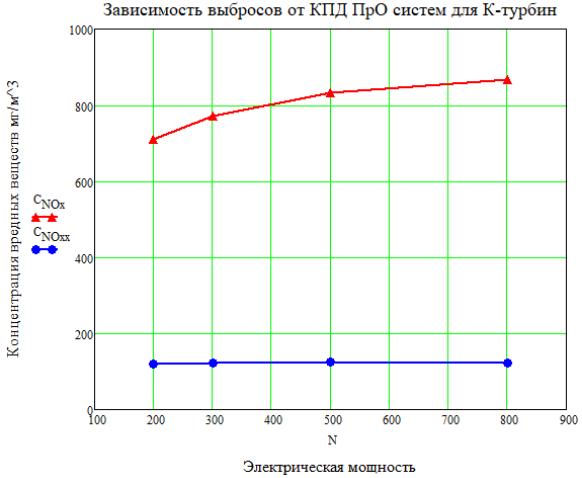


Рисунок 4 – Зависимость выбросов от мощности энергоблока и КПД природоохранных систем

Список литературы

1. Саломатов В. В. Природоохранные технологии на тепловых и атомных электростанциях : [монография] - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2006. - 852 с.

2. Оценка воздействия вредных выбросов в атмосферу : методические указания к расчетно-графическому заданию для студентов-энергетиков специальности 100500 / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. П. А. Щинников]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2000. - 22 с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПРОТИВОВЕСА

А.О. Халиман, Ю.В. Целебровский
Новосибирский государственный технический университет
anastasia.khaliman@mail.ru

В [1] описана история противовеса, рассмотрены случаи успешной установки противовеса на пролетах ВЛ, опоры которых находились в разных грунтах: с большим и малым удельным электрическим сопротивлением. Высказана гипотеза о шунтирующем свойстве противовеса. В связи с этим изучение изменения плотности тока в грунте вблизи проложенного противовеса является важным шагом на пути к подтверждению высказанного предположения. В настоящей работе описывается опыт усовершенствования расчетной модели исследования противовеса, описан план дальнейшего многофакторного вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: противовес, шунтирующий эффект

Для исследования распространения электрического тока в верхних слоях грунта во время грозы была создана упрощенная модель в программе PARSIZ [2]. Алгоритм программы предполагает наличие только вертикальной неоднородности грунта, что обусловливает особенности выбранных расчётных моделей.

Первая модель описана в [1]: грунт принят двухслойным: первый слой высокой проводимости – ρ_1=20 Ом·м, мощностью 2 м; второй - низкой проводимости – ρ_2=7000 Ом·м. Для ввода тока в землю использовался сетчатый заземлитель шириной 50 м и глубиной 3 м, (источник тока), с которого в грунт стекал ток 1000 А. В некоторых расчётах вертикальная сетка оснащалась тремя расположенными на глубине 0,5 м (у верхнего электрода сетки) горизонтальными электродами (в направлении противовеса). В качестве противовеса использовался горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 0.5м длиной 100м, который располагался перпендикулярно плоскости

сетки на разных расстояниях от нее (30м, 50м и 100м) для установления зависимости протекающего по нему тока от расстояния до источника тока.

Недостатки модели: а) В связи с тем, что ток стекает с источника во всех направлениях, в работе принято допущение, что в оба полупространства стекают равные токи. Исходя из этого, все полученные расчетным способом значения параметров умножались на коэффициент k=2, что увеличивало погрешность расчетов; б) Наличие составляющей напряженности электрического поля, перпендикулярной оси противовеса, искажает общую картину в сравнении с полем токов в земле, возникающем при движении грозового облака над пролетом ВЛ (условно принято, что их направление строго горизонтальное), в) В модели противовес не пересекал границы слоёв с разными сопротивлениями. Поскольку в алгоритме используемой программы [2] не предусмотрены модели грунтов с вертикальной границей раздела.

Преимущества модели: малое время расчета

В результате расчета по описанной модели получена зависимость максимального продольного тока в противовесе от его длины, и выполнено сравнение доли тока, протекающего в противовесе с долей тока, протекающей по грунту через площадку 60м^2, перпендикулярную оси противовеса.

Вторая модель электрического поля [3]: модель грунта принята двухслойной: первый слой высокой проводимости – ρ_1=20 Ом·м, мощностью 20 м; второй - низкой проводимости – ρ_2=1000 (2000) Ом·м. Моделирование токов в земле проведено с помощью двух симметричных сеток площадью 900 м^2 и расположенных на глубинах h_1=0 м, и h_2=5010 м, в которые вводился ток (+1000) А и (-1000) А, соответственно. Сетки (источники тока) создавали вертикальное поле токов, моделирующее горизонтальные токи в земле, возникающие при движении грозового облака. В качестве модели противовеса использовался вертикальный заземлитель, начало которого было закреплено на глубине 10 м (тем самым обеспечивался отступ от источника тока), длина заземлителя изменялась в пределах (90-4990) м. Ось противовеса проходит через центр источника тока.

Недостатки модели: а) Конструкция источников поля не исключает наличие концевого эффекта по краям сеток, что не позволяет создать однородное поле вокруг противовеса; б) Недостаточная зеркальность полей сеток, вызванная тем, что с верхней сетки ток стекает только в одно полупространство, а с нижней распространяется во оба, так как сверху и снизу грунт имеет одинаковую проводимость; в) При

увеличении длины противовеса, его конец существенно приближается к нижней сетке, что сильно влияет на погрешность расчета.

Преимущество модели: относительно прошлого опыта создания поля токов, в данной работе составляющая, перпендикулярная оси противовеса, значительно уменьшила свое значение, так как в системе появилась симметрия конфигурации с разными знаками зарядов.

Полученные с помощью описанной модернизированной модели зависимости: а) Зависимость максимального продольного тока в противовесе от длины последнего; б) зависимость того же тока от отношения удельного электрического сопротивления грунта с высокой проводимостью к значению этого же параметра грунта с малой.

Третья модель электрического поля отличалась от предыдущей наличием третьего слоя, на границе с которым располагался второй сетчатый заземлитель. Модель грунта принята трехслойной: первый слой высокой проводимости – ρ_1=20 Ом·м, мощностью 1000 м; второй - низкой проводимости – ρ_2=1000 Ом·м, низкая проводимость третьего слоя ρ_3=100000 Ом·м обеспечивала моделирование опытов в двух слоях равной мощности, так как ток практически не проходил в грунт с ρ_3 из-за большого значения удельного электрического сопротивления слоя. Моделирование токов в земле проведено с помощью двух симметричных сеток площадью 31416 м^2 и расположенных на глубине h_1=0 м, h_2=2000 м, в которые вводился ток (+1000) А и (-1000) А, соответственно Сетки (источники поля) создавали вертикальное поле токов, моделирующее горизонтальные токи в земле, возникающие при движении грозового облака. В качестве модели противовеса использовался вертикальный электрод. Ось противовеса проходила через центр источника тока. Длина противовеса не менялась (=100м), переменным параметров было соотношение длин противовеса в грунтах с низким и высоким удельным электрическим сопротивлением. Сетки (источники поля) так же создавали вертикальное поле токов, моделирующее горизонтальные токи в земле, возникающие при движении грозового облака.

Недостатки модели: большое время расчета (около 1 часа), точечный ввод тока в сетку.

Преимущества модели: конструкция источников поля, которая у данной модели состоит из лучей, расходящихся от центра источника, соединенных окружностями разных радиусов, центры которых совпадают с центром источника поля, исключает наличие концевого эффекта по краям сеток, что позволяет создать однородное поле вокруг противовеса; приемлемая зеркальность полей сеток, обусловленная наличием третьего грунта низкой проводимости, затрудняющего

стекание тока в нижнюю часть модели, тем самым ток стекает преимущественно наверх (таблица 1). Из таблицы 1 можно увидеть, что плотность тока, стекающего с нижней сетки в подстилающий грунт, в 100 раз меньше плотности тока, протекающего от нижней сетки к верхней. Это обеспечивает малую погрешность расчёта поля между сетками. При изменении глубины расположения противовеса, влиянием приближения одного из его концов к ближайшей сетке можно пренебречь в связи с тем, что расстояние между ними превышает длину противовеса в 9 и более раз (в зависимости от расположения). Отсутствие составляющей поля, перпендикулярной оси противовеса.

Список литературы

1. Халиман А. О. Расчетная проверка эффективности противовеса как средства молниезащиты / А. О. Халиман, Ю. В. Целебровский ; [науч. рук. Ю. В. Целебровский]. – Текст : непосредственный // Интеллектуальный потенциал Сибири : сб. науч. тр. 30 регион. науч. студен. конф., Новосибирск, 23–27 мая 2022 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. – Ч. 3. – С. 98–101.
2. Нестеров С.В. Применение интегральных уравнений для расчета заземлителя произвольной конфигурации в неоднородном грунте. Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам: Сборник докладов/ под ред. Ю.В. Целебровского – Новосибирск: Сибирская энергетическая академия, 2005. – С. 51-58
3. Халиман А. О. Молниезащитный шунт / А. О. Халиман ; науч. рук. Ю. В. Целебровский. - Текст : непосредственный // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. 16 Всерос. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 5–8 дек. 2022 г. : в 11 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2022. – Ч. 4. – С. 120–123.

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ: ТРАНСПОРТ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ РЕМОНТЕ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

П.Е. Астахова, Д.И. Школина
Сибирский государственный университет путей сообщения
lina.astahova77@gmail.com, dashashkolina@mail.ru

Работа посвящена анализу и оценке рисков в подразделениях неразрушающего контроля на предприятиях, занимающихся ремонтом железнодорожного транспорта. На основе анкетирования специалистов, занимающихся неразрушающим контролем узлов и деталей подвижного состава, и диаграммы Парето установлены и проанализированы основные риски, которые оказывают влияние на достоверность результатов контроля.
Ключевые слова: анализ рисков, система менеджмента качества, оценка риска, неразрушающий контроль, анкетирование.

Актуальность работы заключается в том, что оценка рисков на рабочем месте становится важнейшей задачей, решение которой приведет к повышению эффективности, получению достоверных результатов за счет своевременной корректировки производственного процесса. Риски возникают и оказывают влияние на любую компанию. Организации принимают соответствующие решения по управлению рисками, создавая необходимую контрольную среду, информируя сотрудников и внедряя средства внутреннего контроля. Разработка мероприятий по управлению рисками позволяют предвидеть наступление и принять соответствующие меры для снижения степени влияния риска. Вероятность наступления риска зависит от системы менеджмента качества. Если система менеджмента качества в организации работает эффективно, то фактор риска оказывает незначительное влияние на работу в организации. Если воздействие есть, необходимо провести профилактику этой системы.

Цель работы – анализ и оценка рисков в подразделении неразрушающего контроля (далее по тексту НК) на предприятиях,

занимающихся ремонтом железнодорожного транспорта и причин их возникновения.

Идентификация рисков. Определение факторов риска и показателей, влияющих на общий результат процесса, является важной задачей для каждой организации. Для отдельных организаций список факторов будет различным в зависимости от сферы деятельности и особенностей работы [1].

В работе рассмотрено подразделение НК на предприятиях, которые занимаются ремонтом железнодорожного транспорта. Главной задачей подразделения является применение методов и средств НК для выявления дефектных деталей и узлов подвижного состава в процессе ремонта и технического обслуживания в соответствии с действующими нормативными документами и правилами контроля, а также обеспечение эксплуатационной надежности отремонтированных поездов [2].

Идентификация возможных рисков подразделения НК предприятий, занимающихся ремонтом железнодорожного транспорта, выполнена на основе анкетирования дефектоскопистов. Всего в анкетировании участвовало 93 специалиста, из которых 61 человек специализируется на контроле деталей и составных частей грузовых вагонов, 21 – на деталях и составных частях локомотивов, 12 дефектоскопистов выполняют проверку деталей и составных частях специального подвижного состава.

Риски, установленные при анкетировании дефектоскопистов и объединенные по группам, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы риска по группам

Группа риска	Количество отметок
Риски, связанные с квалификацией персонала	27
Риски, связанные с нарушением требований техники безопасности	140
Риски, связанные с оснащенностью подразделения	63
Риски, связанные с организацией производственного процесса НК	83
Управленческие риски	46

По результатам анкетирования установлено, что на рабочих местах присутствует множество факторов риска. Наибольшее количество отметок связаны с рисками, которые оказывают влияние на обеспечение

безопасности во время работы, их отметили 39 % специалистов и риски, связанные с организацией производственного процесса – 23,1%.

Основные выводы. В ходе выполнения работы, чтобы идентифицировать возможные риски, которые могут присутствовать в подразделении НК на предприятиях, занимающихся ремонтом грузовых вагонов, локомотивов и специального подвижного состава. Проведено анкетирование дефектоскопистов и определены основные факторы риска, которые оказывают влияние на процесс и достоверность НК узлов и деталей подвижного состава.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 31000 — 2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. М.: Стандартинформ. 2020 г. 19 с.
2. Правила по неразрушающему контролю вагонов, их деталей и составных частей при ремонте. Общие положения. ПР НК В.1. 2019 г. 54 с

СРАВНЕНИЕ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЧЕРЕЗ СОПОСТАВЛЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТЕЙ

Д.А. Басманов
Сибирский государственный университет путей сообщения
danil-basmanov@mail.ru

Интерес к контрейлерным перевозкам в России с каждым годом продолжает стремительно расти, однако такие перевозки до сих пор не осуществляются на регулярной основе. Объясняется это отсутствием необходимой инфраструктуры. Главным конкурентом для контрейлерного сообщения является автомобильный транспорт. В рамках данной статьи выполнен сравнительный анализ себестоимости контрейлерных и автомобильных перевозок. Для грузовладельца себестоимость играет ключевую роль, так как от нее зависит доля транспортной составляющей в конечной цене продукции.
Ключевые слова: транспорт, контрейлерные перевозки, автомобильные перевозки, себестоимость

При расчете себестоимости автомобильных перевозок все основные затраты можно подразделить на переменные и постоянные. Переменные затраты напрямую зависят от объема выполненной работы.

К ним относятся затраты на топливо, на проведение цикла технического обслуживания, на амортизацию шин, на сдельную заработную плату водителям.

Постоянные расходы, напротив, присутствуют у перевозчика вне зависимости от количества перевезенного груза. К ним относятся амортизация основных фондов (тягачи и полуприцепы), страхование транспортных средств, транспортный налог, затраты на производственную базу (аренда офисных помещений и коммунальные услуги), фонд оплаты труда, отчисления в Единый государственный внебюджетный Социальный фонд России, прочие расходы.

Для проведения расчетов в качестве подвижного состава были выбраны седельный тягач КамАЗ 54901-NEO и шторный полуприцеп Schmitz Cargobull S.CS. Согласно полученным результатам, при автомобильных перевозках переменные и постоянные расходы составляют 53,41 руб/км и 20,77 руб/км соответственно, а итоговая себестоимость – 74,18 руб/км [1, 2, 3, 4].

Себестоимость контрейлерных перевозок можно определить методом расчета укрупненной расходной ставки на 1 поездо-километр в грузовом движении, включающей в себя следующие измерители: вагоно-километры, локомотиво-километры, локомотиво-часы, бригадо-часы, тонно-километры брутто вагонов и локомотивов, расход электроэнергии. В результате расчетов себестоимость перевозки одного полуприцепа железнодорожным транспортом получилась равной 5,99 руб/км [5].

Целесообразность контрейлерной технологии доставки можно оценить посредством сопоставления ее себестоимости с себестоимостью автомобильной перевозки. При этом необходимо учитывать, что контрейлерные перевозки предполагается организовывать в рамках смешанных автомобильно-железнодорожных перевозок. В связи с этим в себестоимость всей доставки в расчете на 1 км необходимо включать дополнительные расходы:

1) на погрузочно-разгрузочные операции ($З_{ПРР}$ = 4351,20 руб) и взвешивание полуприцепа ($З_{взв.}$ = 1832,40 руб) на терминалах;

2) на завоз-вывоз груза с использованием автотранспорта (обычно радиус обслуживания терминала составляет 160 км).

Неравенство сопоставления себестоимостей имеет следующий вид:

$$\frac{L_1 \cdot З_{авто} + L_{контр.} \cdot З_{контр.} + 2 \cdot З_{ПРР} + 2 \cdot З_{взв.} + L_2 \cdot З_{авто}}{L_1 + L_{контр.} + L_2} \leq З_{авто} \quad (1)$$

где L_1, L_2 – плечо завоза и вывоза груза автотранспортом, в расчете принимаются равными по 160 км; $L_{контр.}$ – плечо контрейлерной перевозки; $З_{авто}$ – себестоимость автомобильной перевозки; $З_{контр.}$ – себестоимость контрейлерной перевозки;

Подставив в формулу (1) соответствующие значения и проведя ряд математических преобразований, можно получить следующее решение неравенства:

$$L_{контр.} \geq 181{,}36 \text{ км.}$$

Таким образом, на основании сравнения себестоимости автомобильных и контрейлерных перевозок можно сделать вывод о том, при железнодорожном плече перевозки более 181,36 км предпочтение следует отдавать контрейлерной технологии доставки грузов. На коротких же расстояниях экономически целесообразнее использовать автомобильный транспорт.

Несмотря на экономическую эффективность контрейлерных перевозок, их объемы в России пока не могут достигнуть уровня, при котором можно осуществлять регулярное сообщение по определенным маршрутам. Основными трудностями являются недостаточный уровень развития инфраструктурной базы, а также достаточно усложненный документооборот на железнодорожном транспорте. Дальнейшие работы, направленные на решение данных проблем, позволят сделать контрейлерный сервис более привлекательным для клиентов и дать импульс для его успешного развития.

Список литературы

1. SCHMITZ S.CS UNIVERSAL – URL: https://cargo-trailer.ru/universal
2. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р (ред. от 30.09.2021) «О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»
3. Сервис, ремонт и техническое обслуживание Камазов предлагает Официальный дилер Камаз. – URL: https://kamaz-novosibirsk.ru/service/
4. Зарплата Водителя-дальнобойщика в России за 2023 год, средняя зарплата в России | ГородРабот.ру. – URL: https://clck.ru/33z87V
5. Ключевые показатели деятельности – О Компании – Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2021 г. – URL: https://ar2021.rzd.ru/ru/about-company/key-indicators

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ РЕЛЬСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН РЭЛЕЯ

Е.В. Бояркин, А.А. Пичугина, А.Г. Черкашина
Сибирский государственный университет путей сообщения
nastyona_cherkashina@mail.ru

Тезисы посвящены анализу и применению поверхностных волн при контроле рельсов. Железнодорожные рельсы играют важную роль в современном транспорте, но из-за постоянной эксплуатации и нагрузок, они подвержены износу и деформации. Проведено исследование зависимость изменения амплитуды сигнала в рельсе при удалении преобразователя от отражателя, оценена скорость ультразвуковых волн в материале, определено затухание ультразвуковых волн.

Ключевые слова: поверхностные волны, рельсы, отражатель, ультразвуковые волны, контроль.

Проведение неразрушающего контроля рельсов является основным и обязательным, при его осуществлении обеспечивается безопасность движения подвижного состава, соответственно предотвращаются аварии и катастрофы. В средствах, применяемых для контроля рельсов, используются наклонные и прямые преобразователи, которые обеспечивают прозвучивание головки, шейки, проекции в подошву и обеспечивают выявление большинства дефектов [1]. Одним из сложно выявляемых дефектов являются трещины на поверхности катания, не выходящие на боковую грань рельса, они затруднительно выявляются и могут быть пропущены.

Целью работы является рассмотрение возможности применения контроля рельсов поверхностными рэлеевскими волнами, которые позволяют уверенно выявлять дефекты на поверхности катания. Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) исследовать зависимость изменения амплитуды сигнала в рельсе при удалении преобразователя от отражателя;

2) оценить скорость ультразвуковых волн в материале;

3) определить затухание ультразвуковых волн.

Поверхностные волны Рэлея – это механические волны, которые распространяются по поверхности твёрдых тел. Они могут возбуждаться различными способами, включая удары, вибрации или электромагнитные поля.

Для реализации эксперимента использовался бездефектный фрагмент рельса длиной 1500 мм, бывший в эксплуатации.

Первоначально необходимо исследовать изменение амплитуды и времени пройденного волной от расстояния до углового отражателя в виде торца рельса.

Перед проведением эксперимента выполнялась настройка глубиномера дефектоскопа и определялось опорное усиление $N_{\text{оп}}$ с применением стандартного образца СО-3Р.

При проведении эксперимента на поверхность рельса была нанесена разметка, первоначально с шагом 20 мм и на расстоянии от 200 до 1450 мм – с шагом 50 мм.

В каждой точке определялось время, пройденное волной в рельсе, и амплитуда эхо-сигнала от торца рельса. По значению амплитуды сигнала рассчитывалась эквивалентная чувствительность $N_{\text{э}}$. Дополнительно было определено относительное изменение амплитуды сигнала $\frac{\text{A}_i}{\text{A}_0}$.

Для определения скорости ультразвуковых волн в рельсе был выполнен анализ зависимости расстояния R от времени, пройденного волной, до отражателя $t_{\text{в}}$, $R = f(t_{\text{в}})$.

Путем метода наименьших квадратов были найдены коэффициенты регрессии и свободные члены линейного уравнения, где свободный член R_0 составляет 3,6 мм, скорость рэлеевской волны (коэффициент регрессии) C_R равна 2,96 мм/мкс. В соответствии с литературным источником скорость рэлеевской волны C_R составляет 2950 м/с или 2,95 мм/мкс, что соответствует полученным данным [2, 3].

Построив зависимость амплитуды сигнала $N_{\text{э}}$ от расстояния R, пройденное волной, установлено, что на данной зависимости можно выделить два характерных участка. На первом участке, на расстоянии от торца рельса до 100 мм имеется относительно быстрое уменьшение амплитуды на 5 дБ. На втором участке, на расстоянии от 100 мм до 1450 мм идет монотонное уменьшение амплитуды 1,5 дБ на каждые 100 мм, общее изменение амплитуды составило 9 дБ, т.е. зависимость на втором участке фактически является линейной. Если в методики выполнения измерений предусмотреть контроль дефектов на расстоянии от 100 до 1450 мм от ПЭП, то для выравнивания чувствительности в зависимости от расстояния, пройденного волной, достаточно настраивать только изменение амплитуды временной регулировки чувствительности в дефектоскопе, без настройки формы временной регулировки чувствительности.

Для оценки затухания ультразвуковых волн была рассмотрена зависимость отношения амплитуд $\frac{A_i}{A_0}$ и расстояния R и определено экспоненциальное уравнение связи. Определение уравнения экспоненциальной связи методом наименьших квадратов показало, что затухание ультразвуковых волн δ составляет 0,23 м$^{-1}$, что в принципе соответствует диапазону, в котором в стали имеется затухание поверхностных рэлеевских волн [2, 4].

Использование поверхностных волн для контроля железнодорожных рельсов является эффективным и перспективным методом. Он позволяет обнаруживать дефекты на более глубоких уровнях, имеет высокую чувствительность к малым деформациям и дефектам, а также может использоваться для контроля внутренних и внешних деформаций.

Список литературы

1. Марков А.А., Шпагин Д.А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов., – СПб.: «Образование–Культура». 1999. – 230 с.: ил.
2. Методы акустического контроля металлов / Н.П. Алешин, В.Е. Белый, А.Х. Вопилкин и др.: Под ред. Н.П. Алешина. – М.: Машиностроение, 1989 – 456 с.; ил.
3. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Радиоционная, Ультразвуковая и магнитная дефектоскопия металлоизделий: Учеб. для ПТУ. – М.: Высш. шк., 1991. – 271с.: ил.
4. Неразрушающий контроль: Справочнимк: В 7т. Под общ. ред. В.В. Клева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. – М.: Машиностроение, 2004 – 864 с.: ил.

ПРИМЕНЕНИЕ TIN МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Я. А. Братущенко, А. А. Жидкова, А.А. Карасева
Сибирский государственный университет путей сообщения
yana.bratushchenko@mail.ru

Данная статья посвящена описанию применения TIN модели местности при проектировании железных дорог. В ходе исследования была определена потребность в моделировании географических объектов. Также в данной работе были написаны алгоритмы построения триангуляционных моделей двумя способами. При создании

моделей была использована система автоматизированного проектирования (САПР) – nanoCAD.

Ключевые слова: моделирование, модель TIN, триангуляционная модель, географические объекты, алгоритм, nanoCAD.

Создание железнодорожной инфраструктуры требует большого количества времени, средств, ресурсов вычислительной техники и информации. В эпоху цифровизации инженеры-проектировщики, изыскатели, строители, заказчики используют новые технологии для ускорения и упрощения многих операций. В качестве области исследования могут послужить технические изыскания, необходимые для создания новых и реконструкции уже существующих железнодорожных линий.

Цель исследования: определить эффективность применения TIN модели для проектирования железных дорог.

С помощью различных программ и систем автоматизированного проектирования (САПР) производится синтез, анализ и частичная оценка проектного решения, представление проекта. Также в наше время разрабатываются и применяются новые способы моделирования местности, которые позволяют более точно перенести данные о рельефе в цифровое пространство.

Прокладка магистрального хода, выбор оптимального варианта направления трассы, необходимость строительства искусственных сооружений – все эти процессы требуют высокой точности информации о рельефе. Человек, используя цифровую модель, может рассмотреть объект с разных сторон. Если речь идет о географических объектах, можно визуализировать рельеф местности: перепады высот, холмы и пониженные места, водоразделы и тальвеги, хребты и овраги и пр. Широкое применение в сфере проектирования получила модель TIN.

Модель TIN (Triangulation Irregular Network – триангуляционная нерегулярная сеть) географических объектов – модель поверхности в виде сети смежных не пересекающихся треугольных граней, определенная по узлам и ребрам, которые покрывают поверхность. Она позволяет выполнить сложный анализ поверхности (вычисление высот, уклонов, экспозиций склонов, получение изолиний поверхности, расчеты объемов, вертикальные профили по трассе линии, анализ видимости) [1].

В геодезии уже давно применяют триангуляционные сети, которые состоят из узлов, ребер и граней. Узлами являются намеченные точки местности – вершины треугольников. Ребра – стороны треугольников. Грани – части поверхности земли, то есть поверхности треугольников

модели [2]. В отличие от сетей узлы триангуляционных моделей имеют 3 координаты – X_i, Y_i, Z_i.

Строить TIN можно вручную или автоматизировано с помощью САПР. Рассмотрим подробно:

1. Для моделирования был выбран планшет с нанесенными горизонталями, тальвегами и водоразделами (Рисунок 1).

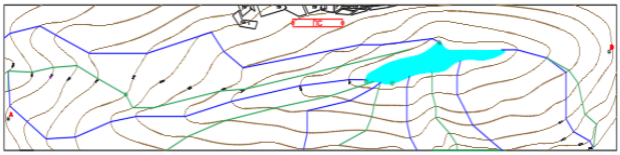


Рисунок 1 – Исходная карта местности

Будем считать, что известны координаты точек местности, известны длины сторон треугольника, горизонтальные углы. Построим треугольники, примыкающие друг к другу (Рисунок 2).

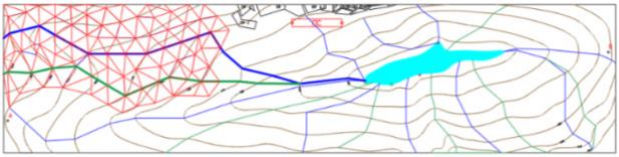


Рисунок 2 – Триангуляционная сеть, нанесенная на карту местности

2. Иногда в триангуляционных моделях используют триангуляцию Делоне, которая исключает попадание в окружность, описанную вокруг любого треугольника, других узлов модели [3].

3. Теперь перейдем в «3D моделирование» и поднимем каждый узел треугольника на определенную высоту (Рисунок 3).

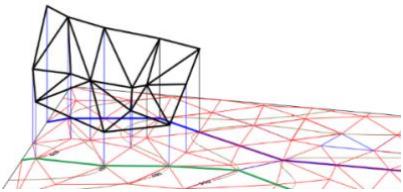


Рисунок 3 – Триангуляционная модель, построенная вручную

В результате получаем объемную модель рельефа местности. Для наглядности каждый высотный слой может быть раскрашен в разные цвета.

Рассмотрим второй способ создания TIN модели с помощью модуля «Топоплан» программы nanoCAD.

1. Для построения были использованы обработанные точки съемки формата txt с координатами X, Y, Z.
2. Создаем замкнутую полилинию, тем самым наносим очертания TIN поверхности – границы объекта.
3. Работаем с помощью блока «СозданиеTIN» и создаем поверхность по точкам верхнего и нижнего слоев. В итоге получаем две поверхности – дно и возвышение.
4. Данный модуль удобен тем, что можно быстро и точно вычислять объемы поверхностей и земляных работ. Для этого переходим к блоку «Текстуры и расчеты». Выбираем объект и получаем перемещаемый, балансовый, снимаемый и насыпаемый объем.

Правильное представление цифровой и графической информации является важным фактором для железнодорожного трассирования. Целью проектировщика является не только выбор оптимального направления трассы, но и минимизация затрат. Вращая модель, можно представить очертание поперечного профиля трассы и увидеть уклоны местности.

Проверив оба способа построения триангуляционных моделей местности, было отмечено, что автоматизированный способ намного эффективнее, так как требует меньших затрат по времени, имеет высокую точность построения и вычисления, позволяет корректировать данные. При построении TIN географических объектов вручную, есть риск совершения ошибок при вычислениях земляных работ, при нанесении точек на планшет. Подводя итог, можно сказать, что современные САПР, такие как nanoCAD позволяют уменьшить число рутинных и энергозатратных операций, дают возможность инженерам более корректно представлять местность, где будет проложена железная дорога.

Список литературы

1. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / Шипулин В. Д.; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 с.
2. Инженерная геодезия: Учеб. для студентов вузов: / Клюшин Е.Б., Климов М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. / Под ред. Д.Ш. Михелева.

- 4. изд., испр. – М.: Академия, 2004 (ГУП Сарат. полигр. комб.). – 478 с.
3. Триангуляция Делоне и ее применение // А. В. Скворцов. – Томск: Издательство Томск. ун-та, 2002. – 128 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧНЫЕ СКЛАДЫ ДЛЯ РАБОТЫ С ТАРНО-ШТУЧНЫМИ ГРУЗАМИ

Я. А. Братущенко, А. А. Жидкова
Сибирский государственный университет путей сообщения
yana.bratushchenko@mail.ru

Данная статья посвящена перспективам создания современных технологичных складов для работы с тарно-штучными грузами (ТШГ). В ходе исследования были определены параметры технологичного склада и системы автоматизации складских операций. Также в данной работе был проанализирован зарубежный опыт внедрения «умных складов» крупными компаниями. В статье представлена информация о возможности строительства складов данного типа в России.
Ключевые слова: технологичный склад, тарно-штучный груз, складская логистика, автоматизация операций, система управления складом, роботизация.

Увеличение потребности населения в приобретении различной продукции создает необходимость ускорить логистические процессы. Модернизация и уменьшение времени осуществления складских операций достигается путем автоматизации технологических процессов. Такие нововведения можно наблюдать на технологичных складах. Склады данного типа активно используются в странах Европы и США. Россия постепенно начинает внедрять «умные склады» для хранения тарно-штучных грузов (ТШГ), поэтому стоит рассмотреть перспективы их использования.

Технологический процесс складской переработки товаров — это совокупность последовательно выполняемых операций, связанных с подготовкой к приемке и приемкой товаров, размещением их на хранение, организацией хранения, подготовкой к отпуску и отпуском товаров [1]. Анализ выполнения данных операций в период пиковой активности позволяет сделать расчеты определенных показателей (средний уровень запаса груза за период, количество ячеек и

разгрузочных устройств, вероятность увеличения площади складирования и т.д.). По результатам расчетов можно сделать вывод о необходимых параметрах технологичного склада.

Для автоматизации технологических процессов складирования необходимо использовать робототехнику и различные цифровые системы, такие как WMS, pick by и т.д.

WMS (Warehouse Management System) — программа для управления складом, позволяющая автоматизировать складские процессы с момента поступления груза до его отправки. Система контролирует прием, размещение, хранение, отгрузку, упаковку, инвентаризацию ТШГ. Главное преимущество WMS состоит в том, что при минимальных затратах повышается эффективность работы склада [3].

Подробно разберем, как система автоматизирует процесс размещения и хранения продукции. Для рационального хранения груза следует учитывать его назначение, объем склада, доступность товаров для поиска и работы с погрузочно-выгрузочными устройствами. Не стоит забывать и о специальных рекомендациях по расположению и укладке товаров, создании условий хранения. Сотрудникам тяжело оперировать всеми этими данными без программного обеспечения.

WMS делает все быстрее. Программа разбивает складское помещение на виртуальные ячейки и зоны, откуда забирают товар или же наоборот в них размещают продукцию. Каждая ячейка и зона обладает своим размером, штрихкодом, указывающим на адрес, характеристикой. При размещении программа учитывает степень загруженности складского помещения и тип товаров. Например, чтобы тяжелые товары и продукция с высоким спросом находились ближе к месту отгрузки. Так как система автоматически распределяет задания между работниками, она делает это, соблюдая равномерную нагрузку на персонал и складское пространство, чтобы избежать столкновений.

В складской логистике используется целый комплекс умных решений: решений: pick-by-light (размещение по световому сигналу, pick-by-voice (голосовое управление складом), pick-by-vision (подбор по изображению) [3].

В странах Европы технологичные склады стали более распространены, чем традиционные. Это связано с тем, что заработная плата сотрудников складских комплексов превышает 1000 евро. К примеру, в Швейцарии неквалифицированный работник может получать 3000 евро. Другой причиной популярности технологичных складов является внедрение Big Data (больших данных) для определения востребованности товаров на рынке.

Крупнейшая в мире американская ритейл-компания Amazon успешно роботизировала процессы складской логистики. Сейчас в Amazon работает более 100 тысяч мобильных роботов по всему миру.

В Китае технологичные склады для хранения тарно-штучных товаров используют роботов и современные информационные системы. Компания Alibaba Group является интернет-гигантом среди торговых корпораций. Роботы данной организации хорошо ориентируются в пространстве, отлично маневрируют, быстро заряжаются и долго работают.

В России стоимость ручного труда значительно ниже, чем в Европе или США, однако она растет с каждым годом. Уровень зарплат складских работников в этом году повысился примерно на 10-15% по сравнению с 2021 годом. Размер средней заработной платы сотрудников склада представлен на диаграмме (Рисунок 1).



Рисунок 1 — Диаграмма средней заработной платы сотрудников склада *по данным сайта retail.ru

Если говорить о перспективах создания технологичных складов в нашей стране, следует отметить, что это актуально для крупных компаний. Также, «умные склады» подойдут для предприятий, где нельзя допустить неточность низкоквалифицированного персонала или если сотрудникам опасно находиться в складском помещении. Российская компания Ronavi Robotics является единственным в стране разработчиком-производителем логистических роботов. Это определяет новые перспективы автоматизированного складирования в России. В любом случае, прежде чем принять решение о строительстве нового или автоматизации уже существующего склада следует

определить экономическую целесообразность проекта. Современный технологичный склад ускорит получение заказчиком тарно-штучного товара, тем самым привлечет больше клиентов для компаний.

В процессе исследования были определены подходящие характеристики складских помещений и предложены способы автоматизации операций. Основными требованиями к созданию технологичных складов являются экономическая целесообразность, сокращение времени осуществления технологических процессов, востребованность у арендаторов и заказчиков. Подводя итог исследования, следует сказать о том, что современные технологичные склады становятся востребованными во многих странах. Удешевление складской техники и оборудования со временем сократит сроки окупаемости «умных складов». Россия, развивая складскую логистику, достигнет больших экономических показателей.

Список литературы:

1. Александрова Л. Ю., Мунши А. Ю. Актуальные проблемы логистики на складе и их решения // Вестник РУК. 2020. №1 (39). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-logistiki-na-sklade-i-ih-resheniya (дата обращения: 29.04.2023).
2. Апостолов И. Ю. Склады в системе физического распределения товара. Выбор склада и места для склада. Международные классификаторы складов // СЭП. 2022. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sklady-v-sisteme-fizicheskogo-raspredeleniya-tovara-vybor-sklada-i-mesta-dlya-sklada-mezhdunarodnye-klassifikatory-skladov (дата обращения: 29.04.2023).
3. Власов К. Ю. WMS (система управления складом) // Скиф. 2019. №12-1 (40). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/wms-sistema-upravleniya-skladom (дата обращения: 02.05.2023).

ИНТЕРМОДАЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ НАЛИВНЫХ НЕОПАСНЫХ ГРУЗОВ

В.А. Василенко
Сибирский государственный университет путей сообщения
vlados55535@mail.ru

Проблемам российской контейнерной логистики всегда являлись: низкий уровень контейнеризации. В настоящее время в данном сегменте возникли дополнительные трудности, вызванные внешними

ограничениями. Существует значительный дефицит в сегменте парка специализированных контейнеров, что не позволяет расширить номенклатуру перевозимых грузов, в том числе за счет контейнеризации перевозки наливных грузов

Ключевые слова: универсальные и специализированные контейнера, специализированная тара

Транспорт является важной частью инфраструктуры рынка, одним из общих условий производства.

Контейнерные перевозки – это долгосрочная мировая логистическая тенденция, обеспечивающая оптимизацию затраченных ресурсов, в особенности, при мультимодальных перевозках. Номенклатура грузов, перевозимых в контейнерах, расширяется. Доля контейнерных перевозок также растет, потому что доставка груза осуществляется по принципу «от двери до двери» без перетарки в местах стыкования разных видов транспорта. В Европе на их долю приходится примерно 80% смешанных перевозок.

На фоне данной тенденции перспективным направлением развития железнодорожных грузовых перевозок в России является контейнеризация перевозок. Россия еще не достигла среднего мирового уровня контейнеризации. В последние годы среднегодовой темп роста в данном сегменте составляет более 9 %, что ниже мирового уровня.

Можно классифицировать контейнеры по типу перевозимого груза на универсальные и специализированные.

Термин специализированный контейнер не означает средство передвижения или обычную, или специальную упаковку.

По конструктивным особенностям специальные контейнеры делят на жесткие, мягкие (эластичные), комбинированные.

По характеру перевозимого груза выделяют следующие типы специализированных контейнеров, отличающиеся по конструктивным особенностям:

- для различных сыпучих материалов (биг-бэги, балк контейнеры);
- жидких и вязких продуктов и сжиженных газов (танк-контейнер, IBS-контейнер);
- для скоропортящихся и пищевых продуктов (рефконтейнер)
- и др.

«Базовыми проблемами российской контейнерной логистики всегда являлись: низкий уровень контейнеризации внутренних и частично внешнеторговых грузопотоков, превышение объемов импортных контейнеропотоков над экспортными, низкая доля железнодорожного транспорта в освоении импортных контейнеропотоков и переключение

контейнеропотоков с основных железнодорожных направлений на «параллельные» маршруты с использованием морского и автомобильного транспорта. Всё это стало причиной обострения контейнерного кризиса под влиянием геополитической ситуации» [1].

В настоящее время расширение уровня контейнеризации в России стакивается с серьезными внешними проблемами, вызванными введением санкций. Крупнейшие мировые операторы международных грузовых перевозок вывозят из России свои контейнеры. Maersk, Mediterranean Shipping Company и CMA CGM. Эти компании марте 2022 года объявилии о прекращении оформления заказов на доставку грузов в Россию. Они не только прекратили судозаходы в российские порты, но и активно эвакуируют из России свои контейнеры.

В России два крупных оператора контейнерного рынка – ПАО «ТрансКонтейнер» и FESCO. Владеют 193 тыс. контейнеров. В обороте на российском рынке находится около 800 тысяч контейнеров. Всего российским операторам принадлежит около 250 тысяч контейнеров, если крупные мировые операторы заберут свои контейнеры, наш рынок лишится около 60 % емкостей контейнерного парка. Главным источник контейнерного парка сейчас являются китайские операторы, которые быстро и активно замещают мировых лидеров.

Крупнейшим предприятием России по выпуску контейнеров считается «Абаканвагонмаш» при полной загрузки сможет выпускать около 10 тысяч контейнеров в год, что не позволит заместить ушедших игроков. Спрос на данный момент оценивается примерно в 100 000 единиц оборудования.

В то же время, из-за перераспределения потоков и после ухода глобальных контейнерных линий, в России образовался дефицит порожнего оборудования. Это в первую очередь относится к специализированной таре — рефрижераторным контейнерам, контейнерам Open Top, FlatRack и др. которых и так было мало. [3].

На порядок организации транспортировки влияет не столько «видовая принадлежность» груза, сколько его физико-химические свойства. Преимущественно сырьевой характер российского экспорта приводит к тому, что его структура на 80-85% состоит из навалочных и наливных грузов, не относящихся к контейнеропригодным. С учетом значительного дефицита специализированного парка контейнеров для перевозки насыпных и наливных грузов актуальной задачей является расширение сферы применения универсальных контейнеров за счет создания специализированной тары для перевозки отдельных категорий грузов в универсальных контейнерах: лайнер-бег, флекси-танк и др. В России это вид тары только набирает популярность. Причиной

невысокого спроса на флекситанки в России также может служить главный его минус – запрет перевозки опасных грузов. А именно опасные грузы составляют порядка 70% транспортируемых жидких грузов, это нефть, сжиженные газы и кислоты. Также барьером быстрого внедрения является допуск к перевозке по железным дорогам только при наличии утвержденного МТУ на каждую модель флекситанка, железные дороги – основной вид транспорта для перевозки грузов по РФ.

При возрастающем спросе к мультимодальной перевозке, данный тип доставки груза актуален как для международных маршрутов, где одним видом транспорта обойтись невозможно, так и внутри страны из-за ее большой протяженности.

Список литературы

1. Бучанова, Я. А. Проблемы контейнерной железнодорожной логистики в 2022 году и варианты их решения / Я. А. Бучанова, И. С. Ключников. – Текст: электронный // Молодой ученый. – 2023. – № 5 (452), С. 20-22. – URL: https://moluch.ru/archive/452/99707/ (дата обращения: 19.04.2023).
2. Никтовенко Е. Контейнеры не катят. Как проблемы с логистикой отразятся на рынке и ценах? // Е. Никтовенко – Текст: электронный //Аргументы и факты. AIF.ru [сайт].– 15.04.2022 – URL: https://aif.ru/money/market/konteynery_ne_katyat_kak_problemy_s_logistikoy_otrazyatsya_na_rynke_i_cenah (дата обращения: 19.04.2023).
3. Эксперт: из-за перестройки логистики контейнеры «вымываются» из оборотного парка РФ. – Текст: электронный // Logirus: [сайт]. – URL: https://logirus.ru/news/transport/ekspert-_iz-za_perestroyki_logistiki_konteynery_-vymyvayutsya-_iz_oborotnogo_ parka_rf.html (дата обращения: 19.04.2023).

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПЕРЕВОЗКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ РЕГИОНА

Е.А. Водневская
Сибирский государственный университет путей сообщения
katy.Vod@yandex.ru

В статье рассмотрены различные варианты складирования скоропортящихся грузов. Выявлена зависимость между выбранной

технологией складирования и принятием решения об использовании определённого вида транспорта. Предложены перспективные направления, которые позволят сохранить текущие объемы перевозок скоропортящихся грузов и привлечь новых клиентов.
Ключевые слова: Скоропортящиеся товары, автотранспорт, железнодорожный транспорт, холодильные склады

Скоропортящиеся товары — это группа продуктов, которые быстро теряют свои товарные качества. Для их хранения на складах необходимы особые условия, которые позволят сохранить свежесть продукции и увеличить прибыль, так как меньшее количество закупок будет подлежать утилизации.

В настоящее время тема перевозки скоропортящихся грузов на любом виде транспорта является одной из самых актуальных проблем. По данным исследования АО «НИИАС», в 2021 году каждая вторая отправка скоропортящегося груза была осуществлена без учета температурной истории, что негативно сказалось на качестве пищевых продуктов на всех этапах цепочки поставок. Качество пищевых продуктов не может улучшаться в процессе обращения, поэтому в планировании складов особое внимание уделяется складским территориям, где хранятся скоропортящиеся товары.

Для хранения скоропортящихся грузов необходимо использовать холодные склады, в которых предусмотрены отдельные помещения с поддержанием определенной температуры.

Холодильные склады предназначены для хранения скоропорта при определенных температурных режимах. Создание таких складов требует обязательной системы регулируемого хладоснабжения и учета специфических требований, связанных с особенностями специализации склада. При выборе режимов хранения охлажденных и замороженных продуктов необходимо учитывать общие принципы, а также требования к холодильным сооружениям и системам охлаждения камер хранения.

В 2022 году на рынке складских помещений в России произошли изменения, которые повлияли на его стабильность. Зарубежные компании покидают российский рынок, а отечественные предприятия сворачивают производство или уменьшают объемы продукции. В настоящее время на Российском рынке наблюдается недостаток холодильных складов, а спрос на них превышает предложение.

Сравнительный анализ вновь строящихся и введенных в эксплуатацию новых холодильных складов по всей территории России показывает, что 68% объектов строятся в Европейской части страны, 24% расположены на территории Сибири и Урала, 6% холодильных

складов строятся на Дальнем Востоке и 2% зоны Крайнего Севера – это место, где располагаются холодные склады, принадлежащие частным компаниям. (Рисунок 1)

Кроме того, старение парка специализированных вагонов и их естественное выбытие из обращения является серьезной проблемой при реализации железнодорожной части НХЦ.

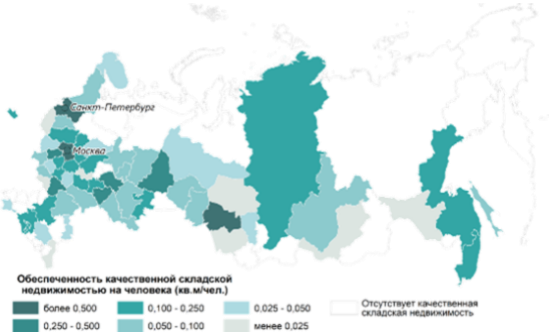


Рисунок 1 – Обеспеченность качественной складской недвижимостью на человека ($м^2$/чел.)

Различные факторы свидетельствуют о том, что для транспортировки скоропортящихся грузов железнодорожным транспортом необходимо организовывать более сложную логистическую цепь, которая включает в себя участие автомобильного транспорта. Однако, привлечение авто может привести к повышению транспортных издержек, что, в свою очередь, повлечет за собой увеличение конечной стоимости продукции. Такой подход не устраивает грузоотправителей, которые могут отказаться от услуг, предоставляемых железной дорогой. Для сохранения текущих объемов перевозок скоропортящихся грузов и привлечения новых клиентов, необходимо котонизировать перевозку таких грузов железнодорожным транспортом.

В изотермических контейнерах создания и поддержания необходимой температурной среды внутри камеры контейнера отвечает рефрижераторный агрегат. Однако, для работы такой системы требуются достаточно мощные внешние источники электрической энергии, такие как стационарные электропитающие точки или компактные дизельные генераторы.

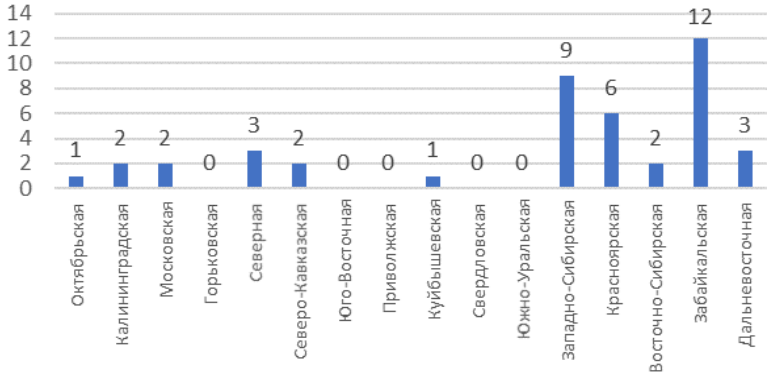


Рисунок 2 – Распределение станций по дирекциям

По данным официального сайта ОАО «РЖД» было выявлено, что всего 43 станции предоставляют услуги по хранению контейнеров с подключением к электросетям. На графике представлено распределение этих станций по дирекциям. (Рисунок 2). При это на Западносибирской дороге на трех станциях предоставляют услуги только для 20 фт контейнеров, это станции: Мариановка; Омск-Восточный; Омск-Северный. Анализируя данные графика можно сделать вывод о том, восточная часть России более развита для хранения рефрижераторных контейнеров на станциях. Это связано с поставками Дальневосточной замороженной рыбы, морепродуктов и красной икры.

Перспективным направлением также является использование смешанных перевозок. В частности, наличие единого контрагента на протяжении всего процесса транспортировки позволяет избежать необходимости нанимать разных логистических операторов, что, в свою очередь, приводит к экономии на административных расходах и уменьшает вероятность проблем с мониторингом состояния товара в местах выгрузки. Применение смешанных перевозок позволяет железной дороге привлекать дополнительный грузопоток на железнодорожный транспорт. Таким образом, использование услуг логистической компании является эффективным решением для оптимизации доставки товаров.

Для упрощения технологии транспортировки скоропортящихся грузов логистические мероприятия, такие как постройка холодных складов вблизи или на территории железнодорожных станций с обеспечением доступа к железнодорожным путям, а также предоставление клиентам возможности укрупнения партий груза на

холодных складах и предоставления скидок на перевозку укрупненных партий.

Список литературы

1. Правила перевозок железнодорожным транспортом скоропортящихся грузов: [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/553937031.
2. Роменский Д.Ю. Критерии выбора железнодорожных станций для размещения грузовых терминалов по обработке контейнерных поездов "Холодный экспресс" [Текст] / Д.Ю. Роменский, К.И. Шведин, А.М. Насыбуллин, М.В. Роменская // Вестник ВНИЖТ. - 2021. - №2 (80). - С. 100-107.
3. Роменский Д.Ю. Критерии выбора железнодорожных станций для размещения грузовых терминалов по обработке контейнерных поездов "Холодный экспресс" [Текст] / Д.Ю. Роменский, К.И. Шведин, А.М. Насыбуллин, М.В. Роменская // Вестник ВНИЖТ. - 2021. - №2 (80). - С. 100-107.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОГО ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА В НОВОСИБИРСКОМ ТРАНСПОРТНОМ УЗЛЕ

Д.Д. Воликов, С.Э. Ольховиков
Сибирский государственный университет путей сообщения
volikov-danil@mail.ru

В данной работе совершен поиск возможного оптимального размещения мультимодального транспортно-логистического центра в Новосибирской области, найдены и применены методологические подходы к определению местоположения мультимодального транспортно-логистического центра, совершен выбор площадок возможного размещения мультимодального транспортно-логистического центра вблизи станций и рассчитана стоимость строительства мультимодального транспортно-логистического центра на выбранной площадке.

Ключевые слова: мультимодальный транспортно-логистический центр, железнодорожные станции, инфраструктура, местоположение.

Задачи:

1) найти и применить методологические подходы к определению местоположения МТЛЦ;

2) изучить критерии выбора местоположения МТЛЦ;

3) совершить выбор площадок возможного размещения МТЛЦ вблизи станций;

4) рассчитать стоимость строительства МТЛЦ на выбранной площадке.

Актуальность:

Н область занимает ключевое место в цепи доставки грузов с Дальнего Востока в Европейскую часть страны и в обратном направлении, а также грузов из Китая. Формирование в регионе МТЛЦ создаст основу для снижения уровня логистических издержек в экономике, повысится реализация экспортного и транзитного потенциала страны.

Методология:

Мы провели анализ железнодорожных станций на предмет примыкания МТЛЦ производился по следующим критериям: существующая инфраструктура на станциях; расположение станции на главном ходу, в следствие чего появляется возможность использовать транзитный потенциал; расположение вблизи станций федеральных трасс для получения регионального охвата; возможность формирования на станции полносоставных поездов, а также расположение холодных складов вблизи станций.

По результатам анализа мы выбрали размещение МТЛЦ на площадках вблизи станции О и Ч.

Вблизи станции О было рассмотрено три земельных участка для размещения МТЛЦ, представлены на рисунке 1.

Вблизи станции Ч были рассмотрены две площадки №1 и №2 – это земельные участки площадью 54 и 73 тыс. кв. м соответственно, расположенные Новосибирской области (рисунок 2). Поселок расположен в 20 км от города Новосибирска и в 15 км от поселка Коченево на реке Чик. Данные земельные участки имеют государственную федеральную форму собственности и принадлежат к категории земель сельскохозяйственного назначения.



Рисунок 1 – Площадки возможного размещения МТЛЦ вблизи станции О



Рисунок 2 – Площадки возможного размещения МТЛЦ вблизи станции Ч

В качестве минимально возможного объема поставки была принята масса 750 кг. Объем поставки каждого сектора был рассчитан по принципу умножения минимально возможного объема на количество предприятий в соответствующем секторе. Определено местоположение (координат) центра тяжести для первого сектора.

Далее был проведен расчет методом частичного перебора предполагаемого местоположения МТЛЦ вблизи станций Ч и О, по результатам которого площадки, расположенные вблизи станции О являются оптимальным вариантом для размещения объектов логистического центра, поскольку суммарный грузооборот транспорта по доставке грузов ко всем потенциальным клиентам города Н от данной станции является минимальным.

Земельный участок общей площадью 201 782,43 кв. м. находится в государственной собственности. Рассмотрим два варианта приобретения прав на земельный участок: в собственность и в аренду.

1. Расчет покупки земельного участка.
2. Расчет аренды земельного участка.
3. Получение градостроительного плана земельного участка (ГПЗУ) [3].

4. Проведение инженерных изысканий для подготовки проектной документации [4].

5. Разработка эскизного проекта.

6. Подключение объекта к электроснабжению.

7. Подготовка проектной документации.

8. Разработка рабочей документации [5].

9. Получение разрешения на строительство [6].

10. Получение разрешения на ввод в эксплуатацию построенного объекта капитального строительства.

11. Определение сметной стоимости объекта строительства.

На основании стоимости работ по строительству мультимодального транспортно-логистического центра вблизи станции О подготовлена калькуляция стоимости работ, в том числе произведен расчет НДС отдельных видов работ и стоимости работ на 1 кв. м площади. В ходе расчетов некоторые данные были приняты на основании стоимости работ и услуг для аналогичных объектов.

Общие стоимости работ по строительству МТЛЦ с учетом покупки земельного участка составили 195 585 498,1 рублей, с учетом аренды – 89 738 657,3 рублей. Таким образом, выгодным вариантом будет строительство МТЛЦ на арендованном земельном участке, при котором выгода составит 105 846 840,8 рублей.

Список литературы

1. Ивлиева К.В., Каширцева Т.И., Конарева Н.А., Кузнецов А.П., Синицына А.С. Терминально-логистические комплексы: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям. – М.: МГУПС (МИИТ), 2016. – 89 с.

2. «НЕАГЕНТ» – аренда и продажа недвижимости [Электронный ресурс]. URL: https://neagent.info/ (дата обращения 29.04.2023).

3. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения 29.04.2023).

4. Постановление Правительства Российской Федерации «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» от 19.01.2006 № 20 (действующая редакция).

5. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации». Дата введения 01.01.2021 г.

УПРАВЛЕНИЕ СКЛАДСКИМИ ПЛОЩАДЯМИ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ ВО ВРЕМЯ ПИКОВЫХ НАГРУЗОК

Р.В. Исаакян, Е.С. Кадникова
Сибирский государственный университет водного транспорта
21reno4ka@mail.ru

В работе рассмотрены принципы оптимизации работы склада на примере речного порта при обработке грузопоток, следующих с железнодорожного транспорта на внутренний водный. Пиковые периоды, такие как выходные и праздничные дни, а также сезонный характер работы некоторых отраслей и в том числе внутреннего водного транспорта, могут увеличить объем хранимых и отгружаемых грузов, оказывая давление на складские площади и операции.

Ключевые слова: склад, речной порт, коэффициент складочности

Управление складскими площадями и их оптимизация в периоды пиковой нагрузки имеют решающее значение для транспортных терминалов, которые обеспечивают своевременную и эффективную доставку грузов. Чтобы максимизировать эффективность и снизить затраты, менеджеры склада должны внедрять стратегии по оптимизации складского пространства и организации выполнения складских операций в эти периоды занятости.

Для речных портов, специализирующихся на перевалке большого объема минерально-строительных грузов, железобетонных изделий, продукции металлургической промышленности и других грузов открытого хранения присуща проблема размещения грузов в межнавигационный и навигационный период для накопления при перевалке с железнодорожного транспорта и обратно через склад.

Одна из основных проблем порта – это затоваренность складов, которая возникает по разным причинам:

1. Не согласованность работы сухопутного и речного транспорта.
2. Превышающий нормативный срок хранения груза.
3. Превышающий нормативный срок погрузки судов.
4. Погодные условия.

Для оценки работы склада штучных грузов используются ряд показателей: грузооборот, производительность труда, производительность перегрузочной техники, объем хранения груза, коэффициент складочность.

При уменьшении коэффициента прохождения груза через склад, за счет согласования работы железнодорожного и речного транспорта, потребная емкость склада уменьшается. Тем самым уменьшается и потребная площадь склада для хранения штучных грузов, обеспечивающая расчетную вместимость.

Рассмотрим ситуацию, когда железобетонные изделия перевозят железнодорожным и внутренним водным транспортом в количестве 180 тыс. т.

Среднесуточный грузооборот $\overline{Q}_{сут}$ определяется по формуле:

$$\overline{Q}_{сут} = \frac{Q_н}{T_н}, \text{ т/сут.} \quad (1)$$

где $Q_н$ – навигационный оборот порта, тыс.тонн;
$T_н$ – период эксплуатации, сут.

$$\overline{Q}_{сут} = \frac{180000}{155} = 1161{,}3 \text{ т/сут.}$$

Потребная вместимость склада для освоения навигационного грузооборота определяется через нормативный срок хранения грузов

$$E_{скл} = \frac{Q_н \times k_н}{T_н} \times \alpha_{скл} \times t_{хр}, \text{ т} \quad (2)$$

где $Q_н$ – навигационный грузооборот причала, т;
$k_н$ – коэффициент неравномерности прибытия грузов;
$\alpha_{скл}$ – коэффициент прохождения груза через склад;
$T_н$ – продолжительность навигации, сут;
$t_{хр}$ – продолжительность хранения груза на складе, сут.

$$E_{скл} = \frac{180000 \times 1{,}15}{155} \times 0{,}9 \times 5 = 6009{,}68, \text{ т}$$

При согласовании работы железнодорожного и речного транспорта и уменьшении коэффициента складочности до 0,5, получим

$$E_{скл} = \frac{180000 \times 1{,}15}{155} \times 0{,}5 \times 5 = 3338{,}71, \text{ т}$$

Расчетная вместимость склада причала, специализированного на перегрузке одного вида груза должна обеспечивать эту навигационную потребность и быть не менее грузоподъемности расчетного

самоходного судна для тарно-штучного груза и быть не менее двойной грузоподъемности расчетного несамоходного судна для навалочного груза.

$$E_{скл}^{рсч} = \max\{E_{хр}; E_{с}\}\text{ , т} \quad (3)$$
$$E_{скл}^{рсч} = \max\{6009{,}68; 2800\} = 6009{,}68\text{ , т}$$

Для предлагаемого варианта после согласования:

$$E_{скл}^{рсч} = \max\{3338{,}71; 2800\} = 3338{,}71\text{ , т}$$

Потребная площадь склада для хранения штучных грузов, обеспечивающая расчетную вместимость:

$$F_{скл} = \frac{E_{скл}^{рсч}}{q_{доп} \times k_{исп}}\text{ , м}^2 \quad (4)$$

где $q_{доп}$ – допустимая удельная нагрузка на 1 м^2 площади склада, т/м^2;
$k_{исп}$ – коэффициент использования площади склада.

$$q_{доп} = \frac{n_{я} \times m_{бр}}{L_{n} \times B_{n}}\text{ , т/м}^2 \quad (5)$$

где $n_{я}$ – высота складирования пакетов в штабеле, ярусов;
$m_{бр}$ - масса пакета брутто, т;
L_{n}, B_{n} - длина и ширина пакта, м.

$$F_{скл} = \frac{6009{,}68}{3{,}2 \times 0{,}75} = 2504{,}03\text{ , м}^2$$

$$q_{доп} = \frac{10 \times 4{,}2}{6 \times 2} = 3{,}2\text{ , т/м}^2$$

Для предлагаемого варианта потребная площадь значительно уменьшится.

$$F_{скл} = \frac{3338{,}71}{3{,}2 \times 0{,}75} = 1391{,}13\text{ , м}^2$$

В заключение следует отметить, что управление складскими площадями и их оптимизация в периоды пиковой нагрузки важны для грузовых терминалов, стремящихся минимизировать затраты, повысить эффективность и удовлетворить потребности грузовладельцев.

Список литературы
1. 1 Боровская, Ю. С. Особенности работы речных портов Сибири / Ю. С. Боровская, Г. Ж. Игликова // Наука и образование в условиях мировой нестабильности: проблемы, новые этапы развития : Материалы II международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 апреля 2022 года. Том Часть 1. – г. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Манускрипт", 2022. – С. 249-252. – EDN HEEETQ.
2. 2 Боровская, Ю. С. Расчет объема перегрузки грузов по прямому варианту с речного транспорта на железнодорожный / Ю. С. Боровская, В. Ю. Зыкова, В. Н. Попов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2017. – № 1-2. – С. 11-13. – EDN ZEKGNV.

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОЛОС ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

А. Н. Куприенко, Е. В. Журина, А. П. Грефенштейн
Алтайский государственный технический университет
им. И. И. Ползунова,
Сибирский государственный университет путей сообщения
czar.nastj@mail.ru, lena_zhu_95@mail.ru, anna_020295@mail.ru

Описаны основные проблемы, влияющие на функционирование выделенных полос для общественного транспорта, среди которых нерациональная организация парковок, интенсивный правоповоротный транспортный поток, отсутствие координированного управления светофорной сигнализацией. По каждой проблеме предложены мероприятия, позволяющие усовершенствовать организацию дорожного движения.

Ключевые слова: выделенная полоса, общественный транспорт, организация движения, транспортный поток, парковка

Организация выделенных полос для общественного транспорта (далее – ВПОТ) позволяет большому количеству пассажиров совершать поездки быстрее за счет предоставления им преимущественного права проезда по отношению к водителям легковых автомобилей. Считается, что это должно перераспределить спрос с индивидуального транспорта на общественный и улучшить функционирование улично-дорожной сети крупных городов.

Однако, как показывает практика, при введении ВПОТ появляются определенные проблемы. В исследовании, проведенном в городе Барнауле на перегоне проспекта Строителей в границах от проспекта Ленина до Павловского тракта, выявлены ключевые факторы, потенциально снижающие эффективное функционирование ВПОТ:

1) нерациональная организация парковочных пространств;

2) высокое значение интенсивности правоповоротного транспортного потока;

3) отсутствие координированного управления светофорной сигнализацией [1].

Нерациональная организация парковочных пространств.

Индивидуальные автомобили, использующие околотротуарные парковки – расположенные справа от проезжей части (ПЧ), создают помехи движению автобусам и троллейбусам по ВПОТ. Чаще всего это происходит из-за нарушений правил паркования и Правил дорожного движения водителями индивидуального транспорта.

Так, например, способы постановки автомобиля на стоянку (параллельная, перпендикулярная, под углом) могут не соответствовать размерам парковочных карманов. В таком случае припаркованные транспортные средства (ТС) занимают часть крайней правой полосы ПЧ и лимитируют ширину ВПОТ (перегораживают ее). Кроме того водители, высаживаясь из припаркованной машины, продолжают движение по ПЧ (обходят автомобиль по дороге), так же занимая ВПОТ. Поэтому при создании выделенных полос необходимо обеспечить контролируемой парковочный режим или исключить околотротуарные парковки [2].

Интенсивный правоповоротный транспортный поток.

Для осуществления на перекрестках маневров направо и налево скорость движения транспортного потока снижается на 25 % и 75 % соответственно. Поэтому при создании ВПОТ необходимо минимизировать влияние правоповоротного потока на них. Стоит отметить, что задержки автобусов и троллейбусов на ВПОТ увеличиваются по мере роста интенсивности пешеходного потока, конфликтующего с правоповоротным. Для прогнозирования помех движению общественному транспорту необходимо предварительно оценить интенсивность движения автомобилей, выполняющих поворот направо, и конфликтующих с ними пешеходных потоков.

Отсутствие координированного управления светофорной сигнализацией.

Обычно основная нагрузка на перекрестках сосредоточена со стороны подходов, где планируют ВПОТ. Поворачивающие направо

автомобили с этих подходов не только задерживают основной (прямой) трафик, но и приводят к образованию задержек на второстепенных улицах из-за скопления «хвоста» машин. Для улучшения транспортной ситуации необходимо проводить координацию работы ряда светофорных объектов. Для этого разрабатывается график координированного управления, и корректируется существующий цикл.

Поясняющий пример представлен на рисунке 1.

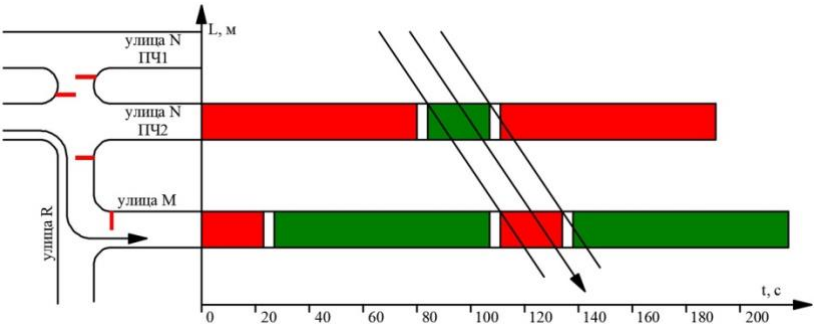


Рисунок 1 – Пример координированного управления светофорной сигнализацией

Таким образом, сделаны следующие выводы:

1) для устранения парковок, лимитирующих ширину крайней правой полосы ПЧ и, соответственно, в перспективе – ВПОТ, предлагается провести их реконструкцию;

2) для минимизации задержек на перекрестках, возникающих при интенсивных правоповоротных маневрах, рекомендуется следующее: запрет правого поворота; отдельная полоса для поворота направо; поворот со второй полосы;

3) для уменьшения задержек при поворотном маневре направо на перекрестке необходимо скоординировать светофорное регулирование.

Список литературы

1. Куприенко, А. Н. Проблемы организации выделенной полосы для общественного транспорта: тематическое исследование / А. Н. Куприенко, А. П. Грефенштейн, Е. В. Журина // Актуальные вопросы автомобильного транспорта (Ават-2022): Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 15–16 декабря 2022 года. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2023. – С. 110-114.

2. Влияние парковок на транспортные задержки в крупных городах / А. П. Грефенштейн, С. Н. Павлов, Ю. В. Павлова, И. И. Валов // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 1(79). – С. 105-111.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПУНКТА ПЕРЕВАЛКИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СМЕШАННЫХ ПЕРЕВОЗОК МИНЕРАЛЬНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОВ В ПУНКТЫ СРЕДНЕЙ ОБИ

Т.В. Карпенко, Ю.С. Боровская
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного транспорта»
Email: t4tyanacarpenko@yandex.ru

Статья содержит достоинства смешанных перевозок, рассматривается водный транспорт и его роль в перевозке минерально-строительных грузов. Перечисляются факторы, влияющие на выбор такого пункта перевалки, который позволит грузовладельцам безопасно, эффективно и с минимальными затратами доставлять грузы из пункта отправления в пункт назначения.

Ключевые слова: транспорт, виды транспорта, речной порт, пункт перевалки

Пункты перевалки являются важным звеном логистической цепочки поставки. Эти точки представляют собой транспортные узлы, где груз передается с одного вида транспорта на другой. Смешанные перевозки – это доставка груза из одного пункта в другой с помощью нескольких видов транспорта. Сочетание различных видов транспорта позволяет подобрать оптимальный вариант доставки груза, используя достоинства каждого вида транспорта.

Водный транспорт занимает важное место в экономическом и социальном развитии Крайнего Севера России. Основными «жизненными артериями» Крайнего Севера России всегда являлись крупные сибирские реки: Обь, Енисей, Лена.

Перевозка минерально-строительных грузов (МСГ) актуальна в настоящее время, т.к. с помощью них строятся дороги и другие инфраструктурные объекты. К ним относят песок, гравий, щебень и другие. Грузоотправителями данных грузов являются карьеры Урала, крупные речные порты, ведущие добычу МСГ своими силами и средствами, расположенные на реках Обь, Иртыш и их притоках, а

также карьеры Новосибирской, Кемеровской, Томской областей и Алтайского края. Пунктами назначения в данном случае будут выступать пункты Средней Оби: Нижневартовк, Селиярово, Сургут.

В качестве пунктов перевалки могут быть рассмотрены порты, расположенные в Омске, Томске, Тобольске, Сергино.

Одним из важных факторов при выборе пункта перевалки является близость к конечному пункту назначения. Это способствует снижению транспортных расходов и повышению эффективности перевозок, т.к. достоинствами внутреннего водного транспорта является низкая себестоимость доставки грузов, относительно сухопутных видов транспорта

Еще один фактор, влияющий на выбор пункта перевалки – возможность воспользоваться конкретными видами транспорта. Не все порты Оби, например, имеют связь с железнодорожными станциями.

Еще одним соображением при выборе пункта перевалки является наличие складских помещений. Если компании необходимо хранить грузы в течение определенного периода времени, прежде чем их можно будет транспортировать в конечный пункт назначения, ей необходимо будет выбрать пункт перевалки с достаточным пространством для хранения.

Наконец, выбор может осуществляться исходя из наличия квалифицированной рабочей силы и других ресурсов таких как наличие технической и технологической возможности прямого взаимодействия железнодорожного и внутреннего водного транспорта. Расчет такого взаимодействия приведен в таблице 1, из которой видного, что интервал обработки может быть сокращен более чем на 13 ч за счет совмещения операций по обработке судна и железнодорожного состава.

В заключение можно сделать вывод, что обоснование выбора пункта перевалки может варьироваться в зависимости от конкретных потребностей грузовладельцев. Такие факторы, как близость к конечному пункту назначения, видов транспорта, наличия складских площадей и других технических и технологических ресурсов, являются определяющими. В конечном счете, цель состоит в том, чтобы выбрать такой пункт перевалки, который позволит грузовладельцам безопасно, эффективно и с минимальными затратами доставлять грузы из пункта отправления в пункт назначения.

Таблица 1 - Сводные данные по типовому технологическому процессу (циклу полной обработки железнодорожного состава для навалочного груза)

Показатель	Грузовое время, ч-мин по вариантам работ		Всего, ч м
	вагон-судно	вагон-склад	
1	2	3	4
Погрузка-выгрузка вагонов, $t_{\text{гр}}^{\text{в}}$,ч м всего	1 ч 55 мин	7 ч 45 мин	9 ч 40 мин
– 1-я подача	1 ч 40 мин (для 7 вагонов)	-	1 ч 40 мин
– 2-я подача	15 мин (для 1 вагона)	1 ч 30 мин (для 6 вагонов)	1 ч 45 мин
– 3-я подача	–	1 ч 40 мин (для 7 вагонов)	1 ч 40 мин
– 4-я подача	–	1 ч 40 мин (для 7 вагонов)	1 ч 40 мин
– 5-я подача	–	1 ч 40 мин (для 7 вагонов)	1 ч 40 мин
– 6-я подача	-	1 ч 15 мин (для 5 вагонов)	1 ч 15 мин
Интервал технологический, $I_{\text{техн}}^{\text{с}}$,ч м	–	–	16 ч
Сокращение $I_{\text{техн}}^{\text{с}}$ за счет совмещения операций, ч м	–	–	13 ч 25 мин

Список литературы

1. Совершенствование с помощью логистических принципов параметров взаимодействия внутреннего водного и наземных видов транспорта при передаче грузов / Е. С. Жендарева, Е. С. Кадникова, А. В. Гюнтер [и др.] // . – 2022. – № 2(102). – С. 37-40. – EDN XENDEV.

2. Кадникова, Е. С. Проектирование транспортных систем с использованием экономико-математических методов / Е. С. Кадникова, Н. С. Кадников, М. Г. Хвостикова // НАУЧНЫЕ ДИСКУССИИ в ЭПОХУ ГЛОБАЛИЗАЦИИ : материалы XXIII Всероссийской научно-

практической конференции, Смоленск, 08 декабря 2022 года. – Смоленск: ООО "Полиграф", 2022. – С. 315-317. – EDN LJNLQC.
3. Кадникова, Е. С. Предпосылки решения задачи взаимодействия вида транспорта в мультимодальном транспортном узле / Е. С. Кадникова // Логистика - евразийский мост : Материалы XVII Международной научно-практической конференции, Красноярск, 27–30 апреля 2022 года. Том Часть 1. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2022. – С. 112-116. – EDN EBKKUK.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ПО РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫМ МЕРОПРИЯТИЯМ НА КРУИЗНОМ ЛАЙНЕРЕ

А.М. Косовский, А.А. Жилин
Сибирский государственный университет водного транспорта
lab20@itam.nsc.ru

В данной работе были определены цели и задачи проекта, была выявлена актуальность разработки, проведен анализ предметной области, а также был определен инструментарий, используемый в проекте. Далее было проведено проектирование, прототипирование и разработка информационного ресурса для пассажиров и сотрудников круизного лайнера в виде web-сайта.
Ключевые слова: предметная область; информационная система; инструментарий; web-сайт; проектирование; прототипирование.

Проблема работы – определение актуальности проекта для разработки информационного ресурса.

В рамках определения актуальности работы был произведен поиск информации по ситуации популярности круизных лайнеров в России и за рубежом. В ходе исследования были выявлены следующие показатели:

- за 2021 год в России спустили на воду 5 круизных лайнеров международного класса [1];
- спрос у россиян на проведения отдыха на круизном лайнере вырос в 4 раза за последние два года;
- прямо сейчас в России строится 39 пассажирских судов, часть из которых предназначены для круиза [2].

В процессе выполнения работы, был проведён анализ предметной области в виде сравнительного анализа двух круизных лайнеров. Один из них является представителем отечественного производства и соответственно речного круиза – «Мустай Карим» [3], а сравнение проводилось с американским лайнером – «Harmony of The Seas» [4]. Второй круизный лайнер был выбран специально для масштабного сравнения и как следствие, для определения перспектив в расширение системы. В результате данного анализа были выбраны следующие развлечения для реализации в системе: библиотека, spa-салон, массажный салон, спортзал, парикмахерская и музыкальный клуб.

Далее на основе анализа предметной области был определен функционал информационного ресурса в виде авторизации пользователя, разделения прав доступа, добавления, редактирования, удаления строк в таблицах, запись на различные услуги и просмотр информации о них.

На основе функционала был выбран инструментарий проекта. Так как система будет реализовано на основе web-сайта, то и инструментарий был определен для удобной работы и ручного написания кода web-сайта.

Далее была спроектирована структура базы данных для системы и определена архитектура. На основе этих данных был сделан прототип информационного ресурса для пассажиров. Были разработаны макеты страниц для авторизации и записи на услуги. На основе макетов была реализована часть разрабатываемого информационного ресурса, с работающим функционалом и базой данных.

Список литературы

1. Новые круизные лайнеры России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://tourweek.ru/articles/cruises/315012, свободный –Загл. С экрана.
2. Какие круизные лайнеры строят в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://aif.ru/kakie_kruiznye_laynery_stroyat_v_rossii, свободный –Загл. С экрана.
3. Теплоход Мустай Карим [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://лайнер-мустай-карим.рф/#cauti, свободный –Загл. С экрана.
4. Harmony of The Seas [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.royalcaribbean.ru/our-ships/harmony-of-the-seas/, свободный –Загл. С экрана.

РАЗВОРОТ ЛОГИСТИКИ НА ВОСТОК: ПРИЧИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ

Е.Е.Лесникова, Е.М.Бондаренко
Сибирский государственный университет путей сообщения
e.k.5.5@mail.ru

Ограничения и закрытие границ западных стран нанесли огромный вред российской логистике, в том числе нарушили большое число логистических маршрутов. В статье выявлены и проанализированы причины переориентации грузопотоков на восточное направление. Рассмотрено развитие данного варианта логистической технологии. Приведены преимущества и недостатки параллельного импорта, а также динамика его развития.

Ключевые слова: параллельный импорт, грузопоток, восточное направление.

Санкции и ограничения, вызванные военной операцией на Украине, оказали огромное влияние на развитие транспортно-логистической деятельности. Теперь необходимо разрешить ряд вопросов, которые негативно сказываются на экономике страны.

Началась масштабная перестройка международных экономических связей, что привело к изменению логистических цепочек и объемов перевозок, переориентации их с Запада на Восток и росту объёмов товаров, ввозимых из Азии. Также отказ ведущих мировых контейнерных перевозчиков и санкций авиалиний повысил роль мультимодальных перевозок – технологии перевозки, при которой доставка груза осуществляется при условии взаимодействия железнодорожного транспорта с морским, а также железнодорожного транспорта с автомобильным.

Это привело к сокращению объемов перевозок, но постепенно ситуация стала стабилизироваться: к осени 2022 года сокращение внешнего грузооборота составляло примерно 30% по сравнению с 2021 годом, а к концу 2022 года – около 15-20%.

Погрузка на сети ОАО «РЖД» в 2022 году составила 1 млрд 234,3 млн тонн, что на 3,8% меньше, чем за предыдущий год. На рисунке 1 представлена диаграмма изменения объемов погрузки на железнодорожном транспорте по грузам за 2021-2022 года, млн. тонн, данные согласно ОАО «РЖД» [1].

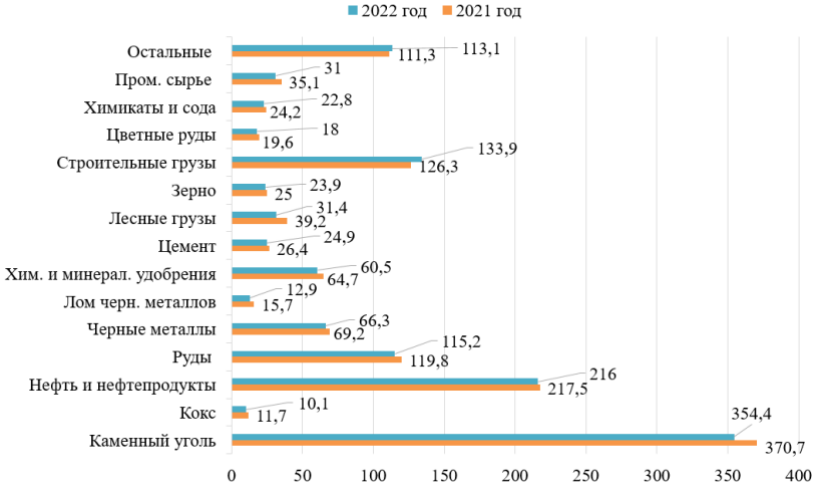


Рисунок 1 – Объемы погрузки на железнодорожном транспорте по грузам за 2021-2022 гг., млн.тонн

Такая динамика погрузки объясняется закрытием западных экспортных рынков [2].

Однако грузооборот в 2022 году увеличился с 227,4 млн тонно-км до 234,65 млн тонно-км. Это объясняется тем, что в марте начался процесс переориентации перевозок на восток. Поэтому грузы, которые изначально должны были быть отправлены в Европу через Балтийский порт, были перенаправлены на Дальний Восток, что привело к увеличению грузооборота.

В 2022 году выросла погрузка на всех железных дорогах восточного полигона: Красноярской (+1%), Восточно-Сибирской (+2,2%), Забайкальской (+9,6%), Дальневосточной (+7,2%). Грузооборот составил 2636,1 миллиарда тарифных тонно-км (-0,1% к 2021 году).

Сейчас активно прорабатываются новые маршруты – Турция, Казахстан, Узбекистан, Азербайджан и т.д. [3].

В течение 2022 года порты на Северо-Западе России почти не использовались, но значительно выросла нагрузка на транспортную инфраструктуру на востоке. Поэтому прогнозируется усиление импортного ориентира экономики России на Китай и Юго-Восточную Азию [4].

Для уменьшения неблагоприятного воздействия санкций и ограничений на транспортную логистику правительство узаконило параллельный импорт.

Параллельный импорт – это ввоз зарубежной продукции с товарным знаком, под которым правообладатель запретил импорт в данную страну. Параллельный импорт позволит устранить дефицит товаров и предотвратить монополию. Однако цены на импортные товары будут завышены за счет дополнительных звеньев поставки товара через третьих лиц. Также из-за этого срок перевозки товаров может быть увеличен. На рисунке 2 представлена динамика объема параллельного импорта за 2022 год [5].



Рисунок 2 – Динамика объема параллельного импорта, млрд долларов

По данной диаграмме видно, что после разрешения параллельного импорта в 2022 году, его объём стабильно растёт. Следовательно, новое направление активно развивается.

Таким образом, можно сделать вывод, что перенаправление грузовых потоков на восток поможет как справиться с проблемами, вызванными санкциями, так и развить транспортную инфраструктуру восточного региона России.

Список литературы

1. Официальный сайт компании ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]. –URL: https://company.rzd.ru/ (дата обращения: 20.04.2023).
2. Информационное агентство РЖД-ПАРТНЁР.РУ. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rzd-partner.ru/ (дата обращения: 21.04.2023).
3. Бондаренко Е.М., Царева Е.А. Анализ затруднений в работе транспортной компании в кризисных условиях. В сборнике: МИРОВЫЕ НАУЧНЫЕ ПАРАДИГМЫ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ: ВЗГЛЯД В

БУДУЩЕЕ. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2022. С. 65-67.
4. Бондаренко, Е. М. Логистический подход при выборе варианта транспортного обслуживания производственного предприятия. Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: Материалы XLII Международной научно-практической конференции в рамках реализации Послания Президента РК Н. Назарбаева "Новые возможности развития в условиях четвертой промышленной революции". – Алматы: Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева, 2018. – С. 143-146.
5. Официальный сайт Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – URL: http://government.ru/department/54/events/ (дата обращения: 20.04.2023).

РАЗРАБОТКА VR-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И ИХ РАБОТЫ

К.С.Лысяк, Д.К.Кудряшова, А.В. Жаров
Сибирский государственный университет водного транспорта
ksenia.lysyak.13@mail.ru, kudriashva@mail.ru

В представленной работе описана актуальность и целесообразность разработки VR-приложения для изучения судовых двигателей для высших учебных заведений. Данный проект создаётся с целью предоставления рабочей среды с детализированной интерактивной 3D-моделью судового двигателя внутреннего сгорания, на которой студенты могут изучать его устройство и принципы работы, ключевые узловые элементы, а также отрабатывать навыки определения его основных характеристик.
Разрабатываемое приложение позволит повысить интерес непосредственно к процессу обучения, что приведёт к повышению качества усвоения материала, а также повышению уровня образования и подготовки специалистов в целом.
Ключевые слова: VR- приложение, 3D моделирование, университет, судовые двигатели, обучение.

Технология виртуальной реальности (virtual reality, VR) – это комплексная технология, позволяющая погрузить человека в

иммерсионный виртуальный мир при использовании специализированных устройств (шлемов виртуальной реальности) [1].

На сегодняшний день данная технология внедряется в образовательную среду, позволяя воссоздать и продемонстрировать симуляцию сложных явлений и процессов. К таким процессам можно отнести изучение судовых двигателей в учебных заведениях.

Изучив и проанализировав нынешний процесс обучения студентов водных специальностей, были выделены основные проблемы: дорогостоящее обслуживание работы судовых двигателей; обучение только в специально оборудованных помещениях; отсутствие многих моделей судовых двигателей; отсутствие возможности детального изучение судового двигателя.

Исходя из вышеперечисленных проблем, было принято решение о реализации VR приложении, позволяющее студентам водных специальностей взаимодействовать с готовой детализированной 3D моделью судового двигателя, а также ознакомиться с информацией о нём и посмотреть его рабочее состоянии в VR-пространстве [2].

На сегодняшний день существует ограниченное количество приложений, которые могут решить проблемы обучения, но они являются коммерческими проектами, которые не имеют открытого доступа. Помимо этого, такие программы имеют ограниченный ряд 3D моделей, при этом отсутствуют модели судовых двигателей.

Разрабатываемое приложение создается для студентов СГУВТ. Основной функционал взаимодействия с 3D моделью в приложении: выбор и открытие моделей судовых двигателей, сборка и разборка двигателя, запуск и остановка имитации работы модели. Также будет представлена информация о судовых двигателях и их составляющих [3].

Список литературы

1. CDTOwiki. Технологии виртуальной и дополненной реальностей [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cdto.wiki/Технологии_виртуальной_и_дополненной_реальностей

2. Михалкина Е.В., Удовлетворенность выпускников вузов качеством образования в условиях цифровизации [Текст] / Е.В. Михалкина, О.Я. Герасимова, - М.: Эксмо, 2010. – 130 с.

3. Иванова А.В., Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения. [Электронный ресурс] / А.В. Иванова // Стратегические решения и риск менеджмент - 2018. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36284345

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСОЛИДИРОВАННЫХ ПОСТАВОК ЗЕРНА В РАЙОНЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.О.Миллер
Сибирский государственный университет путей и сообщения
lera.miller.2002@bk.ru

В данной работе рассмотрены варианты организации консолидированных поставок зерна в районы дальнего Востока. Представлена статистика регионов России по производству зерна. Так же выполнен сравнительный анализ доставки зерна автомобильным и железнодорожным транспортом в пункт консолидации. Определен наиболее эффективный способ затаривания контейнеров зерном и обоснована эффективность доставки зерна контейнерным маршрутом по назначению на Восток. Работа будет интересна работникам ОАО «РЖД» и студентам, которые учатся в транспортных вузах.

Ключевые слова: зерно, консолидация, контейнерный маршрут.

В настоящее время санкции вынуждают российские компании переориентироваться на азиатский рынок, что в разы увеличит объем вывоза грузов через Восточный полигон сети РЖД и даст дополнительную нагрузку на инфраструктуру. [1]

Для уменьшения нагрузки на инфраструктуру Восточного полигона предлагается перевозить грузы маршрутами. Это будет экономически целесообразнее и выгоднее, так как не потребуется переработка составов на технических станциях в пути следования.

Существует много станций с небольшими объемами погрузки, которые не могут организовать отправительские маршруты со своих станций, поэтому группа "Е" рассматривает возможность консолидации зерновых грузов на терминале с последующей организацией перевозки универсальных контейнеров с зерном маршрутами на Восток.

Цель: Выбрать оптимальный способ доставки зерна в порты Дальнего Востока.

Задачи:

1. Проанализировать статистику регионов России по производству зерна и определить на каких станциях Западно-сибирской железной дороги можно осуществлять погрузку и отправку данного груза;
2. Выполнить сравнительный анализ доставки зерна автомобильным и железнодорожным транспортом в пункт консолидации;

3. Выбрать наиболее эффективный способ затаривания контейнеров зерном;

4. Определить технические параметры зернового хаба на терминале «Е»;

5. Обосновать эффективность доставки зерна контейнерным маршрутом назначением на Восток.

В качестве станций, где отгружается зерно для консолидации на терминал «Е» приняты станции Западно-Сибирской железной дороги. В Омской области – Кормиловка, в Новосибирской области – Каргат и Тогучин, в Алтайском крае –Барнаул. [2]

Для определения затрат на доставку зерновых грузов автомобильным транспортом на терминал «Е» был изучен рынок автоперевозчиков и рассмотрены их коммерческие предложения.

Доставка зерновых грузов железнодорожным транспортом на терминал «Е» может осуществляться двумя способами:

1) Вариант доставки зерна в хопперах (зерновозах) на элеватор, расположенный на терминале, а затем затаривание зерна в контейнеры и формирование маршрутного поезда до станции Хабаровск-2;

2) Вариант доставки порожних контейнеров на указанные станции для затаривания, а затем доставка груженых зерном контейнеров на терминал для формирования маршрутного поезда до станции Хабаровск-2.

Далее рассмотрены 2 способа доставки зерна на Восток до станции Хабаровск-2:

1) Способ перевозки зерна в хопперах групповой отправкой по 10 вагонов с определенных нами станций до станции Хабаровск-2;

2) Способ перевозки зерна в хопперах с определенных нами станций до терминала «Е» и далее маршрутным контейнерным поездом до Хабаровска-2.

Оптимальным вариантом был выбран способ доставки зерновых грузов в контейнерах.

Список литературы

1. Официальный сайт «РЖД Партнер» - режим доступа: https://spec.rzd-partner.ru/page27077304.html

2. Официальный сайт «Рейтинги и новости» - режим доступа: https://top-rf.ru/places/312-proizvodstvo-zerna-v-rossii-po-regionam.html

НОВЫЕ ТИПЫ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

А.Э. Попов
Сибирский государственный университет путей и сообщения
alpo2033@gmail.com

В данной статье приведено сравнение типов крепления грузов на подвижном составе. Предметом сравнения являются элементы крепления, используемые при перевозках с участием ОАО «РЖД», согласно Техническим условиям, а также с участием МСЖД согласно Loading Guidelines.
Ключевые слова: элементы крепления, испытания, сравнение.

Для оптимизации и эффективного использования ресурсов при закреплении грузов, необходимо проводить сравнительный анализ различных типов крепления, используемых в перевозках за рубежом. Исследование опыта крупных перевозчиков позволяет выделить преимущества и недостатки используемого крепления, рассмотреть возможность улучшения экономических показателей через усовершенствование или замену основных элементов, применяющихся на данный момент. Испытания будут проведены для двух элементов крепления: проволочной обвязки и стяжного ремня.

Основные отличия в документации МСЖД и ОАО «РЖД» заключаются в универсальности и емкости требований, предъявляемых к креплению(габариты, расстояния, допускаемые типы креплений). Второй том Loading Guidelines содержит расширенную базу грузов, прошедших испытания, соответствующих первому тому и допущенных до перевозки. Технические условия содержат унифицированные требования и имеют меньший объем, преимущественно описывающий технологию и методику.

Цель: Сравнение современных типов крепления

Задачи:

1. Проведение испытаний сравниваемых типов крепления;
2. Анализ результатов испытаний;
3. Вывод, обоснование и предложение актуального решения по креплению грузов.

МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТЕРМИНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

А.С. Семенчук, А.А. Гунбин
Сибирский государственный университет путей сообщения
arinasem2012@gmail.com

Предлагается к рассмотрению метод оценки качества работы специализированных контейнерных терминалов с помощью имитационного моделирования. Излагается последовательность действий для проведения оценки, а также критерии оценки качества.
Ключевые слова: имитационное моделирование, контейнерный терминал, Anylogic.

ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный путь необщего пользования – подъездной путь, примыкающий непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути к железнодорожным путям общего пользования и предназначенный для обслуживания определенных пользователей услугами железнодорожного транспорта [1]. Путь необщего пользования должен иметь достаточное для обеспечения погрузки-выгрузки требуемого числа вагонов техническое оснащение.

В связи с вышеизложенным, целью данного исследования является установление методики оценки качества работы путей необщего пользования.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. установить преимущества и недостатки существующих методов математического моделирования;
2. определить форму представления СМО при использовании методов аналитического моделирования;
3. выявить критерий оценки технического оснащения пути необщего пользования при использовании метода аналитического моделирования;
4. определить форму представления СМО при использовании методов имитационного моделирования;
5. оценить качество работы пути необщего пользования

МЕТОДЫ

Чтобы произвести оценку качества работы пути необщего пользования следует рассмотреть путь необщего пользования в качестве системы массового обслуживания, где:

Входящий поток требований – это подачи, поступающие на путь необщего пользования. Исходными данными будут являться средний интервал между подачами, среднее количество вагонов в подаче, коэффициент вариации входящего потока;

Обслуживание требований – это погрузочно-разгрузочные работы. Исходные данные включают время на погрузку-выгрузку одного вагона, коэффициент вариации времени обслуживания.

Исходные данные могут быть получены из договора на эксплуатацию пути необщего пользования, который регулирует отношения между перевозчиком и владельцем пути [2]. При этом существует два вида такого договора: при обслуживании пути необщего пользования локомотивом перевозчика и при обслуживании пути необщего пользования локомотивом владельца данного пути. Вариант обслуживания пути необщего пользования влияет на технологическую последовательность выполняемых операций.

Для оценки качества работы аналитическим методом на основании исходных данных с использованием формул теории массового обслуживания рассчитываются следующие показатели СМО: интенсивность поступления требований, интенсивность обслуживания поступающих требований, приведенная интенсивность, длина очереди, а также время нахождения в очереди.

При использовании метода имитационного моделирования создается имитационная модель исследуемого объекта в программе Anylogic, а затем осуществляется сбор статистики.

Модели включают в себя блоки, отвечающие за перемещение группы вагонов, а также блоки, задающие временную задержку (ожидание операций, простой под операциями). В программе Anylogic можно задать параметры выполнения каждой из представленных операций в соответствии с реальным объектом исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вывод о качестве работы путей необщего пользования делается на основании такого показателя системы массового обслуживания, как длина очереди.

В соответствии с аналитическим методом, если расчетное значение длины очереди составило более 1 подачи, значит существующего технического оснащения пути необщего пользования недостаточно.

Получить значение длины очереди в имитационной модели возможно с помощью использования элементов сбора статистики.

На рисунке 1 представлен пример использования элементов сбора статистики.

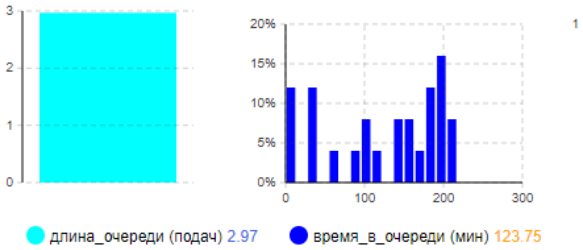


Рисунок 1 – Пример использования элементов сбора статистики в программе Anylogic

Аналогично, если значение длины очереди превышает 1, следовательно существующее техническое оснащение недостаточно.

ВЫВОДЫ

Техническое оснащение пути необщего пользования должно быть достаточным для выполнения погрузочно-разгрузочных операций необходимого числа вагонов.

В случае недостаточности технического оснащения возникнут задержки операций, влекущие за собой дополнительные расходы. Именно поэтому важно проводить оценку качества работы пути необщего пользования.

В случае недостаточности технического оснащения пути необщего пользования необходимо продумать варианты оптимизации работы. К таким вариантам можно отнести увеличение числа погрузочно-выгрузочных механизмов, увеличение числа погрузочно-выгрузочных путей или строительство дополнительного выставочного пути (при условии, что подача вагонов осуществляется локомотивом владельца пути необщего пользования). Однако каждый из предложенных вариантов следует также оценить с помощью предложенных методов.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации" от 10.01.2003 № 17 // СПС «КонсультантПлюс».
2. Закон Российской Федерации "Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации" от 10.01.2003 № 18 // СПС «КонсультантПлюс».

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСНЫХ ГРУЗОВ

А.А. Строкань
Сибирский государственный университет путей сообщений
nastyastrokan0808@yandex.ru

В работе проведено исследование по повышению надежности перевозки лесных грузов. Выполнено сравнение способов доставки рассматриваемого груза. Произведена их экономическая оценка. Выделены преимущества использования специализированного подвижного состава. Сделан вывод о целесообразности его использования при перевозке лесоматериалов.
Ключевые слова: специализированный подвижной состав, перевозка грузов, лесные грузы, безопасность движения, эффективность, надежность.

Согласно статистической отчетности компании ОАО «РЖД» перевозка лесных грузов на Западно-Сибирской железной дороге наиболее подвержена риску возникновения коммерческих браков, и, соответственно, требует большего внимания.

В качестве базового варианта рассмотрим универсальный четырехосный полувагон [1], в качестве перспективного – специализированный вагон-платформа для перевозки лесных грузов [2].

Методом расходных ставок произведем расчет себестоимости перевозки на 1000 т-км нетто.

Сравнительный анализ эксплуатационных расходов, при перевозке грузов в универсальном и специализированном вагоне лесовозе показывает, что расходы при перевозке в специализированном ниже на 36 млн. руб.

Разница капиталовложений составляет 5580 млн. руб. в пользу специализированного подвижного состава, а экономия текущих затрат – 2025 млн. руб. Исходя из полученных результатов, срок окупаемости составит менее 3 лет.

Таким образом, использование специализированного подвижного состава для перевозки лесных грузов приведет к повышению качества и надежности таких перевозок, сокращению эксплуатационных расходов, сокращению времени на организацию и выполнение погрузочно-разгрузочных операций. Кроме того, при использовании данного подвижного состава можно добиться сокращения вагонного парка, ввиду большей вместимости специализированных вагонов, а благодаря их конструкции – обеспечить безопасность перевозочного процесса.

Список литературы
1. Технические характеристики полувагонов // www.transru.ru URL: https://www.transru.ru/articles/tehnicheskie-harakteristiki-poluvagonov/ (дата обращения: 07.05.2023).
2. «РМ Рейл» сертифицировала платформы модели 13-1289 // rollingstockworld.ru URL: https://rollingstockworld.ru/gruzovye-vagony/rm-rejl-sertificzirovala-platformy-modeli-13-1289/ (дата обращения: 07.05.2023).

РАЗВИТИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Ю.И. Тесленко, Е.А. Савченко
Сибирский государственный университет путей сообщения
e.a.sav@yandex.ru

В представленном исследование рассмотрено современное состояние пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Рассмотрено место туристических услуг на транспортном рынке России. Представлены дальнейшие пути развития туризма на железнодорожном транспорте России.
Ключевые слова: Пассажирские перевозки, туристические услуги, железнодорожный транспорт.

В пределах территории Российской Федерации в туристических целях возможно использование различных видов транспорта, наиболее популярными традиционно являются автомобильный, железнодорожный, авиационный и морской транспорт. Некоторые из них, такие как морской и железнодорожный еще на стадии формирования маршрута способны предложить уже готовый туристский пакет, который реализуется непосредственно в процессе поездки выбранным видом транспорта. Чтобы понять, насколько востребован железнодорожный транспорт авторами был проведен анализ основных показателей пассажирских перевозок.

Анализ показал, что пассажирооборот и количество перевезенных пассажиров с каждым годом растет, не считая года пандемии, это означает, что пассажиры все чаще выбирают передвижения, в том числе путешествия, железнодорожным транспортом [1].

Одной из основных задач пассажирского комплекса ОАО «РЖД» является повышение конкурентоспособности железных дорог по сравнению с другими видами транспорта.

В последние годы, с целью повышения конкурентоспособности компания ОАО «РЖД» активно внедряет такой новый вид услуг как обслуживание железнодорожного пассажирского туризма. При этом приоритет должен отдаваться разработке уже доступных и потенциально перспективных туристических маршрутов. Ярким примером этой сферы деятельности является перевозка туристов поездом «Зимняя сказка» по маршруту Новосибирск-Таштагол.

Так количество туристов, путешествующих по России, растет с каждым годом, в том числе растет количество иностранных туристов. Резкий скачок роста произошел в 2020 году, когда количество туристов, путешествующих с «РЖД Тур», выросло в четыре раза.

Отметим, что железнодорожный туризм в России на современном этапе переживает возрождение. Благодаря широкой маршрутной сети туристические поезда доставят туристов не только в центры культурного и исторического наследия, но и в самые отдаленные уголки нашей страны.

Среди основных направлений деятельности «РЖД Тур» является внутренний и въездной железнодорожный туризм; организация массовых перевозок пассажиров и индивидуальных поездок VIP-персон; формирование специальных тематических поездов; реализация комплексных проектов с использованием железнодорожных перевозок и возможностей железнодорожной инфраструктуры [2].

С недавнего времени в России начали запускать ретропоезда, это идеальная возможность погрузиться в атмосферу прошлого века во время путешествия.

В 2022 году компания «РЖД Тур» предлагала более 60 программ, включающих в себя разные варианты отдыха, в том числе 10 круизных в формате "поезд-отель", несколько десятков туров выходного дня, сформированных на базе регулярных поездов, однодневные паровозные туры и пешеходные экскурсии по железнодорожным вокзалам [3].

На наш взгляд, для развития туризма на железнодорожном транспорте, необходимо расширять спектр оказываемых услуг.

Проанализировав результаты анкеты, составленной авторами: «Определение основных тенденций развития железнодорожного туризма в России»», был выявлен спрос на следующие направления:

— улучшение комфортабельности вагонов до гостиничного уровня;

— развитие чартерных перевозок в составе регулярных поездов;

— развитие железнодорожных круизов;

— развитие региональных туристических поездов;

— мультимодальные перевозки (перевозки пассажиров несколькими видами транспорта);

— расширение тематических программ

Следует отметить, что помимо создания дополнительных направлений туристских маршрутов, которые предлагают авторы, на основе проведенного исследования, должна получить необходимое развитие железнодорожная инфраструктура общего пользования, которая может стать базисом для дальнейшего развития экономики регионов. Также необходимо отметить, что значимым результатом развития инфраструктуры будет являться создание дополнительных рабочих мест для обслуживания туристических маршрутов (пунктов размещения и питания, культурно-досуговых заведений).

Создание туристических маршрутов должно базироваться на принципах логистики перевозок и стремиться к формированию устойчивого круглогодичного туристического пассажиропотока на предлагаемые туристические направления. Первоочередное развитие должны получить маршруты, на которых сезонная неравномерность маловыражена.

При работе с потенциальными клиентами необходимо делать акцент на таких преимуществах железнодорожного туризма как вседоступность, всесезонность и всепогодность.

Список использованных источников:

1. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – Москва. – URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 27.04.2023).
2. Российский железные дороги: официальный сайт. – Москва. – URL: https://.rzd.ru (дата обращения: 27.04.2023).
3. РЖД Тур: официальный сайт. – Москва. – URL: https://rzdtour.com (дата обращения: 27.04.2023).

ЭКСПЕДИРОВАНИЕ ГРУЗОВ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

В.А. Шарнин, И.Н. Кагадий
Сибирский государственный университет путей сообщения

В статье приведён сравнительный анализ транспортно-экспедиционной деятельности ведущих российских транспортных компаний, также более детально рассмотрена технология организации перевозочного процесса компании «СДЭК». На основании данных рассматриваемой организации выполнен корреляционный анализ ключевых показателей доставки грузов (денежные затраты и сроки доставки» и сделан вывод о эффективности работы экспедиторов.

Ключевые слова: перевозочный процесс, транспортно-экспедиционная деятельность.

Современный перевозочный процесс построен на двух принципах: «от двери до двери» и «точно в срок» [1]. Мировой опыт показывает, что без участия транспортно-экспедиторских компаний не получится формирования полноценного рынка транспортных услуг. На сегодняшний день 75-80% перевозок осуществляется с участием экспедиторов. В России эта цифра насчитывает порядка 85%. Рынок экспедиторских услуг в России очень велик [2].

На рисунке 1 приведен анализ компаний по следующим показателям: популярность (количество заказов в год); динамика прибыли за последние 10 лет; рентабельность [3].

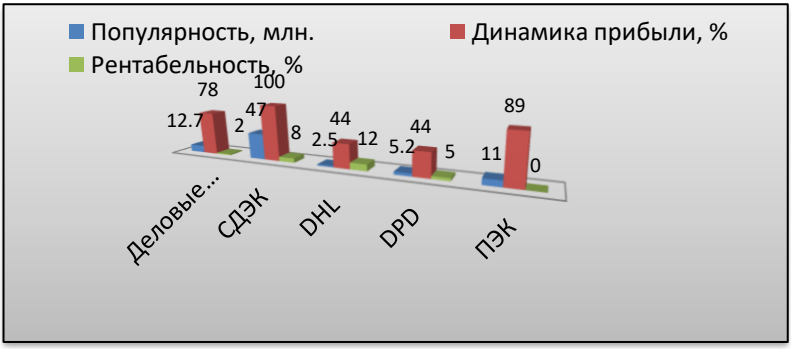


Рисунок 1 – Анализ компаний по показателям

Из данного графика можно сделать вывод, что лидером российского рынка является «СДЭК». Однако все же «Деловые линии» будут занимать лидирующую позицию, так как выручка их компании составляет более 49 млрд. руб.

Технология компании «СДЭК» «от двери до двери»

Предлагаем рассмотреть плюсы использования экспедиторов на каждом этапе данной технологии (рисунок 2). Сравнение будем производить на основании двух показателей: сроки и стоимость доставки. Объектом исследования будет являться перевозка одной единицы тарно-штучного груза весом до 50 кг из Москвы в Новосибирск.

В таблице 1 приведены денежные затраты и сроки доставки при осуществлении перевозки своими силами и при пользовании услугами «СДЭК» [4].



Рисунок 2 – Технология осуществления доставки с принципом от двери до двери

Таблица 1 – Сравнение денежных затрат и сроков доставки при перевозке своими силами и при пользовании услугами «СДЭК»

Тип услуг	Доставка своими силами	СДЭК
Денежные затраты (руб.)		
Перевозка	200	5140
Хранение на складе	900	30
Доставка от/до места погрузки/выгрузки	2600	2120
Упаковка	-	250
Итого	3700	7540
Срок доставки (сут.)		
Хранение на складе	6	6
Перевозка	15	
Итого	21	6

Данную доставку также могут осуществить Деловые линии (6 суток, 11502 руб.) и ПЭК (8 суток, 13678,3 руб.). На рисунке 3 приведен график зависимости денежных затрат от срока доставки.

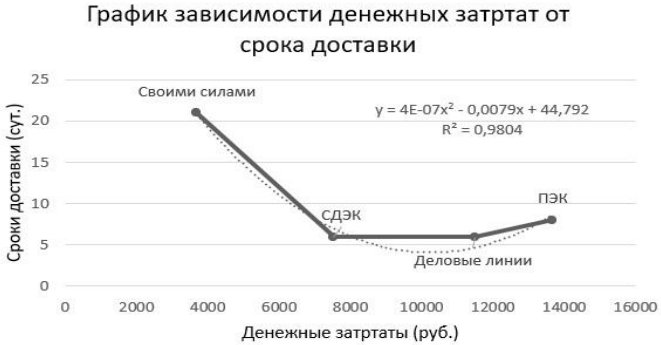


Рисунок 3 – График зависимости денежных затрат от срока доставки

Коэффициент корреляции для двух сравниваемых величин (срок и время доставки) равняется приблизительно -0,75, что означает, что они имеют высокую обратную зависимость друг от друга.

Рассмотрев данную технологию, можно сделать вывод, что компания «СДЭК» имеет четкую структуру работы, которая позволяет сократить время, затрачиваемое клиентами на осуществление перевозки. Это позволяет компании «СДЭК» находиться в числе лидеров рынка экспедиторских услуг, что видно из приведенной ранее статистике.

Исходя из приведенных выше причин, можно подвести итог, что экспедиторы являются необходимым звеном перевозочного процесса, так как данные компании проделывают огромную работу по оптимизации транспортировки грузов, тем самым помогают своим клиентам сократить финансовые и временные расходы, что позволит им, в свою очередь, оптимизировать свое производство для получения большей прибыли. Доказательством этого является то, что сегодня многие крупнейшие компании не занимаются организацией перевозочного процесса сами, а прибегают к услугам экспедиторов [5].

Список литературы

1. Зачем вообще нужен экспедитор, если есть перевозчики? - URL: https://dzen.ru/a/YFTCn7HHdCPFMvsV

2. Кто такой экспедитор и чем он занимается. - URL: https://edunews.ru/professii/obzor/torgovlya/ehkspeditor.html
3. Рейтинг транспортных и логистических компаний России. - URL: https://maintransport.ru/transportnye-kompanii/2021
4. Опыт работы ведущих транспортно-экспедиторских компаний в России и за рубежом. - URL: https://helpiks.org/8-35149.html
5. Экспедитор перевозки: функции, роль и задачи. - URL: https://wiki.transinfo.by/kto-takoy-ekspeditor/

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ: ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ

ПОТЕРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ПРОХОДЕ КОЛЕСОМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОГО СТЫКА

С.А. Андриевский, А.И. Баранов, И.К. Ардышев
Сибирский государственный университет путей сообщения
ardyshev.ilya@ya.ru

В статье изучена проблема интенсивного роста числа мест временного восстановления плетей бесстыкового пути из-за установления жесткого регламента ликвидации таких мест, что поспособствовало их интенсивному повсеместному накоплению.
Произведены расчёты потерь мощности $N_{ср}$ и энергии $E_{ср}$ при прохождении колесом подвижного состава вертикальной ступеньки в рельсовом стыке.
Ключевые слова: бесстыковой путь, место временного восстановления плети, потери мощности, потери энергии, рельсовый стык.

В последние годы одной из проблем бесстыкового пути стал интенсивный рост числа мест временного восстановления плетей (далее – МВВП) [1, с. 7].

Динамика развития таких мест с 2000 года по 2020 год приведена на рисунке 1. Из графика следует, что за двадцатилетний период число МВВП выросло с 26 тыс. 252 мест до 253 тыс. 796 мест, т.е. увеличилось почти в 10 раз [1, с. 7]. Важно отметить, что в анализируемый период времени происходило восстановление плетей сваркой, во всяком случае, в недостаточном объёме.

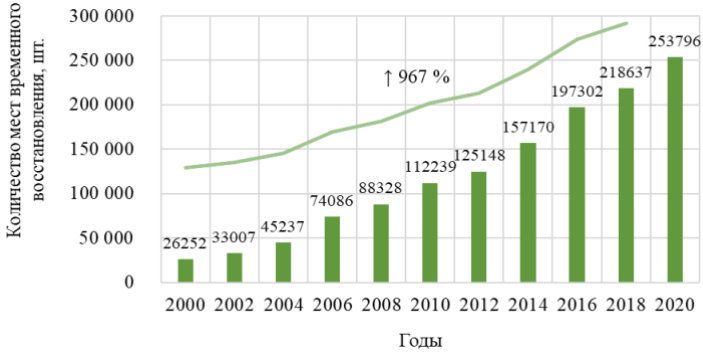


Рисунок 1 – Изменение по годам числа мест временного восстановления плетей на сети железных дорог России

Каждое МВВП является местом активного расстройства пути и выхода из строя элементов верхнего строения железнодорожного пути.

Таким образом, данные факторы способствуют уменьшению пропускной способности линий по всей сети железных дорог на территории страны, что однозначно негативно сказывается на скоростях движения поездов и объёмах перевозок.

В контексте проблемы интенсивного роста числа мест временного восстановления, а также наличия уравнительных пролётов плетей, остаётся актуальным исследование взаимодействия «колесо-рельс» в вопросах преодоления колесом мест стыкования рельсов. В рамках работы произведен расчет потерь мощности и энергии грузового локомотива, затрачиваемых на преодоление колесом рельсового стыка.

Средний расход энергии на затухающие колебания кузова вагона, то есть средняя мощность, определяется по формуле:

$$N_{ср} = -2ma^2\omega\frac{V}{L}.$$

Энергия, потерянная вагоном, при прохождении четырьмя колёсами места временного восстановления плети:

$$E_{ср} = \Delta E = -\frac{ma^2\omega^2}{2}.$$

Полученная зависимость потерь мощности $N_{ср}$ и энергии $E_{ср}$ от высоты вертикальной ступеньки при скорости движения 80 км/ч представлена на рисунке 2.

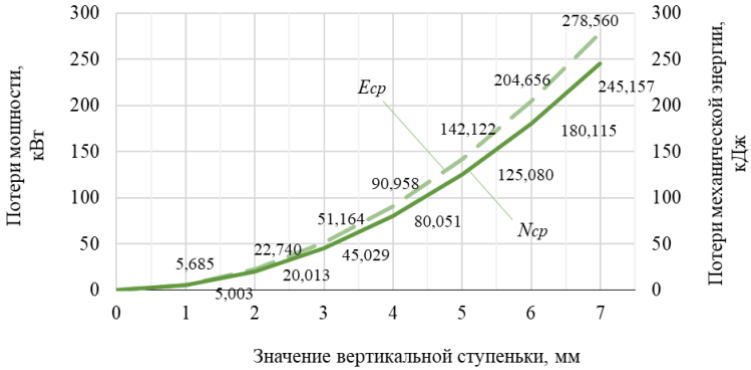


Рисунок 2 – График зависимости потерь мощности $N_{ср}$ и энергии $E_{ср}$ от высоты вертикальной ступеньки

Анализ графика показал, что потери мощности и энергии имеют прямо пропорциональную зависимость от величины вертикальной ступеньки при проходе стыкового зазора колесом двухосной тележки.

Потери мощности на преодоление вертикальной ступеньки величиной 5 мм составляют $N_{ср}$ = 125,08 кВт, потери энергии – $E_{ср}$ = 142,12 кДж. Вертикальная ступенька a, равная 5 мм, является основанием для закрытия движения поездов, согласно Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути [2].

Анализ графика показал, что величина потерь мощности возрастает не только с ростом скорости, но и с увеличением высоты ступеньки в стыке. Также разница потерь мощности при изменении высоты ступеньки возрастает гиперболически.

Произведены расчёты потерь мощности $N_{ср}$ и энергии $E_{ср}$ в зависимости от высоты вертикальной ступеньки. Установлено, что при средней мощности 4320 кВт грузового локомотива серии ЭП2К на преодоление четырьмя колесами одного стыка с вертикальной ступенькой 5 мм, расходуется 3,13 % от общей мощности локомотива.

Расчёты потерь мощности $N_{ср}$ и энергии $E_{ср}$ могут быть составляющими аналитических выражений для определения параметров силового взаимодействия колеса и рельса в зоне рельсового стыка.

Для уменьшения потерь энергии и мощности локомотивов, затрачиваемых на преодоление стыковых участков пути, и сокращения расходов на ремонт ходовых частей поезда из-за чрезмерных динамических нагрузок на подвижной состав при движении через стык, выделяют несколько вариантов модернизации межрельсовых стыков [3]: использование упругой криволинейной накладки, препятствующей упругому прогибу стыка под нагрузкой за счет возникновения между шейками рельсов и накладкой силы трения; установка в пространство зазора стыка Т-образной вставки позволяет уменьшить межрельсовый зазор и образование дефектов в рельсовом стыке.

По мнению Иванова В.В. [3], данные изменения в обслуживании стыковых участков позволят сократить расходы на ремонт колесных пар на 25 %, а также уменьшат затраты на ремонт рельсовых стыков, тем самым, предполагается, что данный проект окупится за 1,5 года.

Список литературы

1. Карпущенко Н.И., Ардышев И.К. Новые проблемы содержания бесстыкового пути на особогрузонапряженных участках // Вестник СГУПС. – 2023. – № 1 (64). – С. 5-14
2. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути: утв. Распоряжением ОАО «РЖД» от 14.11.2016 № 2288р.
3. URL:https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=692153#RCR6VbTkREhlNEGq
4. Иванов В.В. Снижение ударного воздействия на колесо грузового вагона при прохождении рельсового стыка : специальность 05.22.07 – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук / Иванов Вячеслав Владимирович ; «Омский государственный университет путей сообщения. – Омск, 2011. – 19 с. : ил. – Библиогр.: с. 17-19. – Место защиты: ОмГУПС. – Текст : непосредственный/

РАЗРАБОТКА ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ИНДИВИДУЛЬНОГО ПЕРЕДВИЖЕНИЯ

А.В. Вдовин, Р.А. Слабожанин, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения
namaslov@mail.ru

В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчет оригинального средства индивидуальной мобильности - гусеничной машины для индивидуального передвижения зимой.

Ключевые слова: тяговый расчет, комбинированный ход, гусеничный движитель, машина, средство индивидуальной мобильности

Тяговые расчеты - важные виды расчетов при создании и модернизации подъемно-транспортных, путевых, строительных, дорожных и других самоходных машин. Они позволяют выбрать величины параметров машин для обеспечения требований технического задания. Для грамотного выполнения тяговых расчетов машин необходимо качественное освоение их методик. Это возможно в процессе интерактивного обучения на имитационных и физических моделях в ВУЗе [1-5].

Цель работы - разработка гусеничной машины для индивидуального передвижения зимой (далее по тексту - машины).

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (важность тягового расчета при создании и модернизации подъемно-транспортных, путевых, строительных и дорожных машин; разработка классификации движителей машин; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ движителей и машин для индивидуального передвижения зимой по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа машины; разработка комбинированной объединенной схемы машины, и составление описания к схеме; р**азработка** блок-схемы **алгоритма работы** машины и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров устройства машины методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: **разработка компьютерных программ,**

имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях); выбор комплектующих машины (в т.ч. элементов движителя, элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование машины (проверочные расчеты, описание к графической части работы).

5. Стартап проект по определению стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, срока окупаемости, экономического эффекта от внедрения машины.

6. Разработка инструкции по эксплуатации машины.

Идея работы заключается в создании машины, выполняющего функции учебного стенда, спортивного тренажера (для имитации гребли на байдарке на суше зимой) или средства индивидуального передвижения на гусеничном ходу зимой. Тема работы соответствует концепции воспитательной работы в университетских комплексах Федерального агентства железнодорожного транспорта и программе развития факультета Управление транспортно-технологическими комплексами Сибирского государственного университета путей сообщения. Предлагаемая концепция машины реализует принцип обучения через физическое воспитание, предлагает оригинальный способ индивидуального передвижения с пользой для здоровья и без вреда для экологии [1-5].

Объект исследования – гусеничная машина для индивидуального передвижения зимой.

Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности машины.

Цель исследования – разработка основ теории и методов расчета машины.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчетной схемы машины теоретические результаты математического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров машины определять необходимые для ее проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчетная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции машины, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчета машины. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [1-5].

Список литературы

1. Алимбекова М.Ф., Маслов Н.А. Применение метода численного моделирования при определении параметров универсальной машины для новых технических видов спорта // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2020): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23 апреля 2020 г.). Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2020. – 246 с., с.5-11.

2. Алимбекова М.Ф., Маслов Н. А. Имитационное моделирование механического привода универсальной машины для новых технических видов спорта // "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях": материалы международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. - 441 с., с.16-21.

3. Казакевич, С.В., Маслов, Н.А. Сравнительный анализ конструкций станков и нагрузочных устройств колесного движителя машины универсального стенда // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – 283 с., с.221-225.

4. Вдовин, А.В., Слабожанин, Р.А., Маслов, Н.А. Разработка классификации и сравнительный анализ машин для индивидуального передвижения зимой // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.211-215.

5. Слабожанин, Р.А., Вдовин, А.В., Маслов, Н.А. Проектирование универсального стенда для определения параметров колесной машины // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.53-55.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАСХОДА ТОПЛИВА

П.А. Воротников, Е.С. Зинченко, В.И. Кочергин
Сибирский государственный университет путей сообщения
vorotnikovpaul@mail.ru

В данной работе предложены пути совершенствования системы контроля расхода топлива специального подвижного состава железнодорожного транспорта, оснащенного дизель-генераторными энергетическими установками. Предлагается разделить время работы в течение рабочей смены на различные нагрузочные режимы и контролировать расход топлива раздельно для данных режимов работы.

Ключевые слова: дизель-генераторная установка, расход топлива, энергетическая эффективность, режим работы.

В сложившихся условиях эксплуатации путевых машин учет и списание топливно-энергетических ресурсов происходит на основе усредненных показателей расхода топлива на холостом ходу и в рабочем режиме. Но, как показывает практика, расход с течением времени и при разных нагрузочных режимах может варьироваться в широком диапазоне. Расхождение усредненного (расчетного) и действительного расхода топлива снижает энергоэффективность подвижного состава.

Существующие системы контроля расхода топлива не позволяют оперативно и достоверно определять реальный расход при изменяющихся условиях и режимах работы. Для повышения энергетической эффективно необходимо оперативно в реальном времени получать достоверные значения расхода топлива. Это позволит минимизировать влияние человеческого фактора при контроле и списания топлива, что напрямую обеспечит возможность экономии топливно-энергетических ресурсов. Необходимость совершенствования системы контроля расхода топлива заключается в определении отчетливых граничных значений для трех режимов работы в реальном времени.

Совершенствование системы контроля расхода топлива выполнено на основе разработанной в Сибирском государственном университете путей сообщения системы оперативного контроля энергетической эффективности специального подвижного состава [1, 2]. Алгоритм данной системы основан на непрерывном измерении значений силы

тока на трех фазах генераторной установки и частоты вращения коленчатого вала ДВС.

Предлагается особое внимание обратить на такие режимы работы, как холостой ход с нормальной частотой вращения и холостой ход с повышенной частотой вращения, так как в результате испытаний расход в этих режимах отличается в 2,7 раза. С целью повышения эффективности контроля расхода топлива предлагается разделить время работы машины в течение смены на следующие режимы:

- при отсутствии нагрузки и при частоте вращения ДВС меньше 1400 об/мин – режим 1 холостого хода с нормальными оборотами;
- при отсутствии нагрузки и при частоте вращения ДВС больше 1400 об/мин – режим 2 холостого хода с повышенной частотой вращения;
- при суммарной силе тока по трем фазам свыше 30 А и частотой вращения ДВС больше 1400 об/мин – рабочий режим.

На сегодняшний день данная система установлена на снегоуборочной машине СМ-2 № 1810.

Для сравнения были обработаны полученные данные с системы, установленной на машине СМ-2 № 1810, в двух периодах после совершенствования системы с 03.03.23 г. по 17.03.23 г. и до совершенствования системы с 17.02.22 г. по 17.03.22 г. Результаты расчетов приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Результаты расчетов отношения рабочих режимов

Режимы работ	В период с 17.02.22 по 17.03.22	После усовершенствования с 03.03.23 по 17.03.23
Режим 1 хол. хода	38 %	52 %
Режим 2 хол. хода	33 %	14 %
Рабочий режим	29 %	34 %

Таблица 2 – Сравнение общего времени работы машины

Режимы работ	В период с 17.02.22 по 17.03.22	После усовершенствования с 03.03.23 по 17.03.23
Режим 1 хол. хода	295589	344902
Режим 2 хол. хода	257553	91105
Рабочий режим	220409	225428
Общее время работы, с	773551	661435

Таблица 3 – Сравнение данных системы с данными к списанию топлива экипажей машины

Режимы работ	В период с 17.02.22 по 17.03.22	После усовершенствования с 03.03.23 по 17.03.23
Данные системы о расходе топлива, кг	1743,78	956,86
Данные к списанию топлива экипажей машины, кг	2260	1156
Экономия топливно-энергетических ресурсов, %	22,8	17,2

В результате мы можем наблюдать, что после усовершенствования системы соотношение времени работы между режимом холостого хода с номинальной частотой вращения и повышенной частотой вращения изменилось с 38% / 33% до 52% / 14%, при этом количество времени в рабочем режиме практически не изменилось. Снижение времени работы ДГУ в режиме 2 холостого хода с повышенной частотой вращения способствует повышению энергоэффективности, что приводит к экономии топливно-энергетических ресурсов.

По результатам обработки данных системы за периоды работы 2022 и 2023 годов и сравнения их с данными о списании топлива экипажами машины можно утверждать, что после совершенствования системы путем введения предлагаемого разделения режимов работы ДГУ показатели энергетической эффективности улучшились. При более длительной работе нашей системы энергоэффективность ДГУ повышается.

Список литературы

1. Зинченко Е.С., Кочергин В.И. Контроль режимов работы специального подвижного состава // Транспорт Азиатского-Тихоокеанского региона. – 2022. – № 2 (31). – С. 26–31.
2. Кочергин В. И., Зинченко Е.С. Контроль расхода топлива энергетических установок на основе регистрации текущих значений мощности // Научные проблемы водного транспорта. – 2022 – № 72 (3). – С. 78–89.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЕССА ПЛГ-63.25 НА ОСНОВЕ ЗАКРЫТОЙ ГИДРОПЕРЕДАЧИ

Р.М. Ильясов, С.А. Базанов, В.Н. Анферов
Сибирский государственный университет путей сообщения
ramidilyasov@mail.ru

Проведен обзор негативного влияния контакта рабочей жидкости с атмосферой на долговечность гидропривода. Предложен способ применения закрытой гидропередачи с целью изоляции рабочей жидкости от воздуха, твердых засорителей и влаги. Проблема возврата дренажных утечек в закрытой гидросистеме решена использованием насоса струйного типа. Температурные расширения рабочей жидкости и разность объёмов полостей гидроцилиндра в предлагаемой схеме компенсирует пневмогидроаккумулятор.

Ключевые слова: закрытая гидропередача, чистота рабочей жидкости, повышение ресурса, возврат дренажных утечек, закрытый гидробак.

Одной из главных причин снижения ресурса гидропривода является загрязнение рабочей жидкости. В открытых гидроприводах рабочая жидкость, проходящая от гидродвигателя возвращается в бак, соединенный с атмосферой. В связи контакта рабочей жидкости с атмосферой происходит загрязнение рабочей жидкости

Основные загрязнители рабочей жидкости – вода, воздух, механические частицы, органика. [1]

Попадание механических частиц в систему вызывает заклинивание поршней гидроцилиндров и золотников гидрораспределителей, повышенные утечки масла в узлах и деталях гидросистемы, изменение характеристик управления, сокращение ресурса узлов и деталей гидросистемы машины.

На рисунке 1 представлена доля отказов гидравлических систем различных машин из-за загрязненности рабочей жидкости. Из графика следует, что для различных гидросистем доля отказов из-за загрязнения жидкости составляет от 50% до 85% [2].

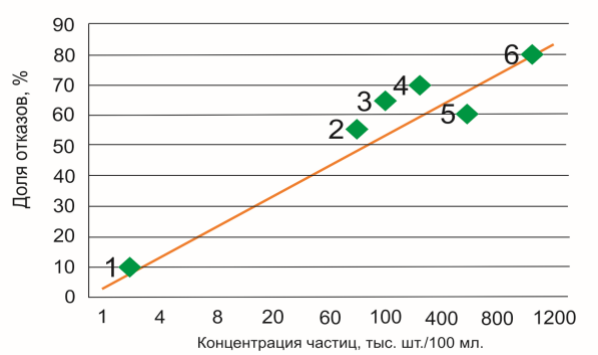


Рисунок 1 – Доля отказов гидравлических систем различных машин из-за загрязненности рабочей жидкости: 1-летательные аппараты; 2-станочные оборудования; 3- строительные машины; 4- карьерное оборудование; 5- сельскохозяйственная техника; 6- шахтное оборудование

В основном загрязнения проникают в систему через сапун гидравлического бака во время работы машины.

Для решения указанных выше проблем существуют закрытые гидропередачи, в которых рабочая жидкость от гидродвигателя возвращается обратно во всасывающую линию насоса, а бак не имеет связи с атмосферой. Такая циркуляция жидкости исключает попадание загрязнителей и влаги в гидросистему через бак, что существенно увеличивает срок службы гидравлического масла и ресурс элементов гидропривода.

Закрытая гидропередача позволяет одновременно устранить проблему кавитации на входе в насос путем создания избыточного давления во всасывающей магистрали насоса. Это позволяет повысить частоту вращения его вала, что делает возможным уменьшение габаритов привода без потери производительности.

На предприятии «ВАЛСИБ» создан стенд для исследования закрытой гидропередачи. На рисунке 2 представлена принципиальная схема стенда. [3].

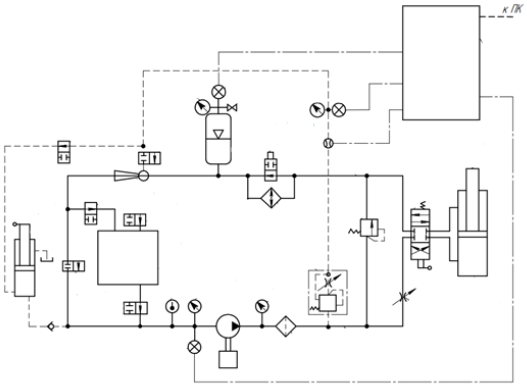


Рисунок 2 – Принципиальная схема стенда закрытой гидропередачи

В предложенной схеме пневмогидроаккумулятор выполняет функции дополнительного бака и устройства, поддерживающего в гидравлической передаче избыточное давление. Дренажные утечки возвращаются в систему эжекторным насосом, использующим энергию сливаемого потока.

По данным, полученным при исследовании работы закрытой гидропередачи на стенде, произведена модернизация пресса ПЛГ-63.25. В систему гидравлического пресса включены эжекторный насос, пневмогидроаккумулятор, датчики давления и манометры.

Технические параметры эжектора и пневмогидроаккумулятора подобраны с учетом характеристик гидросистемы пресса (объем гидроцилиндров, производительность насоса и допустимое значение давления дренажа, объем жидкости в системе, температурный режим работы). В результате модернизации пресса и внедрения закрытой гидропередачи будет проведена оценка ее работоспособности и влияния на увеличение ресурса рабочей жидкости и гидроаппаратов.

Список литературы

1. Пискунов М.А. Чистое масло – исправная машина // ЛесПромИнформ. 2015. №4. С. 66-72.
2. Бродский Г.С. Повышение надежности гидропривода – средство эффективного внедрения гидравлических экскаваторов на горных предприятиях СНГ.2002. №2. С. 76-85.
3. Пат. 205557 РФ, МКИ F 15 B 19/00. Стенд для изучения гидропривода / С.А. Базанов (Россия). 20.07.2021.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПЛОТНОСТИ ЩЕБЁНОЧНОГО БАЛЛАСТА

Е.С. Коновалов, С.А. Коларж
Сибирский государственный университет путей сообщения
giar300101@gmail.com

В работе рассматриваются существующие методы контроля плотности щебёночного балласта, определяются их достоинства и недостатки, рассматриваются перспективные методы с учётом современных технологий. Обеспечение безопасности является приоритетной задачей, решение которой в том числе зависит от своевременного контроля состояния и целостности верхнего строения пути. Важно также обеспечить пооперационный контроль в процессе реализации капитального ремонта железнодорожного пути, что не представляется возможным без эффективных инструментов оценки плотности балластной призмы.

Ключевые слова: методы контроля, балластная призма, щебёночный балласт.

Помимо разрушающего контроля, существуют методы неразрушающего контроля. Которые гораздо чаще используют при диагностике балластной призмы, ввиду упрощения процесса диагностики, сохранения целостности объекта исследования, универсальности методов. С их помощью можно осуществлять как качественную, так и количественную оценку характеристик балласта и грунтов, получать информацию о строении насыпи, а также обнаруживать деформации и места их появления. Наиболее используемыми стали геофизические методы. Современные геофизические методы основаны на изучении закономерностей изменения физических полей грунта с учётом их сложения, свойств и состояния. Кроме исследования сооружений железнодорожного пути таких как, верхнее строение пути и нижнее строение пути, геофизические методы позволяют исследовать и искусственные конструкции необходимые для рациональной работы пути, в различных климатических и гидрогеологических условиях. Примером таких искусственных сооружений являются водопропускные каналы, водоотводы и др., материалом которых в основном является бетон, железобетон. Со временем при эксплуатации таких сооружений тоже появляются дефекты и деформации, своевременное обнаружение которых помогает снизить опасность эксплуатации пути.

В 2011 г. распоряжением № 2663р ОАО «РЖД» была утверждена инструкция по проведению диагностики земляного полотна на железных дорогах ОАО «РЖД», в которой отражено применение геофизических методов диагностики, такие как георадиолокация, сейсморазведка, электроразведка и вибродинамический метод. Данные методы получили наибольшее распространение и зарекомендовали себя как, проработанные и эффективные.

Применение вибродиагностики было утверждено распоряжением ОАО «РЖД» 12.12.2012 №2541р «О утверждении инструкции по вибродиагностике насыпей на слабых основаниях». В основу данного метода положено измерение параметров колебательных (вибрационных) процессов при нагрузке, проходе поезда по участку. Так же оценивается состояние самой насыпи и возможность её перехода в нестабильное состояние. Основными параметрами при этом выбраны: скорость колебаний (виброскоростей мм/сек), и соответствующие скорости частоты f (Гц), изменение вышеупомянутых параметров по откосу от бровки до подошвы. Вибродиагностика может использоваться на различных этапах диагностики пути, например, при предварительном диагностировании или детальном диагностировании объекта, а также при режимном наблюдении за объектом.

Метод электроразведки (см. рис. 1) в своей основе содержит определение, и анализ параметров электромагнитных полей. При этом природа данных полей может быть, как естественная, так и искусственная, специально созданная для исследования. Вышеупомянутое распоряжение №2663р рекомендует использовать следующие разновидности метода электроразведки: электропрофилирование (ЭП), вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ), электротомографию и радиоволновое профилирование (РВП). Данный метод имеет свою специфику, заключающуюся в следующем, при проведении измерений можно столкнуться с помехами, создаваемыми близлежащей инфраструктурой, наземными и подземными линиями связи, элементами контактной сети, элементами верхнего строения пути, напольного оборудования. [1, с. 36].

В результате применения метода электроразведки, после сбора и обработки полученных данных, возможно формирование информации о литологическом строении грунтов, выявления неоднородных включений, определения глубины расположения грунтовых вод, элементов подземной коммуникации.

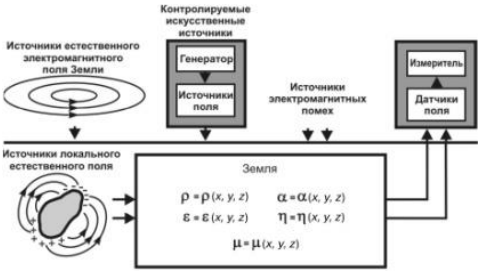


Рисунок 1 – Метод электроразведки

Одним из самых распространённых методов, помогающий не только при диагностике железной дороги, но и в других областях, таких как археология, геология, криминалистика и др. – является метод георадиолокации. Основанный на использовании электромагнитных волн радиодиапазон. Проходя сквозь исследуемую среду, волны частично отражаются от границ разделов грунтов, имеющие различные электрофизические свойства, возвращаются в обратном направлении, где улавливаются антенной, преобразуются в электрический сигнал и обрабатываются. (см. рис. 2).

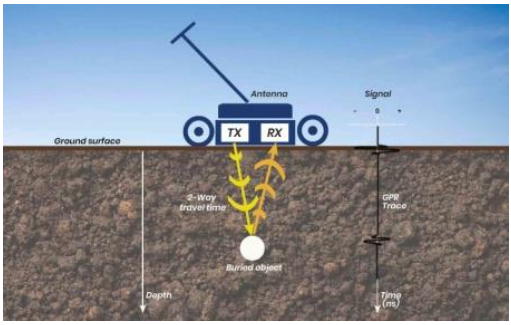


Рисунок 2 – Схема исследования георадаром

Что касается применения метода на железной дороге, то стоит отметить работу автора De Bold из Эдинбургского университета, который исследовал влияние засоренности и влажности балластного материала на отражённый сигнал. [2, с 77].

В работе «Анализ данных георадара на основе энтропии для оценки состояния железнодорожного балласта», авторами которой являются Benedetto, Fabio Tosti и Amir M. Alani, была найдена зависимость для параметра засорённость балласта. [3, с 16]. Ещё одним актуальным

направлением развития метода является обследование участков земляного полотна с мерзлым грунтом. В данном направлении работали Yongping Wang, Huijun Jin, Guoyu Li, представившие работу «Исследование состояния грунтов основания при замерзании-оттаивании в вечной мерзлоте вдоль трассы нефтепровода Китай-Россия с использованием георадара». [4, с 14]. Опираясь на работу «Диагностика балластного слоя и земляного полотна железных дорог методом георадиолокации» Шаповалова В.Л., изучив сравнительную таблицу методов геофизического обследования, можно сделать вывод что, метод георадиолокации способен решить все приведённые в работе задачи.

Список литературы

1. Шаповалов В.Л. Диагностика балластного слоя и земляного полотна железных дорог методом георадиолокации /Владимир Леонидович Шаповалов - ФГБОУ ВО РГУПС , 2022
2. De Bold, R. Non-Destructive Evaluation of Railway Trackbed Ballast /Robert De Bold. – The University of Edinburgh, 2011.
3. Benedetto, F. An Entropy-Based Analysis of GPR Data for the Assessment of Railway Ballast Conditions / Francesco Benedetto, Fabio Tosti and Amir M. Alani// IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. July 2017. – Vol. 55. – No.7.
4. Wang, Y. Investigation of the freeze–thaw states of foundation soils in permafrost areas along the China – Russia Crude Oil Pipeline (CRCOP) route using ground-penetrating radar (GPR) / Yongping Wang, Huijun Jin, Guoyu Li // Cold Regions Science and Technology. – June 2016. – Vol. 126. – P. 10–21.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ НА ФИЗИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ ПНЕВМОПРИВОДОВ

Э.А. Куспекова, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения
namaslov@mail.ru

В работе предложены схемы и комплектация физических и имитационных моделей пневмоприводов, разработана оригинальная методика выполнения лабораторных работ на моделях.

Ключевые слова: методическое обеспечение, лабораторная работа, пневмопривод, имитационная модель, физическая модель

Актуальность темы обусловлена важностью качественного освоения пневмопривода и пнемоавтоматики в процессе обучения. Это возможно в процессе интерактивного обучения на имитационных и физических моделях в ВУЗе [1-5].

Цель работы - разработка методического обеспечения лабораторных работ на физических и имитационных моделях пневмоприводов.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (сравнительный анализ типов приводов машин и оборудования, учебных пневмостендов; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Разработка комбинированных объединенных схем пневмоприводов для учебного пневмостенда (в т.ч.: информационный патентный поиск, обзор принципиальных схем пневмоприводов и типов управления пневмоприводами, их анализ по сформулированным критериям; выбор аналогов и прототипов принципиальных схем пневмоприводов и типов управления пневмоприводами; разработка комбинированных объединенных схем пневмоприводов с системой управления пневмоприводами и составление описаний к схемам; разработка блок-схем алгоритмов работы систем управления пневмоприводами и составление описаний к блок-схемам).

3. Оптимизация параметров пневмоприводов методами имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и (или) физического моделирования. В т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях; выбор комплектующих систем управления механизмом переключения стрелочного перевода (в т.ч. элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование пневмоприводов и систем их управления (проверочные расчеты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости эксплуатации и (или) экономического эффекта от внедрения учебного пневмостенда.

Идея работы заключается в создании методического обеспечения лабораторного курса дисциплины «Гидропневмопривод» для выполнения лабораторных работ на имитационных моделях в

программах SimulationX и Automation Studio, а также на физических моделях пневмоприводов на учебном пневмостенде.

Объект исследования – пневмоприводы и системы их управления.

Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности пневмоприводов и систем их управления.

Цель исследования – разработка методического обеспечения для лабораторного курса дисциплины «Гидропневмопривод» на имитационных и физических моделях.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчетной схемы пневмопривода с системой управления теоретические результаты имитационного и физического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров пневмопривода и системы его управления определять необходимые для их проектирования основные характеристики».

Разработано методическое обеспечения для выполнения лабораторных работ по темам: система подготовки воздуха; пневматические распределители; пневматические цилиндры и приводы поступательного действия; логические операции; схемы «с самоподхватом» с использованием электроавтоматики; схемы с управлением несколькими исполнительными механизмами средствами электроавтоматики, последовательное управление; синтез многотактных пневматических систем управления; схемы с управлением тремя пневматическими цилиндрами средствами электроавтоматики; компьютерное управление, программа компьютерного сбора информации и управление дискретными и пропорциональными аппаратами; датчики пневмоприводов; программирование промышленного контроллера (ПЛК).

Разработанное методическое обеспечение к каждой лабораторной работе включает: сформулированные цель и задачи; перечень материального обеспечения; теоретические сведения; методику выполнения; шаблон отчета.

В работе рассмотрены схемы пневмоприводов с системами их управления, созданы их имитационные и физические модели, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования – разработано методическое обеспечение лабораторного курса дисциплины «Гидропневмопривод» на имитационных и физических моделях.

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Список литературы

1. Маслов, Н. А, Бондарев Э.С. Применение имитационного моделирования при подготовке по рабочей профессии машинист укладочного крана // Электронные образовательные технологии: решения, проблемы, перспективы : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23–24 апреля 2019 г.) – Новосибирск : Изд-во СГУПСа, 2019. – 286 с., с.142-146.

2. Маслов, Н. А, Примычкин А.Ю. Имитационное моделирование систем рулевого управления горных, строительных и дорожных машин // Электронные образовательные технологии: решения, проблемы, перспективы: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23–24 апреля 2019 г.) – Новосибирск : Изд-во СГУПСа, 2019. – 286 с., с.147-151.

3. Яковлева, Е.А., Маслов, Н.А. Имитационные модели привода механизма переключения стрелочного перевода [Текст] / Е.А. Яковлева, Н.А. Маслов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 2. – 298 с., с.244-247.

4. Маслов, Н. А, Яковлева Е.А. Имитационное моделирование систем управления и электроприводов стрелочных переводов // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2022) : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 20–21 апреля 2022 г.) – Новосибирск : Изд-во СГУПСа, 2022. – 446 с., с.221-229.

5. Куспекова, Э.А., Маслов, Н.А. Разработка методического обеспечения для учебных пневмостендов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.158-161.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ ТРУБ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ В ООО «СЕРГИНСКИЙ РЕЧНОЙ ПОРТ»

А.Е. Матюшина, О.Г. Севостьянова
Сибирский государственный университет водного транспорта
opt_el@mail.ru , aleksandramat21@gmail.com

В данной статье рассматриваются особенности технологической схемы перегрузки труб различного диаметра, виды грузозахватных устройств в ООО «Сергинский речной порт». Выявляются недостатки и после усовершенствование погрузоразгрузочного процесса с помощью новейших грузозахватных устройств, улучшение качества работы и время обработки груза в порту.
Ключевые слова: ООО «Сергинский речной порт», технологический процесс, труба, строп, захват, технологическая схема.

В ООО «Сергинский речной порт» производится погрузка и выгрузка как навалочного груза, так и тарно-штучного с доставкой груза до места назначения и выгрузкой в пунктах назначения при помощи водного транспорта с использованием собственных плавучих кранов.

Почти все разновидности труб сохраняют на открытых складах и перевозятся в открытых вагонах. Для погрузоразгрузочных работ применяют разновидности кранов грузоподъемность не менее 10 тонн. Трубы обычно перегружают на открытые сладкие площадки, обслуживаемые рельсовыми кранами. На причалах, складах и железнодорожных грузовых фронтах располагаются универсальные поворотные портальные краны вдоль причала.

Технологические процессы перегрузки труб выполняют, как правило, комплексно - механизированным или полностью механизированным способом. Они отличаются достаточно высокой производительностью и интенсивностью обработки ТС. Перегрузка труб является довольно опасной и возможны нарушения правил застроповки и других технологий. Поэтому предусматриваются тестирования по обеспечению безопасности рабочих и по минимуму сокращается их численность на месте погрузоразгрузочного процесса.

В данном порту для перегрузки труб различного диаметра имеются такие грузозахватные устройства как различные типы строп, траверса, захват. Так как в порту не имеется магнитных и автоматических

грузозахватных устройств это усложняет работу и увеличивает время погрузоразгрузочных работ.

Для распаковки труб различного диаметра используют так называемые четырехветвевые стропы – «пауки», которые выглядят как два двухветвевых стропа прикрепленных к серьге крупного размера. Торцевые захваты устанавливаются на концах строп.

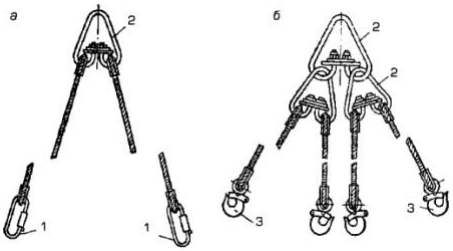


Рисунок 1 – Стропы: а — двухветвевой; б — четырехветвевой (паук); 1 — карабин; 2 — серьга; 3 — крюк

Торцевые захваты для труб 4МВ3, 4МВ9, 4МВ10 имеют такую конструкцию, которая обеспечивает защиту кромки трубы от повреждений, а ширина и форма поверхности захвата, обеспечивает отсутствие деформаций по торцу труб при погрузочно-разгрузочных операциях. При такой конструкции захвата тонкий край трубы с разделкой под сварку фактически «зависает» внутри захвата и не деформируется при строповке. Такие захваты не нуждаются в дополнительных мягких вставках из капролана или полиуретана. Всё больше используются конструкции многоветвевых стропов 7МВ4 и 7МВ6 с торцевыми захватами для подъёма двух или трех труб любого диаметра одновременно. Применение таких грузозахватных приспособлений позволяет значительно сократить время на погрузочно-разгрузочные работы.



Рисунок 2 – Торцевой захват

Рассмотрим технологическую схему выгрузки труб различного диаметра:

Первым делом приемосдатчику груза приходит оповещение о подаче груза в вагонах или же автомобилях. Далее он ознакомляет комплексную бригаду с местом выгрузки и порядком выполнения работ. При выполнении работ комплексная бригада несет ответственность за исправность оборудования. На выгрузке груза, как правило, участвует 3 или более работников комплексной бригады (из которых один крановщик и 2 рабочих-стропольщиков). Крановщик подает ГЗУ к месту застроповки груза. Тем временем стропальщики по приставным лестницам поднимаются на вагон с двух сторон и, направляя крюки, начинают застропку груза. По команде рабочих крановщик начинает подъем сначала проверяя безопасность захвата позже самого груза после того как стропальщики окажутся в безопасной зоне. Выгрузка верхней части груза возможна в один или несколько приёмов. Увязку (проволочную) снимают после выгрузке уже на земле, если выгрузка была совершена в один прием, специальными ножницами. Если же выгрузка была несколько этапов, то увязка снимается непосредственно в вагоне. После проверки качества застроповки, уходя в безопасную зону, стропальщики дают команду на подъем груза (0,2-0,3) и проверяют равномерность натяжения стропов и надежность обвязки, если это условие не соблюдено груз опускается. Груз поднимается на высоте не менее 0,5 метров под наблюдением стропальщиков. На площадке груз увязывается и устанавливаются на специально подготовленные подкладки с расстоянием между ними.

Сделаем вывод, что данная технологическая схема может быть усовершенствованной с помощью магнитных или клещевых захватов. Так как в данном порту нет таких ГЗУ то время работы увеличивается и начинается простой вагонов/автомобилей. Усовершенствовав технологию перегрузки груза меняется и схема погрузки. Это позволит повысить производительность труда и позволит сократить время обработки груза в порту.

Изложенное в статье позволит:

– обеспечить новыми механизированными грузозахватными устройствами большинство портов;

– разработать более упрощенную технологическую схему;

– улучшить качество работы и время обработки груза в порту.

Список литературы
1. ООО "Сергинский речной порт":О компании [Электронный ресурс]. – URL: https://srport86.ru/ (дата обращения: 23.04.2023).
2. Н.В. Демьянов «Технология, организация и планирование портовых перегрузочных работ» 2007 г. [Электронный ресурс]. – URL: https://works.doklad.ru/view/Sx8IYlswDA8/all.html (дата обращения: 23.04.2023).
3. Технология погрузки-выгрузки тяжеловесных и длинномерных грузов [Электронный ресурс]. – URL: https://studfile.net/preview/2847118/page:21/ (дата обращения: 24.04.2023).
4. Севостьянова О.Г. Управление инновационной деятельностью в транспортно-логистических системах: учебное пособие / О.Г. Севостьянова [и др.] – Новосибирск, Сибирский государственный университет водного транспорта, 2022.- 212 с. – ISBN: 978-5-8119-0934-6.
5. Тетерук В.А., Севостьянова О.Г. Перспективы развития кооперации России и стран Азии / В сборнике: Транспорт. Горизонты развития. Труды 2-го Международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 2022. С. 141.

К ВОПРОСУ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ СПИРОИДНОЙ ПЕРЕДАЧИ

А.В. Низин, В.Ю. Игнатюгин
Сибирский государственный университет путей сообщения
forto@ngs.ru

Разработка цифровых двойников в машиностроении позволяет не только сокращать время от идеи до готового продукта, но и получить существенную экономию средств при замене натурных экспериментов на физических моделях виртуальными экспериментами с использованием построенных в 3-D CAD пакетах моделей с дальнейшим их анализом в CAE продуктах. В приведённом материале рассматриваются особенности построения 3-D модели спироидного зацепления.
Ключевые слова: спироидная передача, 3-D моделирование, червяк, колесо.

Спироидная передача является одной из разновидностей передач с перекрещивающимися осями. По технологии изготовления она аналогична червячным цилиндрическим, а значит, более технологична по сравнению с глобоидными передачами.

С помощью современных программ можно исследовать распределение напряжений в зоне контакта зубьев, поведение передачи в динамике, деформации при нагрузке элементов, температурный нагрев деталей и многое другое, однако для получения достоверных данных необходимо наличие точной модели исследуемого объекта [1].

Формулы для расчёта геометрии червяка и основных параметров колеса, приводятся в рекомендациях «Передачи спироидные с цилиндрическими червяками. Расчёт геометрии».

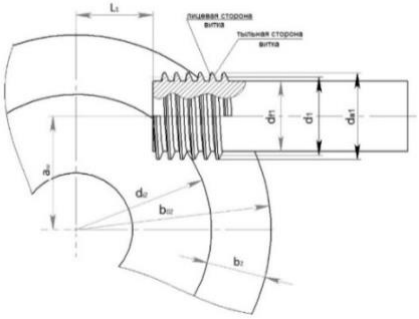


Рисунок 1 – Схема для моделирования передачи

Этих данных хватает для построения его модели. Имея исходные данные для расчёта: межосевое расстояние, и передаточное число передачи, можно рассчитать диаметр колеса и ширину зубчатого венца (Рисунок 1).

Первый метод построения модели колеса, имитируется физический процесс построения передачи. Для этого на межосевом расстоянии, вырезаем контур одного захода червяка и копируем 63 раза (передаточное число и число зубьев колеса). Возможно так же сделать и меньшее число копий, но необходимо выполнить это с равным шагом, равным углу поворота колеса, за один оборот червяка.

Данным методом можно получить лишь приближенную форму зуба колеса. На рисунке видна ступенчатая форма зуба, с отдельными вырезами и неровностями, которые не дают точной геометрии, и, следовательно, исследование такой поверхности позволит получить весьма неточные результаты [2].

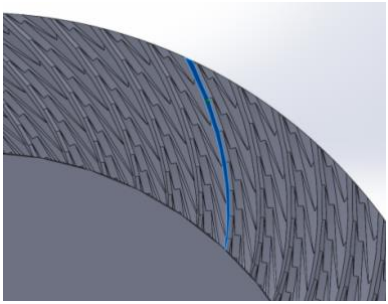


Рисунок 2 – Поверхность, полученная методом вырезания

Полученную модель можно использовать лишь как ориентир (образец) в дальнейших расчётах (Рисунок 2).

Для второго метода, необходимо заранее определить геометрию лицевой и тыльной линии, и вдоль них вытянуть профиль зуба колеса. В качестве профиля зуба колеса берётся зеркальное отражение профиля зуба червяка.

Что бы найти профилирующую линию зуба колеса, необходимо начертить несколько эскизов, и провести дополнительные расчёты.

Передаточное отношение передачи с однозаходным червяком равно числу зубьев колеса. Известно, что за один оборот червяка пятно контакта сместится на расстояние равное шагу витков червяка 5,498 мм, а колесо при этом повернётся на определённый угол, величину которого можно найти из пропорции: имеем x=360/63=5,714.

За точку отсчёта профилирующей линии выбрана точка пересечения осевой линии червяка и внутренней окружности зубчатого венца. Для удобства построения из этой точки проведена новая дополнительную ось (Рисунок 3).

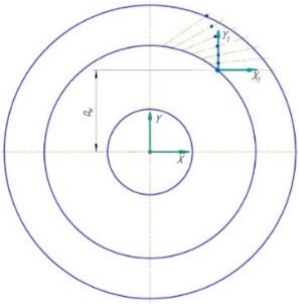


Рисунок 3 – Схема к расчёту траектории зуба колеса

Построив в новой системе координат прямую под углом 5,714° относительно оси OX, и отметив на ней точку на расстоянии 5,498 мм от оси координат, вдоль построенной линии, получим координаты пятна контакта (а, следовательно, и координаты вершины зуба колеса) через один оборот червяка. Положение пятна контакта после двух оборотов червяка находится на линии отложенной на такой же угол (5,714°) относительно последней построенной прямой, на расстоянии удвоенного шага червяка (2x5,498 мм) от оси. Продолжаем данные построения до тех пор, пока точки не выйдут за наружный диаметр зубчатого венца.

Проведя через полученные точки кривую, получим линию вершины зуба колеса, которую можно использовать для построения зуба колеса (Рисунок 4).

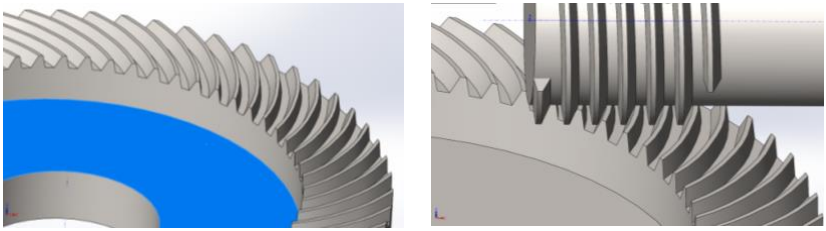


Рисунок 4 – Вид построенной модели передачи

Таким образом, второй метод позволяет получить точную геометрию 3 D модели спироидной передачи.

Список литературы

1. Эбергард, В.Е., Игнатюгин, В.Ю. Особенности трёхмерного моделирования спироидных передач // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта, 2022. – № 1 (4). С. 103-106.

2. Игнатюгин В.Ю., Нейман В.А. Оптимизация зацепления спироидных передач // в сборнике: Информационные технологии в науке и производстве. Материалы VI Всероссийской молодежной научно-технической конференции. Редколлегия: А.Г. Янишевская [и др.]. 2019. С. 106-112.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИБКОЙ ОБЕЧАЙКИ ДОРОЖНОГО КАТКА

А.С. Речицкий, С.В. Речицкий
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
sior@mail.ru

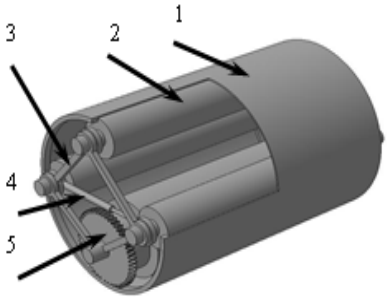
В работе рассмотрена эффективности дорожного катка, оборудованного гибким вальцом с обечайкой, выполненной из бесконечной гусеничной цепи в сравнении с традиционным вальцовым катком. Создание высокоэффективного дорожного катка возможно на основе существующих вальцовых катков с применением на них гибкого вальца с обечайкой из бесконечной гусеничной цепи.
Ключевые слова: каток дорожный, обечайка, цепь гусеничная.

Для уплотнения дорожно-строительных материалов должны применяться, как правило, разные типы дорожных катков, отличающиеся весовыми характеристиками и размерами вальцов для достижения требуемого коэффициента уплотнения путем ступенчатого изменения удельного давления в зоне контакта вальца с уплотняемым материалом, но это значительно повышает себестоимость и время выполнения работ по уплотнению и эксплуатации уплотняющего оборудования [1]. Использование дорожных катков различных типоразмеров не всегда обеспечивает соответствие удельного давления вальца изменяющейся в процессе уплотнения плотности материала, что приводит к недоуплотнению или переуплотнению материалов, а также к образованию волны перед вальцом [1].

Решением данной проблемы могли бы стать конструкции гладковальцовых дорожных катков с изменяемой кривизной вальца в зоне уплотнения [2] и [3], достигаемое деформированием обечайки. Такое решение позволяет бесступенчато регулировать в некотором диапазоне удельное давление на уплотняемый материал в процессе уплотнения в зависимости от его текущей плотности и оперативно получать требуемое удельное давление на уплотняемый материал, применяя каток только одного типоразмера.

В конструкции [2] (Рисунок 1) изменение кривизны вальца обеспечивается шарнирным четырехзвенником с установленными в его вершинах роликами. Обечайка вальца деформируется роликами в

горизонтальной и вертикальной плоскости симметрично относительно горизонтальной и вертикальной осей и принимает форму эллипса.



1 – обечайка; 2 – упорные ролики; 3 – тяга; 4 – гидроцилиндр; 5 – приводная звёздочка

Рисунок 1 – Валец дорожного катка с обечайкой, деформируемой подвижным четырехзвенником

Управляя гидроцилиндром 4 [2] (Рисунок 1) шарнирный четырехзвенник меняет расстояние между осями роликов 2, в результате чего меняется радиус кривизны гибкой обечайки вальца в зоне её контакта с уплотняемым материалом.

В результате бесступенчатого изменения радиуса кривизны вальца, а, следовательно, и удельных давлений на уплотняемый материал, уменьшается масса катка, повышается его производительность, сокращается номенклатура и количество катков, одновременно находящихся на месте работ.

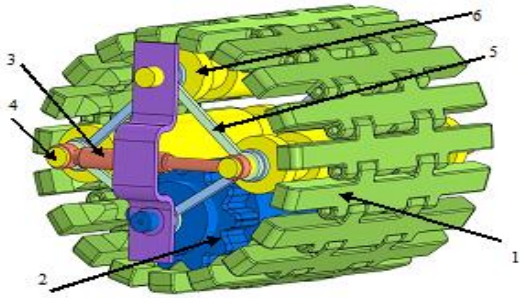
Недостатком этого вальца является его низкая ремонтопригодность, т.к. для замены обечайки требуется демонтаж всего вальца, высокая энергоемкость деформации обечайки, ее недолговечность и высокая стоимость.

Поэтому в другой предлагаемой конструкции [3] (Рисунок 2) обечайка 1 выполнена из бесконечной гусеничной цепи, состоящей из шарнирно соединенных между собой одинаковых звеньев.

Изменение радиуса кривизны такой обечайки осуществляется так же, как и в рассмотренной выше конструкции [2] (Рисунок 1) четырёхзвенником 5 (Рисунок 2) с помощью гидроцилиндра 3.

Такая конструкция [3] (Рисунок 2) обеспечивает уплотнение дорожно-строительных материалов за счёт бесступенчатого принудительного изменения пятна контакта обечайки вальца в зоне с уплотняемой средой с меньшей энергоёмкостью деформации обечайки за счет шарнирного соединения между собой одинаковых звеньев

бесконечной гусеничной цепи, что повышает эффективность процесса уплотнения и уменьшить мощность привода механизма деформации обечайки, повышается ремонтопригодность.



1 – обечайка; 2 – приводной ролик; 3 – гидроцилиндр; 4 – ось ролика; 5 – шарнирный четырехзвенник, 6 – опорные ролики

Рисунок 2 – Валец дорожного катка, обечайка которого выполнена из бесконечной гусеничной цепи

Применение в существующих дорожных катках подобных вальцов [3] (Рисунок 2) в сравнении с гладковальцовыми катками дает следующие преимущества:

- возможность бесступенчатого изменения удельного давления вальца на уплотняемый материал;
- возможность использования одного катка для уплотнения дорожно-строительных материалов с учетом их наиболее благоприятных для уплотнения характеристик;
- возможность быстрой замены обечайки из бесконечной гусеничной цепи, состоящей из шарнирно соединенных между собой одинаковых звеньев без демонтажа всего вальца;
- возможность использования для уплотнения различных дорожно-строительных материалов одного катка с комплектом сменных обечаек из бесконечной гусеничной цепи с различными размерами звеньев этой цепи и величиной зазора между ними;
- возможность замены отряда катков различных типоразмеров и габаритов одним катком для выполнения той же работы.

Кроме того, использование данных конструкций вальцов в существующих дорожных катках позволяет провести их модернизацию с минимальными затратами, связанными только с заменой вальца без изменения основной конструкции катка.

Список литературы
1. Марышев Б.С. Катки для уплотнения асфальтобетонных смесей. Оборудование. 2001. № 6.
2. Инновационный патент № 21592, Республика Казахстан: а. с. Республики Казахстан №61205. МПК7 E01C 19/26. Валец дорожного катка [Текст] / Дудкин М. В., Гурьянов Г. А., Речицкий С. В., Андреев Ф. В., Невзоров А. С., Понякшев А. А.; заявитель и патентообладатель Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева. - № 2008/0673.1; заявл. 04.06.2008; опубл. 14.08.2009, бюл. №8. – 5 с.: ил.
3. Патент РФ № 2784841, Российская Федерация: а. с. № 2784841. МПК E01C 19/27. Валец дорожного катка [Текст] / Речицкий С.В., Лебедева В.В., Речицкий А.С., Колоколкина Е.А. - № 2022114117; заявл. 24.05.2022; опубл. 30.11.2022, бюл. №34. – 5 с.: 2 ил.

СПОСОБЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРОПОТОКОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Е.М. Саломатов, С.А. Коларж
Сибирский государственный университет путей сообщения
salomatow.e@yandex.ru

В работе рассмотрены основные современные подходы к обследованию пассажиропотоков на городском пассажирском транспорте, позволяющие определить качество и эффективность предоставляемых транспортных услуг в крупных городах.
Ключевые слова: пассажиропоток, способы изучения пассажиропотоков, оптимизация маршрутной сети, пассажирский транспорт.

Транспортная мобильность является одним из важных факторов повышения качества жизни горожан и развития устойчивых городов. Для ее совершенствования необходим инструментарий, позволяющий оптимизировать маршрутную сеть, сокращать время в пути, повышать эффективность транспортной работы и снижать затраты. В связи с чем целью работы является определение перспективного метода обследования пассажиропотоков на городском общественном транспорте.

Обследование пассажиропотоков позволяет определить характеристики спроса на перевозки, а также выявить проблемы и потребности пассажиров, что, в свою очередь, дает возможность скорректировать маршрутную сеть, тем самым повышая эффективность работы пассажирского транспорта в городе. Для обследования пассажиропотока применяются различные методы, такие как:

- опросный или анкетный способы исследования пассажиропотока;
- подсчет пассажиров наблюдателями;
- система учета оплаты проезда;
- система автоматизированного учета пассажиропотока на основе тензометрического датчика в комплексе с инфракрасным;
- система обеспечения учета и анализа пассажиропотока посредством камер видеонаблюдения;
- счетчик подсчета пассажиров на базе стереозрения;
- расчет пространственно-временных моделей на основе больших данных.

Опросный и анкетный способы предусматривают добровольное участие и честность ответов пассажиров, которые могут быть искажены различными факторами. Кроме этого, данные способы обладают высокой трудоемкость и ограниченностью возможностей изучения динамики и прогнозирования пассажиропотоков.

Аналогичные недостатки отражаются в методе подсчета пассажиров наблюдателями, однако человеческий фактор выражен в неточностях и ошибках, допущенных в ходе обследования, ввиду усталости, невнимательности или предвзятости учетчиков.

В системе учета оплаты проезда не учитывается выход пассажиров на остановочный пункт и направление движения, вследствие чего невозможно выявить спрос на транспортное обслуживание тех или иных районов города. Вместе с тем не берется во внимание возможность ошибок и манипуляции при сборе данных, в связи с неисправностью оборудования, нарушением правил использования проездных документов или злоупотреблением полномочий экипажа транспортного средства.

Система автоматизированного учета пассажиропотока на основе тензометрического датчика в комплексе с инфракрасным позволяет определять количество входящих и выходящих пассажиров из транспортного средства, по изменению веса и тепловому излучению. Однако, как и любая технология, имеет свои недостатки. Во-первых, зависит от качества и точности установленных датчиков, которые могут выходить из строя или выдавать некорректные данные ввиду вибраций, пыли, влажности или перепада температур. Во-вторых, не учитывает

вход и выход пассажиров, что приводит к ложному срабатыванию системы.

Недостатки камер видеонаблюдения связаны с техническими аспектами системы, такими как качество изображения, угол обзора, освещенность, распознавание лиц и тел, тем самым система может как учесть два раза одного пассажира, так и вовсе не обнаружить его. В результате чего снижается качество полученных данных о пассажиропотоках на маршрутах.

Счетчик подсчета на базе стереокамер позволяет устранить недочеты, связанные с оптическим искажением, вследствие чего повышается точность вычисления пассажиропотока. Однако он требует высокой точности калибровки камер, большого объема памяти для хранения изображений и высокой вычислительной мощности техники. Вместе с тем существенным недостатком данной системы является высокая стоимость приобретения и установки оборудования на подвижной состав.

Расчет пространственно-временных моделей на основе больших данных представляет собой сложную задачу, которая имеет ряд недостатков:

- для получения достоверных результатов необходимо иметь доступ к большому объему данных о перемещении пассажиров;
- для обработки таких данных необходимо специализированное программное обеспечение и значительные вычислительные ресурсы.

В ходе изучения вышеизложенных методов было выявлено, что методы обследования пассажиропотоков, которые подразумевают участие человека, значительно искажают результаты и не позволяют в полной мере определять динамику спроса на транспортное обслуживание. Система автоматизированного учета пассажиропотока, построенная на использовании тензометрических и инфракрасных датчиков вследствие их ложного срабатывания и возможной некорректной работы, может предоставлять неточные данные, что, в свою очередь, приводит к неэффективному распределению ресурсов транспортных предприятий.

На ряду с вышеописанными системами камеры видеонаблюдения обеспечивают более точную и полную информацию о пассажиропотоке, а также способствуют повышению транспортной безопасности, однако ввиду оптических искажений понижается качество полученных данных по сравнению с системами учета и анализа пассажиропотока посредством стереокамер или расчета пространственно-временных моделей на основе больших данных.

Таким образом на городском общественном транспорте в настоящее

время применяется широкая номенклатура методов обследования пассажиропотоков, позволяющих производить анализ эффективности транспортного обслуживания населения крупных городов. На основании данного анализа производиться оптимизация маршрутной сети и подвижного состава пассажирского транспорта. Для повышения качества предоставляемых данных системами учета пассажиропотока наиболее перспективным решением является объединение систем учета оплаты проезда, камер видеонаблюдения и информационных систем позволяющих получать данные о местоположении абонентов сотовой связи.

Список литературы

1. Петрова Дарья Владимировна. "Современные подходы к организации мониторинга пассажиропотоков общественного транспорта городских агломераций" International Journal of Open Information Technologies, vol. 8, no. 1, 2020, pp. 47-57;
2. Распоряжение Минтранса России от 28.12.2016 N НА-197-р «Об утверждении Примерной программы регулярных транспортных и транспортно-социологических обследований функционирования транспортной инфраструктуры поселений, городских округов в Российской Федерации»;
3. Фадеев, А. И. Методика определения корреспонденций пассажиров общественным транспортом из операций валидаций электронных проездных билетов / А. И. Фадеев, С. Алхуссейни // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 3(85). – С. 370-397. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-3-370-397;
4. Патент № 2785198 C1 Российская Федерация, МПК G07C 9/00, G06V 20/59, B60R 1/29. Счетчик подсчета пассажиров на базе стереозрения : № 2022113252 : заявл. 18.05.2022 : опубл. 05.12.2022 / : А.И. Журавлев, В.В. Усачева, М.А. Филоненко, М.Г. Гаврилов, Д.Б. Станкевич ; заявитель Акционерное общество «Штрих-М»;
5. Попова, Е. А. Пространственно-временные модели маятниковых трудовых миграций в Московской агломерации / Е. А. Попова // Проблемы современной урбанизации: преемственность инновации : Сборник статей Международной конференции, Москва, 22–23 марта 2022 года. – Москва: Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 2022. – С. 126-133.

АНАЛИЗ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

Е.В. Сировайский, Э.О. Норбу, В.П. Крапивко, В.А. Шарутина
Сибирский государственный университет водного транспорта
sirovayskiy@mail.ru

В данной работе рассматриваются: виды, особенности и преимущества определенных строений козловых кранов, особенности анализа расчетных схем несущих металлоконструкций пролетных кранов, виды нагрузок, которые необходимо учитывать, а также сочетания эксплуатационных нагрузок, расчетные схемы, определяемые условиями их использования и методы их расчетов.
Ключевые слова: опора, балка, ферма, нагрузка, расчетная схема, козловой кран.

Пролетные краны для перегрузочных и строительно-монтажных работ, к которым относятся мостовые перегружатели и козловые краны, представляют собою катучий мост на высоких опорах. По мосту перемещается грузовая тележка, поворотный кран или другое грузозахватное устройство. Мост может выполняться с консолями и без них, а также с одной консолью.

Конструктивные особенности пролетных кранов определяются условиями их использования. Они делятся на две основные группы: мосты с нижним и верхним катанием грузовых тележек [1].

При проектировании и выборе для выполнения работ пролетного крана стоит важный вопрос, который заключается в определении вида пролетного строения (мост) и ног (опор), для этого необходимо знать основные характеристики будущего крана.

В современных кранах мосты выполняются по двухбалочной или однобалочной схеме, могут быть без консольный, с одной и двумя консолями. В плоскости подкранового рельса ноги портала образуют различные схемы рам – перевернутую П – образную открытую раму, замкнутую раму и открытую Г образную раму (рис.1).

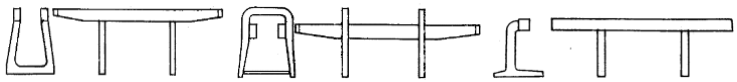


Рисунок 1 – перевернутая П – образная открытая рама, замкнутая рама, открытая Г образная рама

По способу присоединения ноги козловых кранов могут присоединяться жестко и с одной жесткой опорой, а другой шарнирно присоединенной (гибкой) (рис.5).

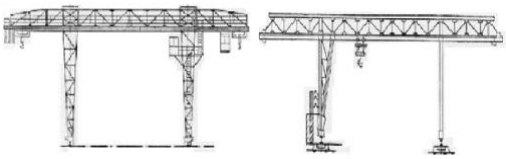


Рисунок 2 – козловой кран с жестко зафиксированными опорами и с одной жесткой опорой, а другой шарнирно присоединенной (гибкой)

Преимущество последней схемы заключается в том, что она менее чувствительна к неточностям колеи подкранового пути. Гибкая опора компенсирует продольные деформации моста, в том числе температурные, и может передавать на путь только вертикальные и горизонтальные силы, которые находятся в ее плоскости. Порталы с гибкой ногой в расчетах представляют статически определимую Г образную раму[4].

В том случае если обе ноги жестко закреплены, то такая схема будет являться статически не определимой. Если к такому порталу приложить вертикальную нагрузку, то в следствии трения между его колесам и рельсами, происходящей под действием вызываемой деформаций моста и ног под нагрузкой из-за отсутствия или затрудненности поперечной подвижки колес возникают реакции распора. При движении опоры начинают расходиться и занимают положение, соответствующее статически определимой расчетной схеме. Но тогда в пролете моста создаются большие значения изгибающих моментов[3].

Расчет металлоконструкций состоит из статистического и конструктивного расчета конструкций, и ведется по методу предельных состояний. Предельные состояния условно подразделяются на две группы.

К первой группе относятся разрушения любого вида, и потеря общей устойчивости конструкции или потеря местной устойчивости отдельного элемента конструкции.

Ко второй группе относятся превышающие нормы прогибы, перемещения и повороты узлов, осадки опор, колебания.

В расчетах металлоконструкции козлового применяются расчеты балок, центрально-сжатых колон и ферм.

Расчет балки являются одним из основных конструктивных элементов. В балках возникает два внутренних усилия — поперечная сила и изгибающий момент, которые определяются по правилам строительной механики или при помощи расчетных программных комплексов.

В стальных каркасах различного рода широко применяются работающие на центральное сжатие колонны или стержни, входящие в состав сложных конструкций.

Фермы можно рассматривать как балки сквозного сечения, в которых пояса в основном воспринимают изгибающий момент, а элементы решетки воспринимают поперечную силу.

При расчете металлоконструкций перегружателей принимаются следующие сочетания эксплуатационных нагрузок:

– рабочее состояние: подъем – опускание груза, совмещаемые с перемещением грузовой тележки;

– грузовая тележка без груза перемещается совместно с краном;

– не рабочее состояние, тележка без груза над одной из опор и действует ветровая нагрузка нерабочего состояния [2].

При расчете порталов козлового крана необходимо учитывать кроме подвижной нагрузки и собственного веса, такие нагрузки как инерционные и ветровые. Температурные нагрузки учитываются только для статически неопределимых систем с двумя жесткими опорами

После расчетов рам при различных действующих нагрузках, можно увидеть следующие виды эпюр изгибающих моментов для схемы козлового крана с подвижной ногой: при подвижной нагрузке. Аналогично для схемы с жестко зафиксированной ногой (рис. 3)

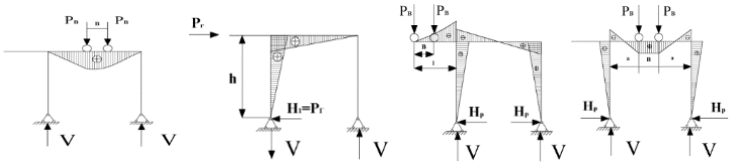


Рисунок 3– Эпюра изгибающих моментов при подвижной нагрузке

Таким образом, можно сказать, что применение двухбалочных мостов целесообразно для относительно небольших пролетов 16-25м. При выборе вида опор, необходимо учитывать, что при жестко закрепленных ногах возникает усилие распора, которое негативно влияет на увеличение износа ходовых колес крана и рельсов, а также появляются дополнительные напряжения в конструкции вследствие

неровностей подкранового пути, однако такой способ имеет преимущество в виде упрощенного изготовления и монтажа крана.

Список литературы

1. Гохберг М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. 1969.С 411.
2. Вершинский. А.В., Гохберг М. М., Семенов В. П. Строительная механика и металлические конструкции. 1984. С. 194-203.
3. Соколов С.А. Строительная механика и металлические конструкции машин. 2012. С 396.
4. Бердин. А. Строительные машины и оборудование. Справочник. [Электронный ресурс] URL:https://stroy-technics.ru/article/konstruktivnye-osobennosti-i-kharakteristika-kozlovykh-kranov (дата обращения 11.04.2023)

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

Р.А. Слабожанин, А.В. Вдовин, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения
namaslov@mail.ru

В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчет оригинального универсального стенда для определения параметров колесной машины в учебном или тренировочном процессе.

Ключевые слова: тяговый расчет, стенд, колесный движитель, машина, средство индивидуальной мобильности

Тяговые расчеты - важные виды расчетов при создании и модернизации подъемно-транспортных, путевых, строительных, дорожных и других самоходных машин. Они позволяют выбрать величины параметров машин для обеспечения требований технического задания. Для грамотного выполнения тяговых расчетов машин необходимо качественное освоение их методик. Это возможно в процессе интерактивного обучения на имитационных и физических моделях в ВУЗе [1-5].

Цель работы - разработка универсального стенда для определения параметров колесной машины (далее по тексту - стенда).

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (важность тягового расчета при создании и модернизации подъемно-транспортных, путевых, строительных и дорожных машин; разработка классификации движителей машин; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ стендов и нагрузочных устройств к ним по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа стенда; разработка комбинированной объединенной схемы стенда, и составление описания к схеме; р**азработка** блок-схемы **алгоритма работы** стенда и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров устройства стенда методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: **разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях);** выбор комплектующих стенда (в т.ч. нагрузочного устройства, элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование стенда (проверочные расчеты, описание к графической части работы).

5. Стартап проект по определению стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, срока окупаемости, экономического эффекта от внедрения стенда.

6. Разработка инструкции по эксплуатации стенда.

Идея работы заключается в создании универсального стенда, выполняющего функции учебного стенда, спортивного тренажера (для имитации гребли на байдарке) или средства (машины) для индивидуального передвижения на колесном ходу летом, а также в стационарном исполнении на станке. Тема работы соответствует концепции воспитательной работы в университетских комплексах Федерального агентства железнодорожного транспорта и программе развития факультета Управление транспортно-технологическими комплексами Сибирского государственного университета путей сообщения. Предлагаемая концепция универсального стенда реализует принцип обучения через физическое воспитание, предлагает оригинальный способ индивидуального передвижения с пользой для здоровья и без вреда для экологии [1-5].

Объект исследования – стенд.

Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности стенда.

Цель исследования – разработка основ теории и методов расчета стенда.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчетной схемы стенда теоретические результаты математического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров стенда определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчетная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции стенда, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчета стенда. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [1-5].

Список литературы

1. Алимбекова М.Ф., Маслов Н.А. Применение метода численного моделирования при определении параметров универсальной машины для новых технических видов спорта // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2020): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23 апреля 2020 г.). Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2020. – 246 с., с.5-11.

2. Алимбекова М.Ф., Маслов Н. А. Имитационное моделирование механического привода универсальной машины для новых технических видов спорта // "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях": материалы международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. - 441 с., с.16-21.

3. Казакевич, С.В., Маслов, Н.А. Сравнительный анализ конструкций станков и нагрузочных устройств колесного движителя машины универсального стенда // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – 283 с., с.221-225.

4. Вдовин, А.В., Слабожанин, Р.А., Маслов, Н.А. Разработка классификации и сравнительный анализ машин для индивидуального передвижения зимой // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред.

Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.211-215.
5. Слабожанин, Р.А., Вдовин, А.В., Маслов, Н.А. Проектирование универсального стенда для определения параметров колесной машины // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.53-55.

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ МИНИМАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ В МЕГАПОЛИСЕ

Н.И. Соколов, О.А. Шаламова
Сибирский государственный университет путей сообщения
nikolay9947@gmail.com

В работе представлено имитационное моделирование существующей транспортной развязки улиц «Георгия Колонды – Окружная» г. Новосибирска, а также исследование её пропускной способности и анализ загруженности пересечения с дальнейшей перспективой устранения заторов на проезжей части.
Ключевые слова: имитационное моделирование, AnyLogic, транспортная развязка, интенсивность дорожного движения, загрузка улично – дорожной сети, фазы светофорного регулирования.

Имитационное моделирование - мощная реалистичная виртуальная среда, позволяющая проводить безопасную тренировку и тестирование различных систем. [1] Поэтому целью работы является: исследование пропускной способности транспортной развязки на одном из перекрестков улиц г. Новосибирска на основе имитационного моделирования.

Под исследованием подразумевается - изучение транспортной развязки, анализ транспортной развязки по основным параметрам с целью выявления и устранения заторов на дорогах. [2]

Объектом исследования является - транспортная развязка на пересечении улиц Георгия Колонды – Окружная.

Для увеличения пропускной способности транспортных средств через исследуемый перекресток и решения проблем, связанных с

дорожным затором на участке и затрудненным поворотом налево с улицы Георгия Колонды на улицу Окружная [3], предлагаем внести изменения в светофорное регулирование, а именно произвести регулировку фаз и цикла светофорного регулирования на пересечении улиц Георгия Колонды – Окружная - Рекордный переулок.

Перед нами стоит задача уменьшить среднее время нахождения автомобилей в модели, найдя значения параметров, при которых достигается наилучший результат работы модели, для достижения этой задачи воспользуемся возможностью оптимизации модели AnyLogic. Оптимизация модели AnyLogic заключается в последовательном выполнении нескольких прогонов модели с различными значениями параметров и нахождении оптимальных для данной задачи значений параметров. [4] Параметры будут меняться дискретно с шагом равным двум. Используя последовательную параметризацию, т. к. количество итераций не должно превышать 500 штук, пришли к параметрам изменения фаз светофоров, которые указаны ниже в таблице 1.

Таблица 1 - Заданные свойства для оптимизационного эксперимента

Параметр	Тип	Значение		
		Мин	Макс	Шаг
P_1	Дискретный	44	64	2
P_2		22	26	
P_3		54	66	
P_4		16	18	

Создаём интерфейс и запускаем новый эксперимент по оптимизации фаз двух светофоров в модели. Эксперимент длился 6 минут 32 секунды, в ходе эксперимента было создано 462 итерации, лучшая итерация по итогу эксперимента с номером 194 при p_1=44, p_2=22, p_3=66, p_4=18. Среднее время нахождения автомобилей в системе стало составлять 57,386 секунды, полученный результат меньше исходного на 30,793 секунды.

После подстановки значений параметров из оптимизационного эксперимента в исходную имитационную модель произведём факторный анализ спустя час модельного времени в режиме «Simulation»:

- Количество автомобилей: 1416 авт/ч;
- Среднее время в пути: 57,386 секунды;
- Количество автомобилей, оставшихся в модели: 34 шт.

Сравнение длительности фаз светофорного регулирования между исходной (существующей) и предлагаемой моделью организации дорожного движения на исследуемом участке после проведения оптимизационного эксперимента в программе AnyLogic приводятся в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнение длительности светофорной сигнализации

№ фазы	Длительность, с	
	До изменения	После изменения
P_1	55	44
P_2	33	22
P_3	67	66
P_4	35	18

Таким образом, среднее время нахождения автомобилей после оптимизации исходной модели уменьшилось на 30,793 секунды, полученный результат, который составил 57,386 секунды меньше на 35% первоначального времени, составляющего 88,179 секунды нахождения автомобилей в модели, пропускная способность данного участка возросла на 136 авт/ч, следовательно, загруженность дорожной сети снижена.

По итогу разработанная имитационная модель перекрестка и собранные статистические характеристики могут быть применены к актуальному на сегодняшний день состоянию дорожного движения улиц Георгия Колонды - Окружная города Новосибирск.

Список литературы

1. Имитационное моделирование // anylogic: Офиц. сайт. Режим доступа: www.anylogic.ru / (дата обращения: 17.03.2023).
2. Н. И. Соколов, О. А. Шаламова: Безопасное движение транспортных потоков на перекрестках // Состояние и инновации технического сервиса машин и оборудования: материалы XIV международной научно-практической конференции, посвященной памяти доцента М.А. Анфиногенова / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т. – Новосибирск, 2022. – С. 318 - 321
3. Н. И. Соколов, О. А. Шаламова: Анализ транспортной ситуации на перекрестках г. Новосибирска // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта: Научно – теоретический журнал, 2022. – 25 - 30 стр.

4. AnyLogic за три дня: практическое пособие по имитационному моделированию / И. Григорьев. – Санкт - Петербург: Изд-во СпбПУ, 2022. - 272 стр.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

М.А. Толстов, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения,
namaslov@mail.ru

В работе сформулированы требования, выбраны исходные данные и стандартные элементы, выполнены сборка и отладка расчётной схемы и проведены численные расчёты на оригинальной имитационной модели гидропривода с предохранительным клапаном непрямого действия в программе SimulationX.

Ключевые слова: модель имитационная, гидропривод, клапан предохранительный непрямого действия, динамическое поведение

Современным элементом защиты гидропривода от чрезмерных перегрузок является предохранительный клапан непрямого действия. Для правильного физико-математического описания работы гидропривода при создании перспективной методики диагностирования насоса-гидромотора в динамическом режиме необходимо задать параметры и законы функционирования предохранительных клапанов. [1-2] Эти законы обычно описываются несколькими системами дифференциальных уравнений. [3] Их решение «вручную» - достаточно трудоемкий процесс.

Цель работы - имитационное моделирование динамического поведения предохранительного клапана непрямого действия в гидроприводе вращательного действия при торможении.

Задачи работы:

1. Выбор исходных данных и расчетных параметров модели;
2. Определение параметров, характеризующих динамическое поведение предохранительного клапана непрямого действия, численным расчетом на имитационной модели;

3. Получение зависимостей параметров, характеризующих динамическое поведение клапана, от параметров насос-гидромотора, его нагрузочного устройства и параметров процесса торможения.

В работе создана и отлажена расчётная схема имитационной модели предохранительного клапана непрямого действия, определены и заданы параметры его элементов. Сформулированы требования к имитационной модели. Модель должна учесть ряд физических процессов в клапане, включая инерцию массы движущегося ЗРЭ, его остановку об упор, упругость пружины, сопротивления движению жидкости и гидродинамическое трение. Сама модель выполнена из стандартных элементов программы SimulationX на основе принципиальной схемы предохранительного клапана непрямого действия. Она включает в себя основной и вспомогательный запорно-регулирующие элементы (далее по тексту - ЗРЭ), их пружины, и гидромеханическую систему, преобразующая разность давлений в двух рабочих полостях в открытие переливного клапана. Для получения исходных данных был взят промышленный образец обратно-предохранительного клапана непрямого действия.

Полученные результаты численных расчётов соответствуют теоретическим сведениям о функционировании предохранительных клапанах непрямого действия. Это говорит о правильности составления и выбора параметров элементов расчётной схемы имитационной модели. На рисунке 1 представлен результат одного из, проведённых в программе SimulationX, расчётов. Это зависимость расхода гидравлического масла через основной и вспомогательный ЗРЭ предохранительного клапана непрямого действия в функции времени моделирования. Также определены динамические параметры t_A, t_E и V_m, характеризующие переходный процесс при открытии предохранительного клапана непрямого действия (рисунок 2). Эти параметры определяются зависимостью перепада давления на клапане в функции времени [4], а также параметрами насос-гидромотора, его нагрузочного устройства и процесса торможения.

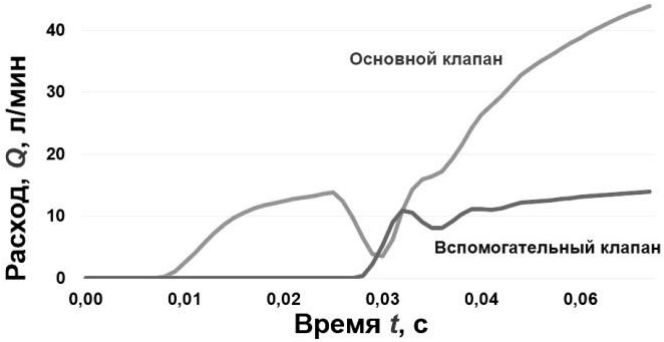


Рисунок 1 – Зависимость расхода масла через основной и вспомогательный ЗРЭ предохранительного клапана непрямого действия в функции времени моделирования, полученная в программе SimulationX

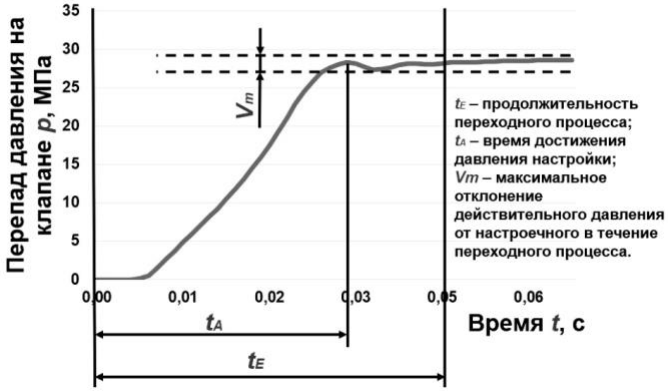


Рисунок 2 – Параметры динамического поведения предохранительного клапана непрямого действия, полученные в программе SimulationX

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения.

Список литературы

1. Толстов, М.А., Маслов, Н.А. Имитационное моделирование открытой разомкнутой гидропередачи вращательного действия // "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях": материалы международной научно-

практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. - 288 с., с.250-256.
2. Толстов, М.А., Маслов, Н.А. Разработка имитационной модели предохранительного клапана прямого действия // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.62-63.
3. Тягунов Ф.Ф. Напорные гидравлические клапаны непрямого действия. - М., 2004.
4. Аппаратура объёмных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики/ Ю. А. Данилов, Ю. Л. Кирилловский, Ю. Г. Колпаков. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с.

РАЗРАБОТКА ЭКЗОСКЕЛЕТА ДЛЯ РЕМОНТА ПУТЕВОЙ ТЕХНИКИ

Н.А. Трусов, Д.А. Карамнов, Н.А. Маслов
Сибирский государственный университет путей сообщения
namaslov@mail.ru

В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчет оригинального средства индивидуальной грузоподъемности - экзоскелета для ремонта путевой техники.

Ключевые слова: экзоскелет, пневмоцилиндр, пневмомускул, пневмопривод, ремонт путевой техники

Физические способности – комплекс свойств человека, обеспечивающих эффективную мышечную деятельность, которые позволяют человеку физически выполнять его трудовые обязанности. Однако развиваемых усилий человеку не всегда хватает даже в пределах санитарных норм, регламентированных требованиями охраны труда. Для повышения физических возможностей человека используют экзоскелеты - человеко-машинные системы. [1-5] Одна из актуальных областей применения экзоскелетов - обеспечение безопасности технологического процесса ремонта путевой техники.

Цель работы - экзоскелета для ремонта путевой техники (далее по тексту - экзоскелет).

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (важность облегчения физического труда человека при выполнении погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ; разработка классификации экзоскелетов; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ экзоскелетов по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа экзоскелета; разработка комбинированной объединенной схемы экзоскелета, и составление описания к схеме; р**азработка** блок-схемы **алгоритма работы** экзоскелета и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров устройства экзоскелета методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SoliDWorks, SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: **разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях);** выбор комплектующих экзоскелета (в т.ч. элементов привода, элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование экзоскелета (проверочные расчеты, описание к графической части работы).

5. Стартап проект по определению стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, срока окупаемости, экономического эффекта от внедрения экзоскелета.

6. Разработка инструкции по эксплуатации экзоскелета.

Идея работы заключается в создании экзоскелета для обеспечения безопасности технологического процесса ремонта путевой техники.

Тема работы соответствует концепции воспитательной работы в университетских комплексах Федерального агентства железнодорожного транспорта и программе развития факультета Управление транспортно-технологическими комплексами Сибирского государственного университета путей сообщения. Предлагаемая концепция экзоскелета реализует принцип повышения безопасности ремонтных работ через повышение развиваемых физических усилий человека, предлагает оригинальный способ реализации технологий ремонта путевых машин с пользой для здоровья и без вреда для экологии [1-5].

Объект исследования – экзоскелет для ремонта путевой техники.

Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности экзоскелета.

Цель исследования – разработка основ теории и методов расчета экзоскелета.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчетной схемы машины теоретические результаты математического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров экзоскелета определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчетная схемы, методами численного и имитационного моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции экзоскелета, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчета экзоскелета. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [1-5].

Список литературы

1. G.E. Hardiman – первый в мире экзоскелет из 60-х годов прошлого века. Научно-популярное. История IT. Робототехника. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/post/394801.
2. 2.Оразов, А.Т. Разработка и исследование гидропневматического привода экзоскелетного устройства: специальность 05.04.13 - Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты: диссертация на соискание ученой степени кандидата технически наук / Оразов Артем Тимурович; науч. рук. А. В. Месропян ; Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа, 2018. – 160 с.
3. Экзоскелеты: анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования: монография: в 2 ч. Ч.1 / С.Ф. Яцун, С.И. Савин, О.В. Емельянова, А.С. Яцун, Р.Н. Турлапов; Юго-Зап. гос. ун-т.-Курск, 2015. -179 с. Библиогр.: с.163-178.
4. Карамнов, Д.А., Трусов, Н.А., Маслов, Н.А. Разработка схемы и методики расчета экзоскелета для ремонта путевой техники // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.26-29.
5. Трусов, Н.А., Карамнов, Д.А., Маслов, Н.А. Разработка концепции экзоскелета для ремонта путевой техники // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ: XVI Всероссийская научная конференция молодых ученых (г. Новосибирск, 05-08 декабря 2022 г.) // Сборник научных трудов в 11 ч. / под ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022. Часть 11. – 306 с., с.284-288.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Агафонов А.В. 39
Адегова Л.А. 90, 207
Андреев М.Н. 293
Андриевский С.А. 174, 394
Андронов А.Ю. 45
Андрющенко Е.В. 237
Антипин В.И. 16
Антонова Н.В. 241
Ануфриев С.П. 177
Анферов В.Н. 404
Аргинбаев А.Р. 181
Ардышев И.К. 394
Артюшенко В.В. 318
Астахова П.Е. 339
Бабайкина Е.Ю. 243
Бабко Н.А. 184
Базанов С.А. 404
Балако А.А. 296
Банул П.В. 125
Банул А.В. 125
Баранов А.И. 174, 394
Бартеньева Е.А. 138
Басманов Д.А. 341
Белова Ю.Д. 42
Белоусов Е.П. 127
Берген Н.А. 187
Бернацкий А.Ф. 132
Блок И.Н. 189
Бондаренко Е.М. 375
Боровская Ю.С. 370
Боруш О.В. 330
Ботвинков А.В. 273
Боченков Б.М 311
Бояркин Е.В. 344
Братущенко Я.А. 346, 350
Бугаков П.Ю. 181
Бутакова Д.А. 19
Вакуленко А.В. 187, 246
Валиулин Р.В. 19
Вандышева В.А. 130
Василенко В.А. 353
Вдовин А.В. 398, 431
Верещагина А.С. 232
Веригина А.А. 16, 22
Вишняков Н.С. 209
Водневская Е.А. 356
Воликов Д.Д. 360
Волков Ф.С. 92
Воривохин А.С. 210
Воробьева С.В. 177, 197, 205
Воронцов К.В. 298
Воротников П.А. 401
Вьюненко А.П. 213
Гаврилов Д.Д. 248
Гаврюк С.А. 45
Гаращук С.А. 148
Герасимов А.К. 252
Гилета В.П. 215, 219, 222, 224, 227, 230
Гладков А.В. 259, 281
Говоруха А.С. 85
Голубева М.Б. 132
Голышев Д.Н. 275
Грефенштейн А.П. 367
Гунбин А.А. 383
Дворцевой А.И. 325
Демитерко М.В. 71
Долгодворов С.А. 192
Домахин Е.А. 302
Дятчина А.А. 156
Дятчина А.А. 170
Елизова Н.А. 194
Ефимов А.В. 194
Жаров А.В. 5, 184, 241, 275, 378
Жданов А.Г. 246
Желудова О.А. 48
Жидкова А.А. 346, 350
Жилин А.А. 7, 373
Жуков Е.О. 215, 219
Журина Е.В. 367
Зайналов З.К. 51
Зеленина А.В. 222, 224
Зинченко Е.С. 401
Иванова С.В. 45
Иванова А.В. 227, 230
Иванова В.В. 255
Иванова А.В. 322
Игнатова О.А. 141, 165

Игнатюгин В.Ю. 417
Ильина Л.В. 209
Ильясов А.П. 51
Ильясов Р.М. 404
Исаакян Р.В. 364
Кагадий И.Н. 390
Кадникова Е.С. 364
Казакова О.А. 63, 75
Казанов Л.Е. 96
Караваев В.В. 259, 261
Караваева Ю.А. 53
Карамнов Д.А. 440
Карасева А.А. 346
Кардапольцева Е.Е. 25
Карнаухов Д.А. 263
Карпенко Т.В. 370
Качаков Д.А. 241
Квашнина Е.А. 277, 284
Керн А.Е. 100
Ковтун А.Д. 302
Кожевников А.Н. 121
Коларж С.А. 407, 424
Колягина А.Е. 200
Коновалов Е.С. 79, 407
Коновалов А.А. 135
Копылов В.Н. 127
Корешкова Д.А. 28
Коротких В.В. 71
Косовский А.М. 373
Котин Д.А. 306, 314
Кочергин В.И. 401
Кочетков А.С. 263
Кравцов М.Е. 31
Крапивко В.П. 428
Красник К.В. 207
Кривоногова Д.А. 266, 270
Кривчук П.А. 5
Кудряшова Д.К. 378
Кузнецов А.О. 96
Кузнеченков А.Д. 197
Куликов Д.А. 7
Куприенко А.Н. 367
Куралов А.Е. 138
Курчеева Г.И. 243, 287
Куспекова Э.А. 410
Ларина Д.А. 141
Лебедева В.В. 145
Лесникова Е.Е. 375
Лисовский М.А. 246
Лисота В.Д. 57
Литвина Л.А. 42, 85
Лихачев В.В. 189
Лукин Е.К. 104
Лысяк К.С. 273, 378
Лыткина Е.В. 148, 162
Мазгалева А.В. 130
Майорова С.А. 35
Максимова А.А. 200
Мартыновская Ю.Ю. 275
Маслов Н.А. 398, 410, 431, 437, 440
Матюшина А.Е. 414
Мглинец Э.А. 107
Медведева Н.А. 107
Медведский Д.А. 60
Миллер В.О. 380
Морев А.Э. 293
Мороз О.Н. 60
Моторин С.В. 192
Мурзина А.В. 8
Мякишев А.А. 151
Нагель А.Е. 100, 114
Неделько Г.Ф. 325
Низин А.В. 417
Никитин А.А. 118
Никифорова А.А. 63
Николайчук Е.С. 90
Новиков Е.А. 85
Новоселов Н.В. 302
Нольфина А.Ю. 25
Норбу Э.О. 428
Норкин К.М. 153
Овсянников И.В. 277
Оленникова А.С. 327
Ольховиков С.Э. 360
Павлов А.В. 237, 252, 255, 266, 270
Павлова А.С. 85
Пахилова В.С. 275
Першина Ж.С. 248, 261
Петренева Е.А. 174
Писарева И.Н. 174
Пичугина А.А. 344
Плохотниченко М.Е. 19

Побызакова А.Р. 67
Подкур М.А. 156
Подопригора А.А. 160
Попов М.А. 71
Попов А.Э. 382
Прайс А.Д. 12
Прибылов В.С. 135, 145, 153
Придатченко Т.П. 306
Пчельников А.В. 39, 51
Ракшун Я.В. 8
Речицкий А.С. 421
Речицкий С.В. 421
Решетников Д.Е. 121
Рябов И.А 318
Ряснянский М.А. 79
Савельев Е.С. 100
Савченко Е.А. 387
Сагиев Р.Р. 162
Садыков А.В. 165
Сазонова О.В. 277
Саломатов Е.М. 424
Сарычев С.П. 277
Себешев В.Г. 104, 118
Севастеева И.А. 48, 53
Севостьянова О.Г. 414
Семенчук А.С. 383
Симакова И.Л. 28
Синельников Д.С. 327
Сировайский Е.В. 428
Скрябин Я.С. 75
Слабожанин Р.А. 398, 431
Смирнова О.Е. 168
Соколов Н.И. 434
Соломко Л.Е. 281
Спиридонов Е.А. 296
Степанов А.Ю. 330
Степанов Д.Ю. 332
Строкань А.А. 386
Суровин П.Г. 96
Сухих Д.С. 284
Сысоева О.Е. 79
Табанюхова М.В. 92, 107, 114
Терновой В.С. 82
Тесленко Ю.И. 387
Тимофеев И.А. 232
Титова В.В. 287
Толстов М.А. 437
Топорков Д.М. 298
Тропникова В.В. 25, 31, 35
Трусов Н.А. 440
Ульянова И.А. 202
Файзуллин К.А. 189
Филиппов Н.О. 205
Фотев Ю.В. 63
Францева А.А. 322
Французова Г.А. 291
Фроликов Р.Ю. 168
Халиман А.О. 335
Хомченко А.С. 16
Хомяков Ю.В. 8
Хрянин В.Н. 39
Целебровский Ю.В. 335
Целиков А.Н. 82
Черкашина А.Г. 344
Чернова Е.Е. 187
Чеховский Л.О. 311
Чичерина Г.С. 19
Чуенко Н.Ф. 85
Шаламова О.А. 434
Шарнин В.А. 390
Шарутина В.А. 428
Шепилов А.С. 291
Шинделова О.С. 67
Школина Д.И. 339
Шкундалев Г.О. 235
Шушнов М.С. 200, 202
Шушнова Т.В. 200
Щекотько В.С. 314
Щинников П.А. 332
Яремчук Д.И. 170

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ

31-Я РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Часть 4

Сборник научных трудов

Под редакцией Кравченко Е.А.

Подписано в печать 05.09.2023. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Тираж 50 экз. Уч.-изд. л. 26,04. Печ. л. 28,0. Заказ № Р-02373.
Цена договорная

Отпечатано в типографии
Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

