

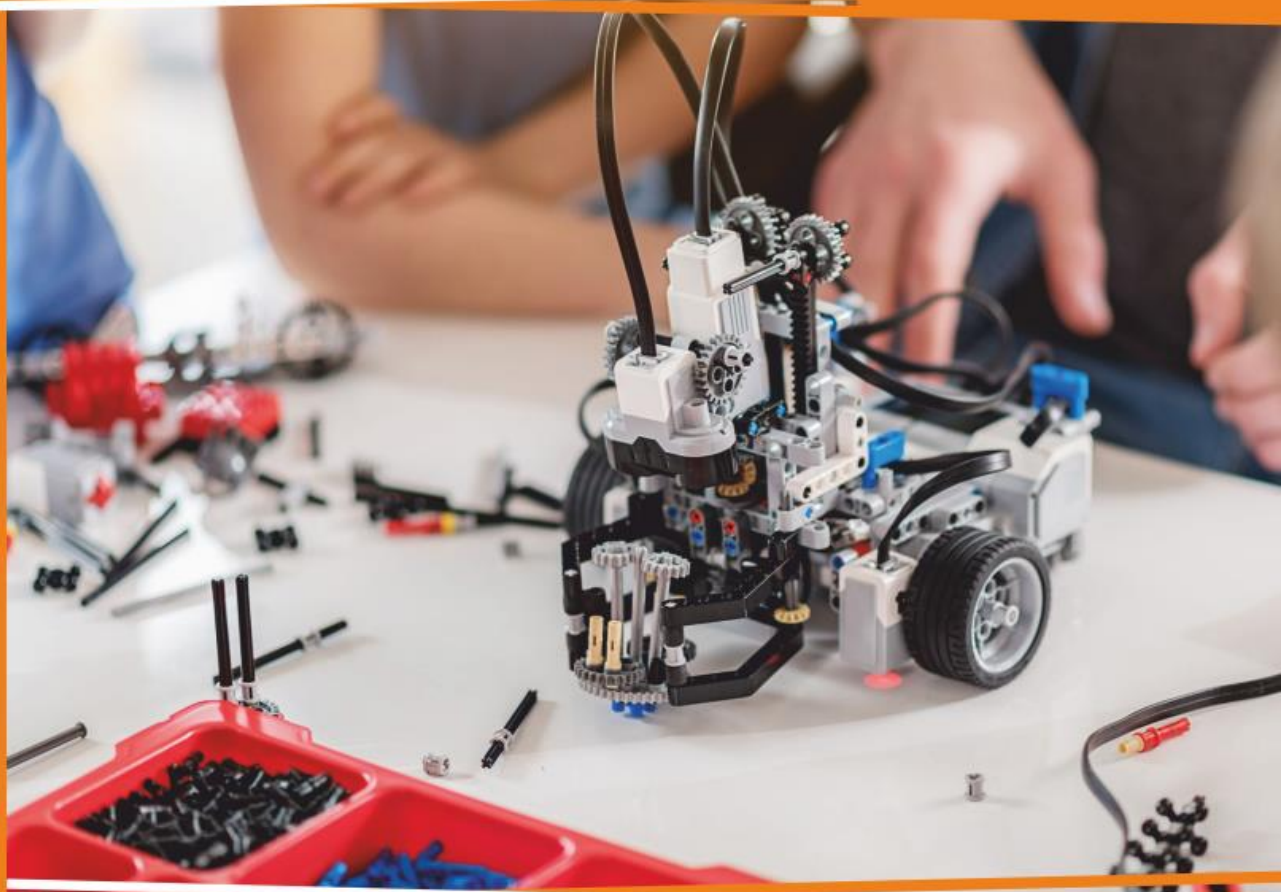


СиБАК
www.sibac.info

ISSN 2310-4066

LXXXIX СТУДЕНЧЕСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

№5(88)



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

г. НОВОСИБИРСК, 2020



НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Электронный сборник статей по материалам LXXXIX студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 5 (88)
Май 2020 г.

Издается с Октября 2012 года

Новосибирск
2020

Председатель редколлегии:

Дмитриева Наталья Витальевна – д-р психол. наук, канд. мед. наук, проф., академик Международной академии наук педагогического образования, врач-психотерапевт, член профессиональной психотерапевтической лиги.

Редакционная коллегия:

Ахмеднабиев Расул Магомедович – канд. техн. наук, доц. Полтавского национального технического университета им. Ю. Кондратюка;

Ахметов Сайранбек Махсutowич – д-р техн. наук, проф., академик Национальной инженерной академии РК и РАЕН, профессор кафедры «Механика» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, руководитель Казахского отделения (г. Астана) международной научной школы устойчивого развития им. ак. П.Г. Кузнецова;

Елисеев Дмитрий Викторович – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков».

НЗ4 «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки»: Электронный сборник статей по материалам LXXXIX студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. ООО «СибАК». – 2020. – № 5(88) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://sibac.info/archive/technic/5%2888%29.pdf>

Электронный сборник статей по материалам LXXXIX студенческой международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Статьи сборника «Научное сообщество студентов. Технические науки» размещаются на сайте научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Оглавление

Секция «Архитектура, строительство»	8
НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	8
Кожина Елена Владимировна	
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНЦЕПЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКО ГОРОДОВ	13
Морякова Мария Алексеевна	
ИННОВАЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	18
Низамиев Рамиль Равилевич	
Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович	
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОРЬБЫ СО СКОЛЬЗКОСТЬЮ	26
Фазылов Идрис Наилевич	
Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович	
СВОЙСТВА АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТОВ И ПРЕДПОСЫЛКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	35
Хадиев Нияз Ирекович	
Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович	
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТЮМЕНИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	44
Шемякина Александра Анатольевна	
Секция «Биотехнологии»	49
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ХЛОРЕЛЛЫ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА	49
Комиссарова Алёна Витальевна	
Балашов Никита Сергеевич	
Икромов Ситора Боходир кизи	
Ермакова Лидия Сергеевна	
Кудрявцева Юлия Сергеевна	
Секция «Информационные технологии»	55
АРИФМЕТИКА В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ И ЕЁ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	55
Асадулин Родион Радикович	
Буриев Артур Тохирович	
Конюхов Глеб Павлович	
Додонова Наталья Леонидовна	

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЕМ Аскаров Гасыр Алмасулы	72
СОЗДАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ АБСТРАКТНЫХ СИНТАКСИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ Ахметзянов Риназ Рафикович Глушков Артем Александрович Додонова Наталья Леонидовна	79
СРАВНЕНИЕ КОДОВ ГОЛОМБА И ХАФФМАНА В СРЕДЕ MATLAB Голубев Даниил Алексеевич Коданев Алексей Витальевич Мороз Алексей Романович Поляков Михаил Владимирович	87
РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ВЕЛОКОМПЬЮТЕРА, СОПРЯЖЕННОГО СО СМАРТФОНОМ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ Евграшин Олег Игоревич Гунько Андрей Васильевич	94
РАЗРАБОТКА ПО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ Карибов Янис Андреевич Колченко Валерий Владимирович Лапшин Николай Александрович	99
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ Карташова Анастасия Павловна	105
ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗВИТИЯ КАНАЛОВ ПРОДВИЖЕНИЯ DIGITAL МАРКЕТИНГА В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА ЭКОНОМИКИ Картбаева Салтанат Алмабековна Жуматаева Жанат Есиркеповна	110
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ Кондрашкин Антон Андреевич Додонова Наталья Леонидовна	114
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ НА ГРАФАХ. ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ПО ПЕРЕГОНУ Мучкаева Булгун Васильевна	127

ЗАВИСИМОСТЬ ТОЧНОСТИ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ КАРТЫ КОХОНЕНА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА ОТ РАЗМЕРНОСТИ ЗАДАЧИ Нехай Игорь Андреевич	130
АВТОРИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ANGULAR ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JWT-ТОКЕНА Попов Владимир Сергеевич	133
ВИРТУАЛИЗАЦИЯ И ВИРТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ Ткаченко Семен Викторович	139
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ РЕЦИДИВА ТУБЕРКУЛЕЗА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ Хусаинова Олеся Тагировна Акёнов Сергей Владимирович	144
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ Хусаинова Олеся Тагировна Акёнов Сергей Владимирович	150
Секция «Машиностроение»	155
ДВИЖЕНИЕ WORLDSKILLS INTERNATIONAL КАК СИСТЕМА УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ Косогина Ирина Максимовна	155
Секция «Моделирование»	159
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ЧУГУННОЙ ПЛАСТИНЫ В ANSYS Голубев Даниил Алексеевич Коданев Алексей Витальевич Мороз Алексей Романович Поляков Михаил Владимирович	159
Секция «Нанотехнологии»	164
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНО-ЧАСТОТНОГО ДАТЧИКА Ыбыраев Ерсұлтан Мирхатулы	164
Секция «Радиотехника, электроника»	170
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОФАЗОРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ Локачева Юлия Андреевна Дегтярева Евгения Евгеньевна Судин Алексей Павлович Петушкевич Наталья Александровна	170

Секция «Сельскохозяйственные науки»	176
ВЫРАЩИВАНИЕ КРЕСС-САЛАТА И ОКСАЛИСА НА ДОМАШНЕЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ	176
Россохина Анна Игоревна Карпенко Маргарита Юрьевна Гладилина Елена Максимовна Ермакова Лидия Сергеевна Кудрявцева Юлия Сергеевна	
Секция «Телекоммуникации»	181
СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УСТРОЙСТВ СЦБ	181
Бережной Артем Владимирович Сизикова Лариса Васильевна	
Секция «Технологии»	187
ТЕЗИСЫ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	187
Чистякова Анастасия Игоревна	
Секция «Энергетика»	190
СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЭП	190
Васько Андрей Викторович Кропачева Людмила Владимировна	
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И СТРАН ЕС	198
Злобина Юлия Валерьевна Кропачева Людмила Владимировна	
ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	208
Кузьмицкая Диана Павловна Кропачева Людмила Владимировна	
ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОБУСОВ	215
Кузьмич Алексей Викторович Гаврилова Ирина Леонидовна	
КОМПЛЕКС МЕР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	221
Савлук Владислав Викторович	
ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: БУДУЩЕЕ ИЛИ ПРОШЛОЕ?	228
Силюк Даниил Андреевич Кропачева Людмила Владимировна	

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕМ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO	232
Сокол Дмитрий Анатольевич	
НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	238
Стенько Василий Александрович	
Гаврилова Ирина Леонидовна	
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ	243
Хворов Александр Сергеевич	
РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ХЛЕБОПЕКАРНОГО ЦЕХА	247
Эйсмонт Ян Антонович	
Кропочева Людмила Владимировна	

СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО»

НАЗНАЧЕНИЕ И ВИДЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Кожина Елена Владимировна

*магистрант,
кафедра проектирования зданий и градостроительства,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень
E-mail: elenakozhina_bel@mail.ru*

PURPOSE AND TYPES OF URBAN DOCUMENTATION

Elena Kozhina

*undergraduate,
Department of design buildings and urban planning,
Industrial University of Tyumen,
Russia, Tyumen*

АННОТАЦИЯ

Статья содержит теоретическую информацию о градостроительной документации, её видах и содержании.

ABSTRACT

The article contains theoretical information on urban planning documentation, its types and content.

Ключевые слова: градостроительная деятельность, документы территориального планирования, градостроительная документация, генеральный план

Keywords: urban planning activities, territorial planning documents, urban planning documentation, master plan

Деятельность по развитию территории – это градостроительная деятельность. Она реализуется в виде территориального планирования,

градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства, эксплуатации зданий и сооружений.

Территориальное планирование, являясь частью градостроительной деятельности, представляет собой планирование развития территории. В рамках территориального планирования формируются функциональные зоны, устанавливается планируемое размещение объектов различного значения.

В ходе территориального планирования разрабатывается документация для каждого субъекта градостроительных отношений. На уровне Российской Федерации, субъектов РФ и муниципальных районов разрабатываются схемы территориального планирования. Для городских и сельских поселений документом территориального планирования является генеральный план (рисунок 1.).



Рисунок 1. Документы территориального планирования

На основаниях перечисленных выше документов принимаются решения в отношении реализации инвестиционных проектов, развития инфраструктур, создания новых социальных объектов.

В муниципальных образованиях территориальное планирование реализуется с помощью разработки градостроительной документации, виды которой рассмотрены на рисунке 2.



Рисунок 2. Виды градостроительной документация муниципального образования

Для каждого объекта градостроительной деятельности существует определенный вид градостроительной документации. Рассмотрим градостроительную документацию на примере городских округов. На рисунке 3 представлен комплекс градостроительной документации, необходимой для развития территории городского округа.



Рисунок 3. Градостроительная документация городских округов

Генеральный план городского округа отображает основные задачи дальнейшего развития муниципального образования. И он является исходным документом для разработки правил землепользования и застройки.

Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) являются итогом градостроительного зонирования, которое обеспечивает рациональное использование земельных участков с помощью установления территориальных зон. Содержание ПЗЗ представлено на рисунке 4.

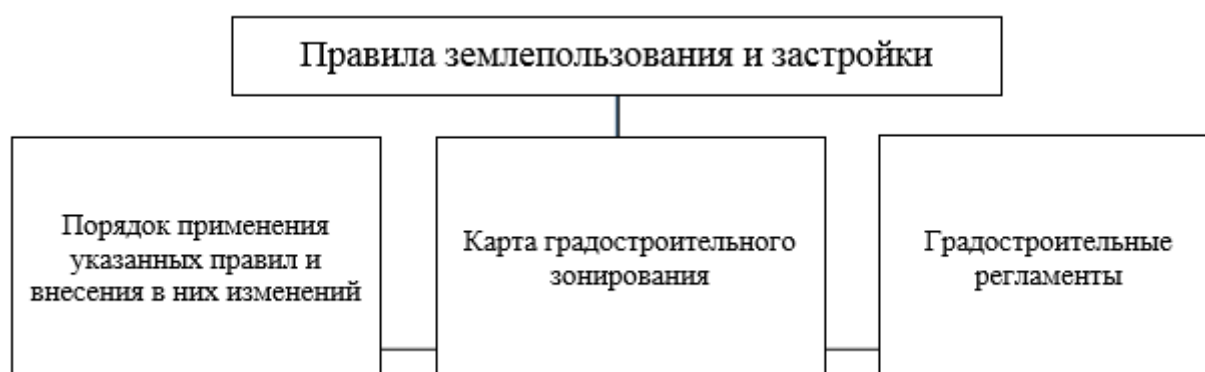


Рисунок 4. Содержание правил землепользования и застройки

Важным фактором является то, что для каждой территориальной зоны указываются виды разрешенного использования земельных участков и объектов капитального строительства.

Указанные выше виды градостроительной документации (Генеральный план городского округа и ПЗЗ) разрабатываются на всю территорию городского округа, но существуют также документы, которые охватывают только часть территории муниципального образования:

- проект планировки территории;
- проект межевания территории.

Проект планировки территории с целью выделения элементов планировочной структуры, границ территорий общего пользования, а также для установления зон для размещения объектов капитального строительства.

Проект межевания территории может разрабатываться как в составе проекта планировки, так и в виде отдельного документа. В рамках данного проекта утверждаются красные линии, определяется местоположение границ вновь образуемых земельных участков и изменяемых.

Изучив теоретические основы градостроительной деятельности, можно сделать вывод, что развитие территории и городской инфраструктуры невозможно без грамотно разработанной градостроительной документации. Она помогает решать не только текущие проблемы, но также предусматривается развитие территории на перспективу.

Список литературы:

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 г. №190-ФЗ.
2. Федеральный закон от 03.07.2016 г. № 373-ФЗ "О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации, отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования регулирования подготовки, согласования и утверждения документации по планировке территории и обеспечения комплексного и устойчивого развития территорий и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации"
3. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.04.2017 г. № 738/пр «Об утверждении видов элементов планировочной структуры».

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНЦЕПЦИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКО ГОРОДОВ

Морякова Мария Алексеевна

*магистрант кафедры Геодезии и кадастровой деятельности,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

E-mail: moryakovam@yahoo.com

Современные города, особенно крупные, становятся все более опасными для жизни их жителей. Это связано с повышением уровня загрязнения воздуха, воды, почвы, рекреационных и других компонентов природной среды. К этому необходимо добавить стресс, плохое питание, малоподвижный образ жизни населения. Другими словами, качество жизни людей в городах снижается.

Все особенности нормальной человеческой деятельности в урбанизированном районе города должны быть представлены в сбалансированном соотношении: проживание, отдых, общественная жизнь и торговля. Напротив, большинство современных населенных пунктов мира – городские, пригородные и сельские – разделены по функциям: некоторые районы пригодны для жилья, другие для покупок, следующие для производства и т. д. Эти области выходят за рамки размера, в котором люди чувствуют себя комфортно, даже в пределах одной и той же функции. Концепция «эко города» трансформирует обширную и специализированную направленность на интеграцию функций в разумных размерах, так что сам эко город становится миниатюрной моделью всего общества. Однако это вовсе не означает, что эко города станут полностью самодостаточными или изолированными от окружающих населенных пунктов.

Исходя из вышесказанного, рассмотрим концепции градостроительного образования, выдвинутые в 20-м веке [1]:

1. Линейный город – не прерывное градообразование (развита К. Доксиадисом, Ле Корбюзье, Сория-и-Мато, группой нового элемента расселения и т. д.);

2. Прерывная система – зернистая структура градообразования (разработана и представлена в схемах Э. Глойдена, В. Кристаллера, Э. Говарда).

Концепция первого типа представляет опасность для окружающей среды в том смысле, что она способна нарушить природный ландшафт, нарушить экологические связи, лишить естественную способность природы воспроизводиться без вмешательства человека. Зернистая или прерывистая структура считается экологически более привлекательной [1]. Она была разработана в теории децентрализации Э. Сааринена, в лондонском Проекте реконструкции П. Аберкромби и другими, в целом этот тип концепции явно дезурбанистический.

Что касается типа города, созданного в XX в. Пессимистичные замечания неоднократно высказывались известными архитекторами – создателями современной архитектуры. Можно привести мнение Ф.Л. Райта, который считал, что «современная цивилизация может не только выжить в городе, но и извлечь выгоду из его смерти» [2]. Концентрация населения Земли в крупных городах нарушает равновесие планеты. Поэтому человечество должно более равномерно расселиться по всему миру. Мишель Рагон, известный исследователь современной архитектуры, в свое время отметил, что города 20 века очень быстро устареют и станут «мертвыми городами» – тяжелым наследием жителей третьего тысячелетия [3]. Обоснованность этого заявления 1960-х годов была полностью оправдана в конце столетия, когда возникли проблемы с реконструкцией и озеленением современных городов.

В начале 80-х гг. программа Ecorolis, разработанная группой экспертов в области экологии и биологии, завоевала репутацию. Концепция «Экополис» была представлена его авторами (Д.Н. Кавтардзе, А.А. Брудный, В.Г. Агавелов и др.) В следующем виде:

Эко полис – это город и его ближайший пригород, где люди и дикая природа живут во взаимодействии друг с другом. Это новый тип человеческого поселения, который развивается, расширяется и связан с естественными процессами. Эко полис – это небольшой город будущего, где параметры окружающей среды устанавливаются в контролируемых условиях, и жители готовы к постоянно меняющимся изменениям в образе жизни и природе.

Эко полис постоянно взаимодействует между природой и людьми. Создание эко полиса – это непрерывный процесс, а так же одна из повседневных задач граждан города, от детей до пожилого населения. Без участия граждан города в создании экологической и социально-психологической дружественной городской среды, Эко полис не сможет просуществовать ни дня. Поэтому важнейшим принципом разработки программ является вовлечение граждан, правительства и ученых в совместную деятельность в области исследований, принятия решений и их практической реализации. Основным способом достижения социально-культурных целей программы является создание модели экологически сознательного поведения, учета человеческой среды (природной и культурной) и внедрение ее в повседневную жизнь граждан. Новые модели человеческого поведения должны стать социальной реальностью.

В соответствии с опубликованной программой, она носит скорее экологический и социально-культурный характер. Это очень важные аспекты экологизации города. Но так же архитектурные и градостроительные условия имеют огромное значение в этом процессе но, к сожалению, они практически не отражены в этой программе.

Уже во многих странах становится популярным размещение площадок для утилизации отходов, построенных в соответствии с безотходным производством. Здесь производство и хозяйственная деятельность проектируются как единый комплекс без отходов. Движение началось с малых поселений, а затем распространилось и на мегаполисы, и теперь приняло характер глобального следования, известного как эко города, поддерживаемые ООН [4].

Вначале 80-х гг. Концепция «биотического города» была разработана и предложена А.Н. Тетиором. Согласно этой концепции, «биотический город» – это поселение, в котором созданы благоприятные условия для существования всего живого: флоры, фауны и людей. Полное развитие флоры и фауны в городе считается необходимым условием для полного развития человека, который также является частью дикой природы. Для решения этих проблем предлагается, в частности, придать зданиям и сооружениям способность вписываться в

окружающую среду, то есть здания должны быть приспособлены к развитию растений, вымирающих животных в непосредственной близости от человека, адаптироваться к существованию элементов дикой природы на поверхностях зданий, экономить ресурсы и не требовать не возобновляемых ресурсов для строительства, они не должны быть препятствиями для потока веществ и энергии, не должны сбрасывать загрязнения, не обработанные природной средой, создавать высокое качество жизни и т. д.

Предложены некоторые модели городских систем, которые подходят для решения экологических проблем в городах. В одном из них элементы города разделены на основе «природная среда – искусственная среда» и представлены в виде [5]:

- 1) Природного каркаса города;
- 2) Техногенного каркаса города;
- 3) Городской ткани.

Природный каркас – это система поддержки природной жизни города, которая состоит из ландшафтных и водных объектов, других элементов ландшафта города: парков, площадей, садов, бульваров, водохранилищ, рек и т. д.

Техногенный каркас служит системой искусственной поддержки городской жизни и состоит из транспортной и инженерной инфраструктуры.

Городская ткань включает в себя все развитие города.

Для того чтобы удовлетворительно решать экологические проблемы в городах, необходимо создать природный каркас в виде целостной и последовательной структуры, которая пронизывает весь город и переходит в пригородную среду. От взаимного воздействия техногенного и природного каркасов города будет зависеть качество городской среды в целом.

Список литературы:

1. Косицкий Я.В. Систематика градостроительных концепций: Автореф. дис. ... д-ра архитектуры. - М.: МАРХИ, 1979. – 45 с.
2. Критический анализ зарубежных градостроительных теорий: Сб. науч. тр. / Под ред. О.В. Кудинова. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1977. – 77 с.

3. Рагон Мишель. Города будущего. – М.: Мир, 1969. – 295 с.
4. Холодова Л.П., Светлакова А.М. Радиоэстетика как составная часть восприятия архитектурно-пространственной среды // Архитектура и экология России: традиции, современность, будущее. - Новосибирск: Изд-во “Пасман и Шувалов”, 1993. - С. 180.
5. Григорьев В.А. Естественная и искусственная среда: философско-методологические аспекты существования в современном городе // Сибирская архитектурно-художественная школа: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 12 марта 2001 г.). - Новосибирск, 2001. - С. 95.

ИННОВАЦИОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Низамиев Рамиль Равилевич

*магистрант,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань*

Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович

*д-р пед. наук, проф., кафедра дорожно-строительных машин,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань
E-mail: innovation76@mail.ru*

INNOVATIVE ROAD MATERIALS

Ramil Nizamiev

*master of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan*

Muhammat K. Gatiyatullin

*doctor of pedagogical sciences,
professor of the department of road-building machines;
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan*

АННОТАЦИЯ

Повреждения автомобильных дорог в большинстве случаев связаны со снижением несущей способности основания и земляного полотна из-за частого перехода температуры через ноль. Такие переходы характерны для весны, когда днем дорога прогревается, а ночью снова замерзает. В результате чего появляются трещины, образуются выбоины и колея, которые приводят к ремонту и увеличению стоимости содержания дороги. Для повышения долговечности автомобильных дорог необходимы проектные решения, которые позволят ограничить промерзания дорожной одежды и земляного полотна. На практике в качестве теплоизоляционного слоя применяют изделия из экструзионного пенополистирола. В настоящее время существуют альтернативные строительные материалы, которые можно использовать в качестве теплоизоляции дорожной конструкции. Щебень из пеностекла является одним из таких материалов,

пригодным для строительства дорог с целью для уменьшения воздействия морозного пучения на качество автомобильной дороги.

ABSTRACT

Damage to roads in most cases is associated with a decrease in the bearing capacity of the base and subgrade due to the frequent transition of temperature through zero. Such transitions are characteristic of spring, when the road warms up during the day and freezes again at night. As a result, cracks appear, potholes and a rut are formed. This in turn leads to repair and an increase in the cost of maintaining the road. To increase the longevity of roads, such design decisions are needed that will limit the freezing of pavement and subgrade. Basically, as a heat-insulating layer, products from extruded polystyrene foam are used. Currently, there are alternative building materials that can be used as thermal insulation of the road structure. Foam glass is one such material suitable for road construction. The article discusses the use of foam glass as a heat-insulating layer to reduce the effects of frost heaving on the road.

Ключевые слова: автомобильная дорога, морозное пучение, теплоизоляционный слой, пеностекло, долговечность.

Keywords: automobile road, frosty heaving, heat-insulating layer, foamglass, durability.

Организациям, занимающимся проектированием автомобильных дорог в дорожно-климатических зонах с I по IV приходится учитывать влияние отрицательных температур на надежность дорожной конструкции. Промерзание дорожной одежды, и как следствие, морозное пучение являются главной причиной разрушения автомобильной дороги. Суровые зимы, большое количество осадков и пучинистые грунты вызывают сложности при проектировании конструктивных элементов автомобильной дороги. Кроме того, удаленность объектов строительства от карьеров так же является проблемой, так как не везде местный материал подходит для конкретных целей.

Использование теплоизоляционных слоев в дорожном строительстве хорошо известно, но на практике они не часто применяются, кроме строительства в условиях вечномерзлых грунтах в северных районах. Теплоизоляция, предусмотренная в дорожной одежде, предотвращает промерзания земляного полотна, что способствует уменьшению повреждения покрытия, связанные с морозным пучением и в свою очередь приводит к снижению стоимости ремонта и содержания асфальтобетонного покрытия. Согласно действующим нормативным документам, в районах сезонного промерзания толщина рабочего слоя должна составлять минимум 1,5 м с верха покрытия дорожной одежды из непучинистых или слабопучинистых грунтов. В данном случае применение теплоизоляционных слоев позволит сократить стоимость строительства за счет уменьшения земляных работ.

Применение дренирующих слоев из гранулируемых материалов позволит отводить грунтовые воды, что предотвратит потерю несущей способности в период оттаивания и позволит повысить надежность автомобильной дороги. Строительные материалы с низкой плотностью позволят избежать перегрузку слабых грунтов, особенно это касается строительства высоких насыпей. Изделия из экструзионного пенополистирола являются основным материалом при строительстве теплоизоляционных слоев. Экструзионный пенополистирол в большинстве случаев удовлетворяет теплофизические свойства, необходимые при строительстве теплоизоляционной прослойки. В то же время применение плит из экструзионного пенополистирола имеет следующие недостатки:

- возможны образования мостиков холода;
 - пенополистирол следует укладывать с обеспечением равномерного контакта подошвы плиты с поверхностью, что приводит к увеличению стоимости строительства;
 - необходимо следить за тем, чтобы не повредить плиты пенополистирола.
- Также проблемой пенополистирола является тот факт, что поведение данного материала плохо изучено в конструкциях автомобильных дорог.

На сегодняшний момент есть альтернатива экструзионному пенополистиролу в виде сыпучего материала. Таким материалом является пеностекло, которое изготавливается из обычного стекла.

Пеностекло – это теплоизоляционный материал из ячеистого стекла, непроницаемый для влаги, инертный, устойчивый к насекомым и вредителям, прочный и с достаточно низкой теплопроводностью. Пеностекло имеет высокую прочность на сжатие, что дает возможно использовать его в основании дороги.

Пеностекло изготавливается в основном из не менее 60 % переработанного стекла и натурального сырья.

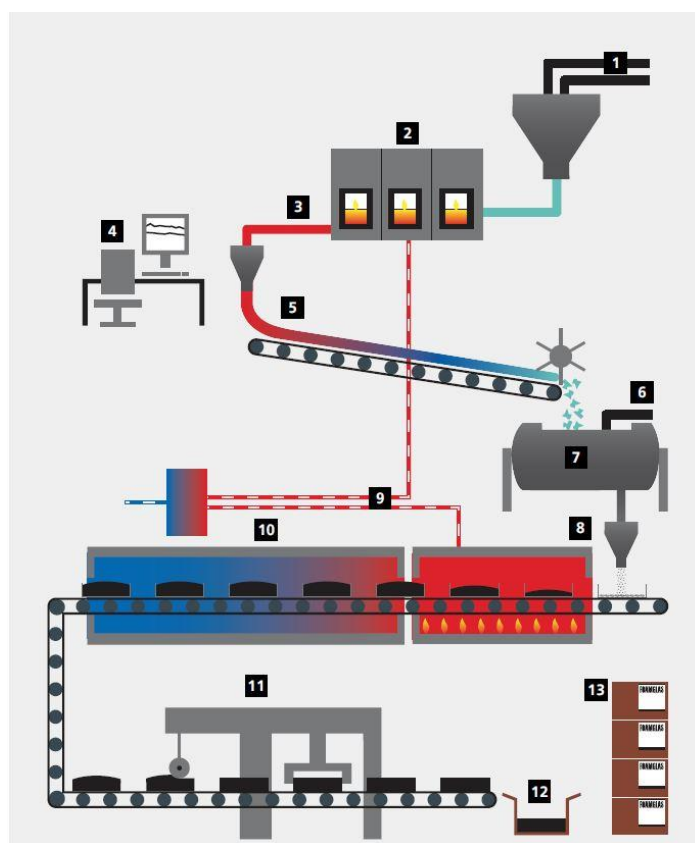


Рисунок 1. Схема процесса производства пеностекла

1. Дозирование и смешивание сырья. 2. Плавильная печь. 3. Выпуск расплавленного стекла из плавильной печи. 4. Место оператора контроля производства. 5. Транспортировка стекла по конвейерной ленте с охлаждением перед загрузкой в барабанно-шаровую мельницу. 6. Барабанно-шаровая мельница, загруженная охлажденным стеклом. 7. Измельчение всех ингредиентов в тонкий

порошок в барабанно-шаровой мельнице перед загрузкой в лотки из нержавеющей стали. 8. Лотки, заполненные стекольным порошком. При прохождении их через печь с температурой 850 °С происходит естественный процесс окисления. Герметично закрытые вакуумные ячейки образуются внутри расплавленного стекла, создавая уникальную клеточную структуру. 9. Восстановление тепловой энергии. 10. Процесс медленного охлаждения пеностекла для снятия тепловых напряжений. 11. Дробление пеностекла по размеру (все отходы возвращаются в начало производственного процесса, см. рисунок 1). 12. Упаковка и маркировка пеностекла. 13. Транспортировка готовой продукции потребителям.



Рисунок 2. Пеностекольный щебень

Пеностекло имеет следующие достоинства:

1. Водонепроницаемость. Пеностекло состоит из чистого стекла, что позволяет получить полностью герметичную стеклянную конструкцию с закрытыми порами. Закрытая структура ячеек предотвращает впитывание и удерживание влаги.

2. Малый вес и высокая прочность. Пеностекло – очень легкий материал, его легко транспортировать, с ним легко работать: 1 м³ материала весит всего 140 кг. Стандартный 50-литровый полипропиленовый мешок материала весит около 8 кг. Несмотря на легкий вес, материал способен выдерживать высокое давление. Прочность при сжатии – 85 т/м². Пеностекольный щебень с легкостью выдерживает вес дорожного катка при уплотнении.

3. Химическая и биологическая инертность. Пеностекло не подвержено гниению, поражению бактериями и грибами.

4. Негорючесть. Материал на 100% состоит из минерального сырья и в соответствии с российскими стандартами имеет группу горючести «НГ» (не горюч), не выделяет дым и токсичные вещества.

5. Кислото- и химическая стойкость. Теплоизоляция устойчива к органическим растворителям и кислотам, что способствует противостоянию агрессивным средам.

6. Экологически чистый. Пеностекло не токсично, не опасно для окружающей среды, не загрязняет грунтовые воды и может быть переработан или вторично использован [1, с. 5-6].

Обратимся примерам использования пеностекольного щебня:

- строительство временной дороги над туннелем автомагистрали E06 в Стейнхьер, Норвегия. Для обеспечения движения строительной техники, над установленными сегментами туннеля была возведена насыпь высотой 15 метров. Верхняя часть высотой 6 метров была отсыпана с применением керамзитового и пеностекольного щебня объемом 9000 и 1000 м³ соответственно. Это было сделано для того, чтобы уменьшить усадку насыпи и снизить нагрузку на сегменты туннеля. Временная дорога эксплуатировалась с 15 января 2003 года по 17 марта 2004 года, после чего материал повторно использовался для засыпки на опоры моста и в других частях дороги [2, с. 7].

- 14 км Новорязанского шоссе, Федеральной трассы М5 (съезд к торговому центру), Московская область. Пеностекло применено в качестве подстилающего морозозащитного слоя дороги, что позволило исключить промерзание, морозное пучение и разрушение автомобильной дороги [3].

- временная дорога на автомагистрали E 06 в Клеметсруде, Норвегия. На период около полугода над водопроводными трубами была построена временная дорога. Для устройства насыпи на данном участке использовали пеностекольный щебень высотой 4 метра. Пеностекло было выбрано из-за его

низкой плотности и высокой прочности, что позволило снизить нагрузку на водопровод. После демонтажа временной дороги, щебень был повторно использован для строительства насыпи на слабых грунтах основания [2, с. 7].

- южный участок Северно-Западной хорды, г. Москва. Особенности конструкции тоннеля предполагают использование легких материалов. Именно поэтому продукция пеностекольный щебень — был применен при его строительстве. Пеностекло использовалось для отсыпки подошвы на въезде-выезде из тоннеля, поверх которой было уложено дорожное полотно. Пеностекольный щебень применяется для облегчения нагрузки на опорные стенки и одновременно для сохранения надежности и высокой прочности основания для дорожного полотна [3].

- автомагистраль E12 в Хямеэнлинна, Финляндия. Строительство подъездной дороги из традиционного щебня было не возможно в связи со слабыми грунтами и сильного морозного пучения. Использование пеностекольного щебня позволило повысить устойчивость откосов насыпи и снизить давление на слабое основания, а благодаря теплоизоляционным свойствам - предотвратить разрушения покрытия из-за морозного пучения [4, с. 5].

На практике проектирование автомобильных дорог в районах с отрицательными температурами и пучинистыми грунтами является сложной задачей в плане обеспечения долговечности покрытия. Использование теплоизоляционных слоев в конструкциях дорожной одежды позволит увеличить срок службы асфальтобетонного покрытия за счет снижения негативных последствий от морозного пучения. Пеностекло, а именно пеностекольный щебень, является перспективным материалом при строительстве надежных автомобильных дорог. При использовании пеностекольного щебня в дорожной отрасли он показал такие положительные характеристики как:

- возможность повторного использования материала;
- неплохие дренирующие свойства;

- малый вес, высокая прочность на сжатие, водонепроницаемость и экологическая безопасность способствует использованию пеностекла на слабых основаниях и переувлажнённых грунтах;

- пеностекло не требует каких-либо особых условий для хранения и транспортировки, а так же специальной дорожной техники для строительства.

Но отсутствие нормативных документов и малого опыта в области строительства автомобильных дорог из пеностекольного щебня, высокая стоимость материала в связи с отсутствием культуры переработки вторсырья затрудняют применение данного материала в России. В связи с этим необходимо больше уделять внимания как на строительство экспериментальных участков дороги, так и на лабораторные испытания. Кроме того, необходимо снизить себестоимость продукта за счет улучшения ситуации с переработкой вторсырья.

Список литературы:

1. Cellular Glass Insulation Guide. FOAMGLAS® for the Building Envelope. – 2014. – [Электронный ресурс]: сайт. – URL: <https://www.foamglas.com/-/media/project/foamglas/public/corporate/foamglascom/files/brochures/building-envelope/foamglas-for-the-entire-building-envelope-int-en.pdf?la=en> (дата обращения 22.02.2020).
2. Foamed glass – an alternative lightweight and insulating material. Roald Aabøe, Even Øiseth. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.vegvesen.no/_attachment/110430/binary/192513?fast_title=%22Foamed+glass%2C+an+alternative+lightweight+and+insulating+material%22+Even+%C3%98iseth%2C+SINTEF%2C+Roald+Aab%C3%B8e%2C+NPRA+ (дата обращения 22.02.2020).
3. Официальный сайт ООО "АйСиЭм Гласс Калуга". Сайт – URL: <http://icmglass.ru/> (дата обращения: 23.02.2020).
4. Innovative materials for road insulation in cold climates: Foam glass aggregates. Pauline Segui, Guy Doré, Jean-Pascal Bilodeau, Stéphane Morasse. [Электронный ресурс]. сайт – URL: https://tac-atc.ca/sites/tac-atc.ca/files/conf_papers/segui.pdf (дата обращения 23.02.2020).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОРЬБЫ СО СКОЛЬЗКОСТЬЮ

Фазылов Идрис Наилевич

*магистрант,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань*

Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович

*д-р пед. наук, проф., кафедра дорожно-строительных машин,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань
E-mail: innovation76@mail.ru*

EFFICIENCY OF APPLICATION OF ANTI-ICE MATERIALS AT THE WINTER CONTENT OF AUTOMOBILE ROADS

Idris Fazylov

*Undergraduate,
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Kazan, Russia*

Muhammat K. Gatiyatullin

*doctor of pedagogical sciences, professor
of the department of road-building machines;
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan*

АННОТАЦИЯ

Зима – сложный период для организации эксплуатации автомобильных дорог и характеризуется ростом аварийности по дорожным условиям и в основном из-за скользкости покрытия. Сегодня существует большая гамма антигололедных материалов, которые отличаются по скорости реакции, объему растапливаемого льда, экологической безопасности и, что не мало важно, по стоимости. Нередко перед дорожниками встает проблема при выборе противогололедного материала. В статье рассмотрен сравнительный анализ эффективности применения в качестве антигололедного материала солей хлоридов для ликвидации зимней скользкости при содержании автомобильных дорог общего пользования.

ABSTRACT

Winter is the difficult period for the organization of the operation of roads and is characterized by an increase in accident rate due to slippery surfaces. Today there is a large gamut of anti-icing materials that differ in reaction speed, volume of ice removed and, not least, cost. The article discusses a comparative analysis of the use of chloride salts as a deicing material for the maintenance of public roads for the elimination of winter slipperiness.

Ключевые слова: Автомобильный транспорт, автомобильные дороги, содержание автомобильных дорог, противогололедные материалы, зимняя скользкость.

Keywords: Road transport, roads, road maintenance, deicing materials, winter slippage.

Зимний период в Российской Федерации довольно сложный для функционирования автомобильного транспорта. Много проблем для водителей и работников дорожной отрасли. Ледяной дождь, лед и снег оказывают негативное влияние на дорожное покрытие и, по существующим нормативам, последствия этих явлений должны быть устранены в конкретные сроки. Повышаются требования к экологической безопасности применяемых противогололедных химикатов, поэтому современные исследования их качества связаны именно с экологией. Современный рынок противогололедных материалов представлен значительным их количеством и с разными свойствами действия на гололед. Несмотря на это ученые и производители ежегодно изобретают альтернативные к применяемым традиционным противогололедным материалам реагенты, которые максимизируют преимущества материала как инструмент борьбы со скользкостью при минимизации количества распределенного материала на единичную площадь покрытия дороги. Тем не менее, противогололедный материал на основе хлоридов не теряет свою нишу в борьбе со скользкостью и широко применяется для предотвращения гололеда.

Классификация противогололедных материалов устанавливается в зависимости:

а) от агрегатного состояния на:

- жидкие;
- твердые.

б) от компонентного состава:

- фрикционные;
- химические;
- комбинированные. [1]

К химическим противогололедным материалам относится:

- твердые сыпучие материалы: кристаллические, гранулированные;
- жидкие растворы или рассолы химических реагентов.

К фрикционным относится:

- песок;
- песчано-гравийная смесь;
- шлак;
- мелкий щебень;
- золы уноса.

К комбинированным относится:

- смесь фрикционных и химических материалов [2]

По заказу подрядчика были изучены в лабораторных условиях свойства трех (NaCl , MgCl_2 , CaCl_2) солей хлоридов на эффективность работы в качестве материала для плавления льда.

Российские дорожники в основном пользуются в качестве противогололедного материала солью натрия хлор (NaCl) в твердом виде, а так же хлорида магния (MgCl_2), хлорида кальция (CaCl_2) в чистом виде или в смеси с NaCl . Отметим, что рассол хлорида натрия оказывает значительный эффект при воздействии на снег при температуре выше минус 6° : твердость снега падает до 60%, превращаясь в «снежную кашу» и значительно улучшается сцепление между колесом автомобиля и покрытием дороги, ускоряется процесс таяния льда.

Разрушению снежно-ледяных отложений и удаления с дорожного покрытия влияют три основные группы факторов: природные, химические и искусственные.

Природные факторы, к которым относятся климат и погодные условия: температура окружающей среды, интенсивность солнечного излучения, облачность, влажность и скорость ветра. Температура поверхности дороги, которая напрямую зависит от ранее упомянутых факторов, также оказывает существенное влияние.

Химические факторы представлены самими материалами. Эффективность этой группы зависит от типа применяемого разрушителя льда (физические и химические свойства материала), количества реагента, распространяющегося на обледенившуюся поверхность, и продолжительности действия плавления.

Искусственные факторы, связанные с удалением снега и льда с дороги, представлены такими показателями как, интенсивность движения и состав транспортных потоков, способов механического удаления льда с дороги с использованием специального оборудования для очистки снежно-ледяных отложений (снегоуборочная машина).

Обычно противогололедные материалы работают идентично друг другу: сначала они понижают температуру замерзания льда или снежного наката, затем, разрушая превращают их в жидкость или «кашицу».

Процесс таяния льда, когда на него влияет противогололедный материал, можно разделить на четыре периода (рисунок 1а).

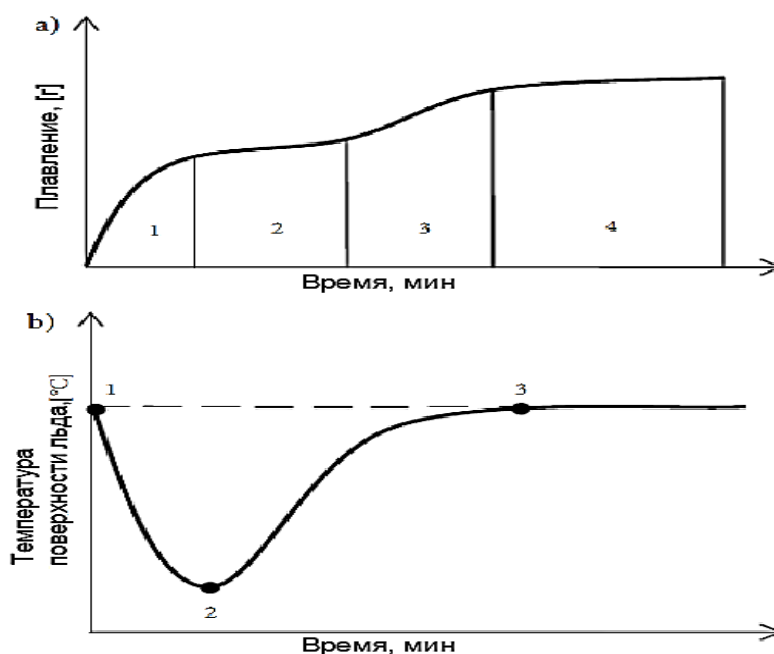
Первая зона на рисунке - это начальный процесс реакции льда и хлорида, когда противогололедный материал после распределения на поверхность вступает в реакцию с обледенением и начинается его плавление. Появляются первые капли рассола, и лед из твердого состояния, разрушаясь, начинает превращаться в жидкость. В этот отрезок времени таяния обычно наблюдается снижение температуры поверхности льда (рисунок 1б). Снижение температуры поверхности льда, при действии противогололедного материала, зависит от температуры окружающей среды и химических свойств реагента (особенно NaCl: при его таянии

происходит эндотермическая реакция с поглощением тепла). CaCl_2 вступает в «экзотермическую реакцию» со льдом - с выделением тепла при растворении. Температура получающегося в результате раствора будет снижаться до тех пор, пока не будет достигнут баланс системы (рисунок 1 б, точка 2): число молекул расплавленного льда (воды) становится равным количеству молекул тающего льда.

Вторая зона - это процесс с низкой температурой плавления, когда таяние льда происходит медленно или не происходит вообще. Это явление будет продолжаться до тех пор, пока температура льда не достигнет температуры окружающей среды (рисунок 1, б, точка 3).

Третья зона - быстрый процесс плавления. Интенсивность таяния льда увеличивается из-за увеличенного выделения молекул растаявшего льда (воды). Как правило, интенсивность плавления будет увеличиваться до тех пор, пока противогололедный материал не разрушит весь слой льда.

Четвертая зона - лед прекращает таяние из-за истощения ресурсов плавления противогололедного материала. Отметим, что требуется распределение конкретного количества реагента, чтобы расплавить определенное количество льда при определенной температуре. Когда на покрытое льдом покрытие наносится недостаточное количество соли, то скользкость не ликвидируется. При избыточном количестве распределенного противогололедного материала на квадратный метр, лед полностью исчезает, но перерасход материала приводит к экономическим потерям. Таким образом, определяющими факторами борьбы с зимней скользкостью являются скорость, необходимое количество материала и продолжительность плавления [3].



Примечание: а - зоны таяния льда; б– изменение температуры поверхности льда

Рисунок 1. Процесс таяния льда

Цель лабораторных исследований состояла в определении эффективности изучаемых противогололедных материалов. Лабораторные исследования проводились для определения процента потери массы при применении противогололедного материала. Образцы льда готовили одинаковой толщины (3 мм) и площади поверхности (887 см²). Ровное количество воды (около 266 г) наливали в однородные лотки из нержавеющей стали 30 × 30 см. с предварительным взвешиванием массы сухих лотков. Воду замораживали и хранили в климатической камере до тех пор, пока температура поверхности льда не достигла указанной температуры (от –20 до –3° С). При образовании слоя льда лотки взвешивали с точностью до 0,1 г и рассчитывали массу льда. Лотки со льдом держали в климатической камере до достижения на поверхности льда температуры, необходимой для испытания. Эффективность оценивалась при температурах: –20°, –15°, –9°, –6° и –3° С. Продолжительность взаимодействия солей со льдом по времени составила: 4, 10, 20, 30, 60 и 120 мин, образцы в этих промежутках времени оставались в климатической камере. По истечению испытательного времени лотки вынимались из камеры и взвешивались

с точностью до 0,1 г. Растопленный лед и раствор соли выливали (выдерживали 10 с для полного стекания), оставшиеся лед с противогололедным материалом взвешивали. Образцы в климатической камере во время эксперимента находились в одинаковых условиях: относительная влажность воздуха была достаточно близка к окружающей среде при заданной температуре. После выполнения каждого теста процентное изменение массы (потери массы льда) растаявшего льда и уменьшенной массы льда рассчитывали по формуле:

$$M_{\text{пот}} = \frac{M_{\text{в}} - M_{\text{а}}}{M_{\text{в}}} * 100,$$

где: $M_{\text{в}}$ - масса льда перед нанесением реагента [г];

$M_{\text{а}}$ – масса льда после нанесения реагента [г].

Было проведено три испытания для каждого реагента при разных температурах и различной продолжительности действия плавления [5].

Таблица 1.

Интенсивность таяния льда

Реагент	Продолжительность плавления, мин.	Интенсивность таяния льда, %/мин.				
		Температура, °С				
		-20	-15	-9	-6	-3
NaCl	4	0	0	0,3	0,5	1
	10	0	0,2	0,5	1	1,7
	20	0	0	0	0,2	0,3
	30	0	0	0,4	0,5	1,7
	60	0	0	0	0,2	0,2
	120	0	0	0	0	0
CaCl ₂	4	0,9	1,2	2	2	2,3
	10	0,1	0,1	0,3	0,5	0,9
	20	0	0	0,1	0	0,1
	30	0	0	0,3	0,2	0,6
	60	0	0	0	0	0,1
	120	0	0	0	0	0,1
MgCl ₂	4	1,3	1,7	2,2	2,5	3,1
	10	0,2	0,1	0,4	0,4	0,6
	20	0	0	0,1	0	0,1
	30	0,1	0	0,1	0	0,4
	60	0	0	0	0,1	0,1
	120	0	0	0	0	0

По результатам испытаний можно сделать следующий вывод:

- при низких температурах (-20 и -15°C) хлорид магния MgCl_2 и хлорид кальция CaCl_2 соответственно расплавляют наибольший процент массы льда, следовательно, можно считать эффективными.

- хлорид натрия NaCl наиболее эффективно расплавляет лед до -15°C , а при более низкой температуре данный противогололедный материал не является эффективным [4].

При выборе солей хлорида в качестве противогололедных материалов, решающее значение имеет стоимость материалов. На рынке противогололедных материалов стоимость реагента за тонну варьируется в пределах:

1. MgCl_2 - 27 000 – 29 000 рублей;
2. CaCl_2 – 29 000 – 31 000 рублей;
3. NaCl – 4 000 – 5 000 рублей.

Поэтому подрядчику было предложено с учетом стоимости и объемов, а также экологии отдать предпочтение NaCl с обязательным смешением его с CaCl_2 или MgCl_2 для повышения свойств работы как противогололедного материала и недопущения слеживаемости.

Лабораторные испытания на таяние льда при разных температурах и времени взаимодействия с солью является достаточно надежным способом для сравнения эффективности работы различных противогололедных материалов. Существуют недостатки метода: не учитываются важные условия окружающей среды: температура дорожного покрытия, скорость ветра и интенсивность движения. Для более точного определения возможностей таяния льда и снега необходимо провести полевые испытания в реальных условиях.

Список литературы:

1. ГОСТ 33387 - 2015 «Дороги автомобильные общего пользования. Противогололедные материалы. Технические требования» // Электронный ресурс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200139225> (дата обращения: 16.01.2020).

2. ОДМ «Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах» //Электронный ресурс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032169/> (дата обращения: 16.01.2020).
3. Термические аспекты таяния льда с химическими веществами - антигололедными свойствами//Электронный ресурс. URL: <http://doi.org/10.3141/2440-09> (дата обращения: 16.01.20).
4. Лабораторные исследования эффективности и воздействия химических веществ зимнего содержания // Электронный ресурс. URL[http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CR.1943-5495.0000025](http://doi.org/10.1061/(ASCE)CR.1943-5495.0000025) (дата обращения: 16.01.2020).
5. Разработка стандартных процедур лабораторных испытаний для оценки эффективности противогололедного материала// Электронный ресурс. URL: <http://doi.org/10.1520/JTE103615>. (дата обращения: 16.01.2020).

СВОЙСТВА АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТОВ И ПРЕДПОСЫЛКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Хадиев Нияз Ирекович

*магистрант,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань*

Гатиятуллин Мухаммат Хабибуллович

*д-р пед. наук, проф., кафедра дорожно-строительных машин,
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, г. Казань
E-mail: innovation76@mail.ru*

PROPERTIES OF ASPHALT GRANULATES AND BACKGROUND OF THEIR APPLICATION IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

Khadiev Niyaz Irekovich

*master of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan*

Muhammat K. Gatiyatullin

*doctor of pedagogical sciences,
professor of the department of road-building machines;
Kazan State University of Architecture and Civil Engineering,
Russia, Kazan*

АННОТАЦИЯ

На данный момент дорожно-строительная отрасль Российской Федерации бурно развивается. Предпосылками для развития являются не только возрастающее финансирование транспортной сферы, но и возрастающее качество технического и технологического обеспечения дорожных работ. В связи с этим возрастает необходимость поиска путей экономии при производстве работ. Одним из путей решения данной проблемы может стать повторное использование асфальтогранулята – материала, являющегося отходом при демонтаже старых слоев покрытия. Несмотря на повсеместное использование данных материалов при строительстве, вновь вводятся в цикл материалообеспечения строительства лишь около 60% материалов. Для полноценного развития в данном направлении

необходимы дополнительные изыскания и глубокий анализ опыта и возможностей применения данного материала.

ABSTRACT

At the moment, the road construction sector of the Russian Federation is booming. The prerequisites for development are not only increasing financing of the transport sector, but also the increasing quality of technical and technological support for road works. In this regard, there is an increasing need to find ways of saving in the production of work. One way to solve this problem may be to reuse asphalt granulate – a material that is a waste when dismantling old layers of the coating. Despite the widespread use of these materials in construction, only 60% of materials are again introduced into the construction material supply cycle. For full development in this direction, additional research and in-depth analysis of the experience and possibilities of using this material are necessary.

Ключевые слова: асфальтобетон, асфальтогранулят, автомобильная дорога, свойства материалов, дорожно-строительные материалы.

Keywords: Asphalt concrete, asphalt granulate, road, material properties, road-building materials.

В настоящее время в Российской Федерации и в мире в целом, наиболее распространенным материалов для устройства покрытий на автомобильных дорогах является асфальтобетон и различные его вариации: литые асфальтобетоны, плотные мелкозернистые и крупнозернистые смеси, щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси, полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетонные смеси, пористые асфальтобетонные смеси и др.

При этом, с появлением и распространением данного материала в дорожном строительстве, неизбежно возникала проблема его ремонта и утилизации в процессе эксплуатации и при реконструкции объектов. Несмотря на сложность деконструкции асфальтобетонных покрытий, было создано множество различных технологий, среди которых, широко распространяемые в последнее время технологии ресайклинга.

Технологии ресайклинга, горячие и холодные, являются наиболее экологичными и экономичными способами ремонта и реконструкции асфальтобетонных покрытий и связанными с этими процессами удаления определенных конструктивных слоев. Но, несмотря на это, в дорожно-строительной сфере встречаются случаи, когда необходимо удаление старого асфальтобетонного слоя без его повторного использования. Данная ситуация возникает не только на ответственных участках автомобильных дорог, но и в городских условиях, где невозможно изменение толщины покрытия в связи с расположением коммуникаций, бордюров и крышек канализационных и иных люков. В этом случае необходимо прибегать к технологиям фрезерования.

Повсеместное развитие холодного фрезерования заставляет искать пути повторного использования полученного в результате фрезеровки асфальтобетона гранулята. Как правило, старые слои асфальтобетона, которые подвергаются деконструкции, имеют в своем составе до 90% полезной массы асфальтобетона, пригодной для дальнейшего использования, а остальные 10% способны и в дальнейшем выполнять свои функции в составе менее ответственных конструктивных слоев асфальтобетонных покрытий для автомобильных дорог. При этом объем ежегодно снимаемого старого асфальтобетона в нашей стране измеряется миллионами тонн и в ближайшее время будет быстро расти в связи с большими объемами ремонтных работ, которые требуют предварительного снятия старого слоя покрытия [10].

Что касается Республики Татарстан, то только на реконструкции и ремонты радиальных магистралей г. Казань в 2015-2020 годах планировалось выделять более 4,5 миллиардов рублей. На реконструкцию городских улиц планировалось более 13,7 миллиардов рублей. Безусловно, такая капиталоемкая сфера народного хозяйства нуждается в экономии, которую может обеспечить повторное использование старых слоев асфальтобетонных покрытий [9]. В 2019 году в Республике Татарстан в целом было потрачено 20 миллиардов рублей на содержание более 3000 км. автодорог. При этом, безусловно, основную

часть автодорожной сети составляют дороги низших категорий. Очевидно, что на содержание именно этой категории автомобильных дорог должно уделяться особое внимание [11].

Асфальтогранулятом называют сыпучий крупноагрегатный материал, полученный в результате дробления или фрезерования старого асфальтобетонного покрытия. Чаще всего асфальтогранулят представляет собой смесь различных фракций каменного материала, покрытых пленкой битумного вяжущего или с чистой поверхностью, оставшейся после скола частиц заполнителя асфальтобетона, отделенных друг от друга и слипшихся между собой. Так же асфальтогранулят может включать в своем составе пыль и более крупные песчанистые частицы, оставшиеся после разрушения частиц заполнителя асфальтобетона [1]. Рассмотрим свойства асфальтогранулята.

Согласно ГОСТ Р 55052-2012 и СТО АВТОДОР 2.7-2016 асфальтогрануляты характеризуются и классифицируются по следующим параметрам:

1. Вид минеральной составляющей исходных асфальтобетонов:

- щебеночный;
- гравийный;

2. Величина номинальных размеров наименьшего и наибольшего диаметров зерен минеральной части:

- крупнозернистый – 0,05/40;
- мелкозернистый – 0,05/20 (и менее);

то же при использовании квадратных сит:

- крупнозернистый – 0,063/31,5;
- мелкозернистый – 0,063/16 (и менее).

3. Температура размягчения вяжущего, восстановленного с его поверхности, по классам:

- I, с температурой размягчения по кольцу и шару не более 60 °С;
- II, с температурой размягчения по кольцу и шару более 60 °С.

4. По содержанию инородных включений асфальтогрануляты разделяют на 2 группы:

- 1, с содержанием неорганических материалов, таких как бетон, цементный раствор, металл, кирпич, керамика и стекло;
- 2, с содержанием синтетических материалов, кусков древесины и различных пластмасс.

5. Глубина проникания иглы у вяжущего, восстановленного с покрытия асфальтогранулята.

6. Содержание пылеватых и глинистых частиц.

7. Насыпную плотность.

8. Содержание зерен пластинчатой и игловатой форм.

9. Марку по дробимости, истираемости и морозостойкости щебня.

Данные свойства определяются согласно ГОСТ, регулирующих подобные испытания для аналогичных материалов – щебня и битума. Особое внимание при контроле качества асфальтогранулята должно уделяться способу отбора проб. Наиболее явной проблемой использования асфальтогранулятов является неравномерность состава. Поэтому необходимо отбирать следующее количество точечных проб, в зависимости от объема партии:

- до 175 м^3 – не менее 5;
- от 175 м^3 до 300 м^3 – не менее 10 точечных проб;
- более 300 м^3 – не менее 20.

При этом безусловно, перед испытанием пробы должно происходить её тщательное перемешивание и сокращение пробы методом квартования. В процессе испытаний проб асфальтогранулята необходимо вычислять средне-квадратическое отклонение S_n и коэффициенты вариации C_v содержания отдельных компонентов по следующим формулам:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - x_i)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

$$C_v = \frac{S_n}{X} \quad (2)$$

где: x_i – значение показателя в i пробе;

n – число испытанных проб в партии гранулята;

X – средний состав асфальтогранулята, определяемый по формуле:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3)$$

Зная свойства, можно подбирать возможные способы применения асфальтогранулятов в дорожном строительстве. В нормативной литературе Российской Федерации появление асфальтогранулята, как специфического материала с собственными областями применения и развитыми технологиями производства вплоть до недавнего времени ограничивалось редкостью применения вышеуказанных технологий в процессе эксплуатационного цикла автомобильной дороги.

Так в СП 78.13330.2012 область применения асфальтобетонного гранулята описана не совсем четко. Данный документ дает следующее определение асфальтогрануляту.

«Асфальтобетонный гранулят – измельченный старый асфальтобетон». После уплотнения асфальтобетонный гранулят представляет собой «асфальтогранулобетон».

Данный документ так же дает базовые рекомендации о применении асфальтогранулята при строительстве автомобильных дорог. Так асфальтогранулят может использоваться при устройстве конструктивных слоев дорожных одежд и обочин. Подробные рекомендации по использованию данного материала в документе не представлены [6].

Технические условия на данный материал представлены в ГОСТ Р 55052-2012. Согласно данному документу, асфальтогранулятом называется уже продукт, полученный в результате холодного фрезерования асфальтобетонных покрытий или дробления асфальтобетонного лома и последующего грохочения. Отметим,

что материал, получаемый в результате горячего фрезерования, имеет свои недостатки.

Помимо точного формулирования методов контроля, контролируемых параметров данный документ дает оценку одному из ключевых свойств асфальтогранулята, его однородности, которую мы рассмотрим позже [7].

Стоит отметить, что существуют технические условия о применении асфальтогранулята в конструктивных слоях дорожной одежды автомобильных дорог, разработанные государственной компанией «Автодор».

В данном документе не только жестко ограничиваются области применения асфальтогранулята, но и сужается формулировка понятия «асфальтогранулят».

Согласно данному документу, асфальтогрануляты должны иметь строгое условное обозначение, которое характеризует не только зерновой состав асфальтогранулята, но и свойства вяжущего, а так же форму частиц асфальтогранулята. Помимо явной систематизации понятия «асфальтогранулят» данный документ жестко ограничивает области применения асфальтогранулята.

В соответствии названного документа, асфальтогрануляты могут применяться в следующих случаях:

1. Частично, при использовании в составе основных материалов:

- в верхних слоях асфальтобетонных покрытий, состоящих из плотных и пористых смесей, в случаях временных дорог и полос движения вне основного хода;

- в нижних слоях покрытия;

- в составе песчанно-гравийных и щебеночно-гравийно-песчаных смесей для оснований дорожных одежд.

2. В качестве основного материала:

- в качестве материала покрытия временных дорог;

- при укреплении обочин;

- в слоях основания при использовании крупнозернистых смесей;

- для расклинцовки слоев оснований автомобильных дорог вне основного хода.

Стоит отметить, что ограничения применения асфальтогранулята меньше на территории СНГ. Так, согласно нормам и правилам при транспортном строительстве Республики Беларусь, допускается следующее применение асфальтогранулятов:

1. Для устройства оснований и покрытий дорожных одежд автомобильных дорог III категории и ниже и соответствующих им категорий городских улиц и дорог. Парковочных и иных площадей, являющихся объектами благоустройства.

2. Для расклинцовки щебеночных оснований дорожных одежд автомобильных дорог, городских улиц и парковочных и иных площадей, являющихся объектами благоустройства.

3. Для изготовления органо-минеральных смесей, для приготовления щебеночно-гравийно-песчаных смесей путем смешения с щебнем или смесями песчанно-гравийными.

4. Для приготовления ремонтных смесей для дорог и улиц всех типов. При условии устранения мелких деформаций и повреждений асфальтонных покрытий. Применяется так же при ремонте парковок и иных площадей, являющихся объектами благоустройства.

5. Все типа асфальтогранулята применяют при приготовлении битумоминеральных смесей и литых асфальтобетонных смесей. Так же применяют для приготовления бетонов на органогидравлических вяжущих [8].

Заключение

На данный момент в России и в мире существует богатый опыт использования асфальтогранулятов при производстве дорожных работ. Несмотря на это нет однозначной рекомендуемой технологии их использования. Наблюдается не только разобщенность мнений различных строительных органов в вопросах применения асфальтогранулятов в строительстве, но и отсутствие единой документации, направленной на систематизацию данного процесса. Очевидная неразвитость способов контроля и сертификации этого материала требует развития нормативных и правовых актов, которые будут способствовать повторному использованию асфальтобетонных покрытий при строительстве автомобильных дорог.

Список литературы:

1. Стандарт государственной компании «Автодор». СТО АВТОДОР 2.7-2016. Применение асфальтогранулята в асфальтобетонных смесях и конструктивных слоя дорожной одежды. Технические условия// Москва. 2016. С 29.
2. Макацария Д.Ю., Дегтярева Е.Г. Определение оптимальных комплектов машин для ремонта покрытия автомобильных дорог. // Вестник Белорусско-Российского университета. 2012. №1 (34). С. 51-58.
3. Фрезерование асфальта// Электронный ресурс «Ровная дорога». URL: <https://rovnayadoroga.ru/remont/frezerovanie-asfalta.html#goryachee-frezerovanie-asfalta-plyusy-i-minusy> (дата обращения: 16.02.2020).
4. Этапы ремонта асфальта при использовании инфракрасного нагрева. // Электронный ресурс «Sealcoat.ru». URL: http://www.sealcoat.ru/catalog/the-equipment-and-installations-for-the-heating-of-asphalt/652/9036/#more_photo (дата обращения: 16.02.20).
5. Навесная дорожная фреза. // Электронный ресурс «TEX24». URL: <https://teh24.ru/articles/dorozhnaya-navesnaya-freza.html> (дата обращения: 16.02.2020).
6. ГОСТ Р 55052-2012 Гранулят старого асфальтобетона. Технические условия. // М.: Стандартинформ. 2013. С. 7.
7. СП 78.13330-2012 Автомобильные дороги// М.: Минрегион России. 2013. С 99.
8. СТБ 1705-2006.Асфальтогранулят для транспортного строительства. Технические условия. // Минск: Госстандарт. 2007. С 11.
9. Постановление исполнительного комитета г. Казани №4366 от 16.12.2015 «Об утверждении Комплексной схемы организации дорожного движения города Казани на 2014-2020 гг. с перспективой до 2030 года.»
- 10.Кобцев Д.В., Кобушко Е.А. Асфальтогранулят – перспективный материал в дорожном строительстве. // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. С. 2125-2131
- 11.Постановление кабинета министров Республики Татарстан от 29.11.2018 № 1064. «О дорожных работах на дорогах общего пользования Республики Татарстан на 2019 год». С. 78.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ТЮМЕНИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЕГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Шемякина Александра Анатольевна

*студент, кафедра геодезии и кадастровой деятельности,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень*

E-mail: sashulay1996@mail.ru

APPLICATION OF AN INTEGRATED ASSESSMENT OF THE TYUMEN CITY TERRITORY IN THE FORMATION OF ITS SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Alexandra Shemyakina

*student, department of geodesy and cadastral activities,
Tyumen Industrial University,
Russia, Tyumen*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается комплексная оценка состояния и использования городских земельных ресурсов города Тюмени с целью разработки комплекса мероприятий по моделированию устойчивого развития территории города.

ABSTRACT

The article considers a comprehensive assessment of the condition and use of urban land resources of the city of Tyumen with the aim of developing a set of measures to model the sustainable development of the city.

Ключевые слова: комплексная оценка; устойчивое развитие территории; социально-экономическая составляющая.

Keywords: integrated assessment; sustainable development of the territory; socio-economic component.

На сегодняшний день устойчивое развитие территории подразумевает обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, а также ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной

деятельности на окружающую среду и охрану природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений [1].

В Российской Федерации переход к устойчивому развитию территории начал осуществляться согласно Указу Президента Российской Федерации от 1.04.1996 года № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» согласно которому последовательный переход к устойчивому развитию должен обеспечивать сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей [3].

Переход к устойчивому развитию территорий невозможен без исследования их состояния, организации и использования. Одним из методов проведения исследования служит комплексная оценка.

Комплексная оценка территории города - это оценка, позволяющая установить уровень соответствия использования земель их целевому назначению, выявить несоответствие в существующей сложившейся организации использования территории, планировке и застройке, а также определить степень пригодности незастроенных территорий к конкретному виду использования с учетом социально-экономических, экологических и градостроительных требований [2].

В качестве отправного момента в формировании модели города устойчивого развития принят комплексный подход к социальному, экологическому и экономическому его развитию при приоритете экологической составляющей.

С этой целью, исследуемая территория была поделена на четыре оценочных района, границы, которых соответствуют границам административных округов города Тюмени: Центральный административный округ, Калининский административный округ, Восточный административный округ, Ленинский административный округ.

В данной работе была исследована степень обеспеченности территории города Тюмени объектами: детские дошкольные учреждения, школы и

поликлиники (таблица 1). В основу анализа положены нормативные значения показателя – уровня транспортной или пешеходной доступности (СНиП 2.07.01 – 89*) (таблица 2) [4].

Таблица 1.

**Степень обеспеченности территории города Тюмени объектами:
детские дошкольные учреждения, школы и поликлиники**

Оценочный район	Объекты (количество)		
	детские дошкольные учреждения	школы	поликлиники и их филиалы
Калининский административный округ	40	29	14
Центральный административный округ	34	23	15
Восточный административный округ	34	19	13
Ленинский административный округ	45	20	19

Таблица 2.

Нормативные значения радиусов обслуживания населения детскими дошкольными учреждениями, школами и поликлиниками, размещенными в жилой застройке

Учреждения и предприятия обслуживания	Радиус обслуживания, м
Детские дошкольные учреждения в городах	300
Общеобразовательные школы	750
Поликлиники и их филиалы в городах	1000

В процессе исследования социально-экономической составляющей определена площадь, обслуживаемая детскими дошкольными учреждениями, школами и поликлиниками в соответствии со строительными нормами и правилами застройки городских поселений. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Значения площади, обслуживаемой детскими дошкольными учреждениями, школами и поликлиниками в соответствии со строительными нормами и правилами застройки городских поселений

Оценочный район	Площадь, обслуживаемая объектами (км. кв.)		
	детские дошкольные учреждения	школы	поликлиники и их филиалы
Калининский административный округ	11,2	52,2	44
Центральный административный округ	9,5	41,4	47
Восточный административный округ	9,5	34,2	40,8
Ленинский административный округ	12,6	36,0	59,7

Исходя из того, что площадь обслуживания территории учреждениями может накладываться, в ходе исследования установлены фактические значения площади обслуживаемой территории (таблица 4).

Таблица 4.

Фактические значения площади, обслуживаемой детскими дошкольными учреждениями, школами и поликлиниками в соответствии со строительными нормами и правилами застройки городских поселений

Оценочный район (административный округ)	Площадь округа, (км ²)	Площадь, обслуживаемая объектами, (км ²)		
		детские дошкольные учреждения	школы	поликлиники и их филиалы
Калининский	204,2	10,6	42,8	30,2
Центральный	126,5	7,8	28,1	40,9
Восточный	59,9	8,8	29,9	36,0
Ленинский	218,1	11,8	30,5	53,2

Из анализа результатов, следует, что удельный вес необслуживаемой территории составляет: в Калининском административном округе – 59%; в Центральном административном округе – 39%; в Восточном административном округе – 0%; в Ленинском административном округе – 56%.

Учитывая то, что часть территории каждого оценочного района занята зонами городских лесов, транспортной, инженерной инфраструктуры и т. д. предлагается внести ряд предложений: в Калининском административном округе разместить кампусное отделение детского сада; в Центральном административном округе ввести новые школы; в Ленинском административном округе разместить кампусное отделение школы и детского сада.

Список литературы:

1. Гнатюк С.Н. Индикаторы устойчивого развития региона / С.Н. Гнатюк. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы современной России в условиях трансформации общества: сб. статей; сост. П.А. Повлов. – Москва: Экономика, 2017. – С. 1-5.
2. Подковырова М.А. Ландшафтно-экологические положения организации использования земель поселений на основе комплексной оценки (на материалах г. Омска и его пригородной зоны): 25.00.26: дис. ... канд. с.-х. наук / М.А. Подковырова. – Омск: ОмГАУ, 2005. – 192 с. – Текст: непосредственный.
3. О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию: Указ Президента Российской Федерации от 01.04.1996 № 440. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 09.12.2019). – Текст: электронный.
4. Свод правил СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»: Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 28 декабря 2010 г. № 820) (с изменениями и дополнениями). - URL: <https://base.garant.ru/6180772/> (дата обращения: 12.02.2020). - Текст: электронный.

СЕКЦИЯ «БИОТЕХНОЛОГИИ»

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ХЛОРЕЛЛЫ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ МЕГАПОЛИСА

Комиссарова Алёна Витальевна

*студент, кафедра ЭБТС,
Московский политехнический университет,
РФ, г. Москва
E-mail: ponachk@mail.ru*

Балашов Никита Сергеевич

*студент, кафедра ЭБТС,
Московский политехнический университет,
РФ, г. Москва*

Икромова Ситора Боходир кизи

*студент, кафедра ЭБТС,
Московский политехнический университет,
РФ, г. Москва*

Ермакова Лидия Сергеевна

*научный руководитель, канд. техн. наук., доцент ЦПД,
Московский политехнический университет,
РФ, г. Москва*

Кудрявцева Юлия Сергеевна

*научный руководитель, ст. преподаватель ЦПД,
Московский политехнический университет,
РФ, г. Москва*

CULTIVATION OF CHLORELLA IN HOME CONDITIONS OF MEGAPOLIS

Alyona Komissarova

*student, Environmental safety of technical systems,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Nikita Balashov

*student, Environmental safety of technical systems,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Sitora Ikromova

*student, Environmental safety of technical systems,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Lidia Yermakova

*scientific adviser, Ph.D., associate professor of the CPD,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Julia Kudryavtseva

*academic Supervisor, Lecturer, CPD,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается культивирование микроводоросли хлорелла в домашнем фотобиореакторе в условиях мегаполиса.

ABSTRACT

This article discusses the cultivation of chlorella microalgae in a home photobioreactor in a metropolis.

Ключевые слова: культивирование, фотобиореактор, микроводоросль, хлорелла, мегаполис.

Keywords: cultivation, photobioreactor, microalgae, chlorella, metropolis.

В современном мире у людей появляется все больше и больше проблем со здоровьем. Развитие промышленности повлекло за собой существенные изменения в жизни людей, физический труд стал менее значим и ушел на второй план. В то время как на первый вышли умственный труд, инженерия, архитектура, расчеты, и т. п. и т. д. Рост урбанизированных территорий, строительство дорог, мостов, заводов привели к ухудшению качества окружающей среды, от которого напрямую зависит здоровье всего населения.

Ускорение темпа жизни, недостаток времени, личные и финансовые проблемы зачастую становятся причинами недостаточного внимания к своему

здоровью. Человек отказывается от регулярных прогулок, здорового образа жизни, зачастую не имеет возможности поехать в горы или к морю для получения необходимых витаминов, снятия напряжения и повышения иммунитета. Все это сказывается на нашем здоровье, в частности – психики, состоянии мышц и ЖКТ. Также недостаток витаминов приводит к ослаблению иммунной системы и увеличивает риск простудных заболеваний.

Употребляя хлореллу в пищу, мы восполняем этот пробел. Сейчас на мировом рынке она представлена в различных формах и видах для более удобного употребления (порошок, таблетки, суспензия и т. д.). Помимо употребления в пищу хлореллу используют в косметологии, животноводстве, сельском хозяйстве. А наличие же самого макета фотобиореактора в квартирах, помогает хлорелле всегда быть под рукой и использовать для полива цветов и рассады, что делает ее экономически более выгодной, так как не надо платить магазинам, поставщикам и др. Кроме богатого на кислоты, витамины и микроэлементы состава хлореллы мы получаем выработанный кислород за счет фотосинтеза. Но минусом культивирования хлореллы в домашних условиях является невозможность её употребления в пищу. Так как в вашем фотобиореакторе могут вырасти и другие микроорганизмы помимо хлореллы.

Да бы решить многие из этих проблем в современном обществе высокими темпами расширяется применение микроводорослей для производства биотоплива, пищевых продуктов, а также получения ценных биомолекул, применяемых в косметологии, фармакологии и медицине. Мировой рынок микроальгальной биомассы в 2016 г. оценивался в 0,7 миллиардов долларов США. В ответ на формирование высокого коммерческого спроса развивается производство микроводорослевой биомассы в том числе за счет создания мелких частных предприятий. Это побуждает к поиску новых подходов, обеспечивающих безопасное культивирование микроводорослей.

Для выращивания микроводорослевой биомассы в настоящее время используются открытые (пруды, резервуары) и разнообразные по конструкции закрытые системы культивирования. Одним из вариантов решения данного

вопроса является культивирование микроводорослей в домашних условиях. Данный процесс потребует вложения только в самом начале, для сооружения фотобиореактора и закупку водоросли, так же нужно будет покупать минеральные удобрения, создать необходимые условия и использовать получаемые продукты, не платя ни копейки.

Доступность, низкая цена, легкость в обращении, постоянный прирост продукта, все эти слова могут описать фотобиореактор. Фотобиореактор — это изобретение, относящееся к биотехнологии, которое может быть использовано как для получения биомассы микроводорослей, так и любых продуктов их жизнедеятельности. Фотобиореакторы бывают: тонкослойные, пластинчатые, с мешалкой и трубчатые.

Довольно просто собрать свой фотобиореактор для домашнего использования. Вам понадобится аквариум, компрессор (под давлением подает воздух через трубку на распылитель для подачи кислорода в водную среду), аэратор (через данный аппарат компрессор передает кислород), жидкий термометр (для отслеживания температуры), а также светодиоды (для создания лучшей среды культивации хлореллы).

Сложнее поддерживать оптимальные показатели для культивирования хлореллы:

- Содержание CO_2 в воде: 0,8 ~ 10%
- В воде должны быть азотистые компоненты
- Температура в пределах 26-36 °C
- pH (водородный показатель) 7-8
- Обязательно вода должна быть насыщена кислородом
- Освещенность $(0.7-20) \cdot 10^3$ лк

Для обычного фотобиореактора, который прослужит вам верой и правдой много времени можно придерживаться данной схемой: перед началом работы в фотобиореактор устанавливают датчики, измеряющие значения температуры, pH, содержания растворенного кислорода, подсоединяют необходимые коммуникации: аэратор с подсветкой, шланг, компрессор, термометр и накладки.

Затем его заполняют стерилизующим раствором и стерилизуют аквариум. После стерилизации фотобиореактор несколько раз промывают стерильной водой и заполняют питательной средой, специфичной для выращиваемой суспензии хлореллы. Затем доводят pH и температуру до требуемых значений, в каналы подают газовую смесь. Фотобиореактор освещаем по всему периметру светодиодами, пригодными по спектральному составу и интенсивности излучения для выращиваемого микроорганизма, и добавляем концентрат хлореллы. Развивающаяся культура микроорганизмов насыщается углекислотой в каналах, куда подается газовая смесь, где газовые пузырьки, поднимаясь к поверхности, предотвращают обрастание поверхности пленкой фотосинтезирующих микроорганизмов, тем самым способствуя эффективному проникновению света внутрь фотобиореактора, а избыток кислорода переходит из жидкости в газовую фазу.

По собранным в результате литературного обзора данным мы провели собственный эксперимент, который закончился провалом, так как наша микроводоросль не разрослась. Причинами данному явлению мы считаем неправильное оформление освещения, подбор некачественных светодиодных ламп, отсутствие подкормки, неправильный выбор производителя суспензии хлореллы.

Хлорелла является удивительным растением, ведь содержание в ней полезных веществ (белки, витамины, магний, цинк) превышает многие показатели других растений, а иногда и мяса. И польза данной водоросли человеку, так же считать малой невозможно (нормализация уровня сахара в крови, улучшение усвоения пищи, понижение количества аллергических приступов, укрепление иммунитета, и т.д.). Простота создания фотобиореактора позволяет вам улучшить показатели вашего здоровья, не выходя из дома. А если взять в расчёт скорость её размножения и то, что при избыточном количестве по нормативам можно сливать в канализацию, так как в условиях канализации хлорелла не сможет размножаться, или поливать ваши растения, то фотобиореактор это одно из самых лучших решений для человека в условиях мегаполиса.

Список литературы:

1. Н.В. Немцева. "Санитарные аспекты культивирования микроводорослей", 2018.
2. В.А. Лукьянов, А.И. Стифеев, С.Ю. Горбунова. "Научно обоснованное культивирование микроводорослей".
3. Мещерякова Ю.В., Нагорнов С.А. Культивирование микроводоросли хлорелла с целью получения биотоплива. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2012. 43: 33-36.
4. Перт С.Д. Основы культивирования микроорганизмов. – М.: Мир, 1978. – 331 с.

СЕКЦИЯ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

**АРИФМЕТИКА В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ
И ЕЁ ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

Асадулин Родион Радикович

*студент, факультет информатики,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара*

Буриев Артур Тохирович

*студент, факультет информатики,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара
E-mail: arturburiev@yandex.ru*

Конюхов Глеб Павлович

*студент, факультет информатики,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара*

Додонова Наталья Леонидовна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
доц. кафедры прикладных математики и физики,
Самарского национального исследовательского университета
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара*

1. Определения

Систематически конечные поля стали изучаться с начала XIX века. Современная теория конечных полей раздел алгебры, актуальность которого чрезвычайно возросла в связи с разнообразными приложениями в комбинаторике, теории кодирования, в математической теории переключаемых схем.

В теории чисел есть раздел, который наиболее естественным образом описывается в теоремах конечных полей. Конечные поля функционально полны. Это значит, что любое отображение конечного поля в себя можно представить в виде некоторого многочлена.

Множество с двумя бинарными операциями $+$ (сложение) и \cdot (умножение) называется **полем**, если оно образует коммутативную группу по сложению, все его ненулевые элементы образуют коммутативную группу по умножению, и выполняется свойство дистрибутивности.

В математике **конечное поле** или поле Галуа - это поле, содержащее конечное число элементов. Как и в любом поле, конечное поле-это множество, на котором определяются операции умножения, сложения, вычитания и деления и удовлетворяют определенным основным правилам.

2. Свойства конечных полей

1. Характеристика конечного поля является простым числом p .

2. Число элементов в конечном поле F является степенью его характеристики: $|F|=p^m$.

3. Для любого простого числа p и натурального числа m существует единственное с точностью до изоморфизма поле из p^m элементов. Это поле обозначается $GF(p^m)$.

4. Мультипликативная группа конечного поля является циклической.

3. Простое конечное поле

Поле $GF(p^m)$, где p -простое число, а $m=1$, можно назвать **простым конечным полем**.

Для построения простого конечного поля мы можем воспользоваться модульной арифметикой. Тогда, если наше множество содержит p элементов, то результатом произведения чисел $a * b$ будет является число $(a * b) \bmod p$. Сумма чисел определяется как $(a + b) \bmod p$.

4. Примеры простых конечных полей

Для примера построим таблицы умножения и сложения для конечного поля, где $p=5$ (см. Рисунок 1 и Рисунок 2)

Таблица сложения

+	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

Рисунок 1. Таблица сложения простого конечного поля

Таблица умножения

x	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4
2	0	2	4	1	3
3	0	3	1	4	2
4	0	4	3	2	1

Рисунок 2. Таблица умножения простого конечного поля

5. Конечные поля вида $GF(p^m)$

Поле $GF(q)=GF(p^m), p$ – простое число, имеет $q=p^m$ элементов, нумеруемых как $0, 1, 2, \dots, q-1$. Путь построения этого поля – оно генерируется корнем неприводимого многочлена степени m с коэффициентами из $GF(p)$.

Иными словами, в конечных конструкциях помимо "комплексной" арифметики с двумя образующими (конечного аналога комплексных чисел), существует арифметика для p образующих, оперирующая с p^m значениями.

В случае, когда $m > 1$, поле может быть построено следующим образом.

Сначала выбирается неприводимый многочлен P в $GF(p)[X]$ степени m (такой неприводимый многочлен всегда существует). Тогда фактор-кольцо:

$$GF(q) = GF(p)[X]/(P)$$

Элементы $GF(q)$ являются многочленами над $GF(p)$, степень которых строго меньше m . Сложение и вычитание являются полиномами над $GF(p)$. Произведение двух элементов является остатком евклидова деления на P произведения в $GF(p)[X]$.

Чтобы упростить евклидово деление, для P обычно выбирают многочлены вида:

$$X^m + aX + b$$

Если полином $X^m + X + 1$ является приводимым, рекомендуется выбрать $X^m + X^k + 1$ с наименьшим возможным k , что делает полином неприводимым. Если все эти триномы сводимы, то выбираются "пентаномы" $X^m + X^a + X^b + X^c + 1$, поскольку многочлены степени больше 1 с четным числом членов никогда не являются неприводимыми.

Приведем пример построения конечного поля $GF(2^2)$.

Над $GF(2)$ существует только один неприводимый многочлен степени 2:

$$X^2 + X + 1,$$

Поэтому для $GF(4)$:

$$GF(4) = GF(2)[X]/(X^2 + X + 1).$$

Если обозначить α корнем этого многочлена в $GF(4)$, то таблицы операций в $GF(4)$ будут следующими. Вычитание идентично сложению, как это имеет место для каждого поля характеристики 2. В третьей таблице, для деления x на y , x должен быть прочитан слева, а y -вверху. (см. Рисунок 3)

Дополнение					Умножение					Деление				
+	0	1	α	$1+\alpha$	×	0	1	α	$1+\alpha$	x/y	0	1	α	$1+\alpha$
0	0	1	α	$1+\alpha$	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0
1	1	0	$1+\alpha$	α	1	0	1	α	$1+\alpha$	1	—	1	$1+\alpha$	α
α	α	$1+\alpha$	0	1	α	0	α	$1+\alpha$	1	α	—	α	1	$1+\alpha$
$1+\alpha$	$1+\alpha$	α	1	0	$1+\alpha$	0	$1+\alpha$	1	α	$1+\alpha$	—	$1+\alpha$	α	1

Рисунок 3. Матрицы операций конечного поля $GF(2^2)$

Если p -нечетное простое число, всегда существуют неприводимые многочлены вида $X^2 - r$, причем r принадлежит $GF(p)$.

Точнее, многочлен $X^2 - r$ неприводим над $GF(p)$ тогда и только тогда, когда r -квадратичный невычет по модулю p (это почти определение квадратичного нерасчета). Существуют $\frac{p-1}{2}$ квадратичных невычетов по модулю p .

Выбрав квадратичный невычет r , пусть α -символический квадратный корень из r , то есть символ, обладающий свойством $\alpha^2 = r$, точно так же, как комплексное число i является символическим квадратным корнем из -1 . Тогда элементами $GF(p^2)$ являются все линейные выражения: $a + b\alpha$.

6. Программная реализация арифметики конечных полей на языке JavaScript

Прежде всего необходимо реализовать функцию-конструктор *FiniteFieldCalculator* ($p = NaN$, $m = NaN$, $irreduciblePolynom = null$), которая будет возвращать экземпляр функции вместе с её свойствами (переменными и дочерними функциями). На входе принимаются параметры поля p , m и $irreduciblePolynom$ (неприводимый многочлен над полем $GF(p^m)$). Параметры m и $irreduciblePolynom$ – опциональные.

В конструкторе мы проверяем корректность переданных параметров p и m , и если они некорректные, возвращаем сообщение об этом. В противном случае, создаем и возвращаем созданный объект калькулятора.

Если задается только параметр p , то будет сгенерировано поле $GF(p)$. Если задаются параметры p и m , то сначала будут вычислены неприводимые многочлены над полем с заданными параметрами, которые затем будут предложены пользователю на выбор (если вычисление неприводимых многочленов завершилось неудачно, то пользователю будет возвращено сообщение об этом). После выбора многочлена пользователем, созданный объект будет полностью готов к вычислениям матриц операций.

Многочлены в реализованной программе представлены в виде массивов, где индекс элемента массива это степень x , а элемент массива – коэффициент. Например, многочлену $x^3 + x^2 + x + 2$ соответствует массив $[2, 1, 1, 1]$.

Далее рассмотрим функцию, возвращающую массив из элементов поля (см. Рисунок 4). Функция принимает один параметр $sType$ (тип поля), далее в зависимости от типа поля мы вызываем функцию либо `generateAndGetElementsOfGpField()` (см. Рисунок 5), которая создает и возвращает массив из элементов поля $GF(p)$ $(0, 1, 2, \dots, p-1)$, либо функцию `getArrayOfPolynomialsForFiniteField(iMaxPolynomialDegree, aAcceptableCoefficients = [])` (см. Рисунок 6), которая возвращает двумерный массив размера p^m , состоящий из всевозможных многочленов для данного поля, представленных в виде массивов, на вход функция принимает два параметра: максимальную допустимую степень полинома и массив допустимых коэффициентов из поля $GF(p)$. В функции `getArrayOfPolynomialsForFiniteField` используется вспомогательная функция `PermutationsWithRepetition (src, len)`, которая возвращает экземпляр этой функции, содержащий двумерный массив комбинаций из размещения с повторениями размера p^m .

```

this.getElementsOfField = function(sType) {
    let finiteOutStorage = null;
    let aFiniteField = [];
    let aAcceptableCoefficients = [];

    if (sType == "p") {
        aFiniteField = this.generateAndGetElementsOfGpField(this.p);
    }

    if (sType == "pm") {
        aAcceptableCoefficients = this.getElementsOfField("p");
        aFiniteField = this.getArrayOfPolynomialsForFiniteField(this.m, aAcceptableCoefficients);
    }

    return aFiniteField;
}

```

Рисунок 4. Функция, возвращающая массив элементов поля

```

this.generateAndGetElementsOfGpField = function() {
    let aAcceptableCoefficients = [];
    for (let i = 0; i < this.p; i++) {
        aAcceptableCoefficients.push(i);
    }
    return aAcceptableCoefficients;
}

```

Рисунок 5. Функция, возвращающая массив элементов поля из $GF(p)$ от 0 до $p-1$

```

this.getArrayOfPolynomialsForFiniteField = function(iMaxPolynomialDegree, aAcceptableCoefficients = []) {
    let oPerms = PermutationsWithRepetition(aAcceptableCoefficients, iMaxPolynomialDegree);
    let aPolynomsWithCoeffs = [];
    oPerms.each(function(v) { aPolynomsWithCoeffs.push(v); });

    aPolynomsWithCoeffs.sort(function(aPolynom1, aPolynom2) {
        for (let i = aPolynom1.length - 1; i >= 0; i--) {
            if (aPolynom1[i] == aPolynom2[i]) {
                continue;
            } else {
                return aPolynom1[i] > aPolynom2[i];
            }
        }
    });

    return aPolynomsWithCoeffs;
}

```

Рисунок 6. Функция, возвращающая двумерный массив из многочленов поля $GF(p^m)$

Следующая немаловажная функция — это `generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGpm ()` (см. Рисунок 7 и Рисунок 8). Данная функция вычисляет неприводимые над полем $GF(p^m)$ многочлены

и возвращает их. Логика данной проста: сначала ищем неприводимые многочлены среди «треугольников» вида $X^n + X^k + 1$, где k лежит в интервале $[1, n-1]$, и добавляем их в возвращаемый массив, если они неприводимы, а затем среди «пятиугольников» вида $X^n + X^a + X^b + X^c + 1$, где a, b, c лежат в интервале $[1, n-1]$. Также для полей $\mathbf{GF}(p^2)$, где p – простое нечетное число, написана функция (см. Рисунок 9) вычисления многочленов вида $X^2 - r$, где r является квадратичным невычетом по модулю p . Для того, чтобы проверить сгенерированные неприводимые многочлены на неприводимость была написана функция *checkThePolynomialForIrreducibilityWithRespectToTheField(aPolynomForCheck)* (см. Рисунок 10), которая работает следующим образом: внутри функции запускается цикл *for*, в котором мы проходим по всем многочленам конечного поля и делим этим многочлены на сгенерированный неприводимый многочлен, если найдется хотя бы один элемент поля, который поделился нацело, то возвращаем *false*, если таких элементов не найдено, то возвращаем *true*.

```

this.generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGpm = function() {
    let p = this.p;
    let m = this.m;
    let aIrreduciblesPolynomsForField = [];

    if (this.m == 3 && (this.p == 2 || this.p == 3)) {
        aIrreduciblesPolynomsForField.push([-1, -1, 0, 1]);
        return aIrreduciblesPolynomsForField;
    }

    if (m == 2 && p >= 3 && (p % 2 == 1))
        aIrreduciblesPolynomsForField = this.generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGp2();

    let aResultPolynom = [];
    let aAcumResultPolynom = [];
    let aAcumMonomial = [];
    let aAcumMonomial_2 = [];
    let aAcumMonomial_3 = [];
    let iDegree = 0;
    let iDegree_2 = 0;
    let iDegree_3 = 0;

    let aMainPartOfResultPolynom = oPolynomialHelper.getSumForPolynoms(
        oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(m, 1),
        oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(0, 1)); // x^m + 1
    // looking for our irreducible polynomial among the polynomials of "triangles"
    for (let i = 1; i < m; i++) {
        aAcumMonomial = this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(i, 1);
        aAcumResultPolynom = this.oPolynomialHelper.getSumForPolynoms(aAcumMonomial, aMainPartOfResultPolynom);
        if (this.checkThePolynomialForIrreducibilityWithRespectToTheField(aAcumResultPolynom)) {
            aIrreduciblesPolynomsForField.push(aAcumResultPolynom);
        }
    }
}

```

Рисунок 7. Первая часть функции *generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGpm ()*.

```

//else looking for our irreducible polynomial among polynomials of "pentagons"
if (m >= 4) {
    aAcumMonomial = [];
    aAcumResultPolynom = [];
    for (let i = 1; i < m; i++) {
        iDegree = i;
        iDegree_2 = iDegree + 1;
        iDegree_3 = iDegree_2 + 1;
        if (iDegree < m && iDegree_2 < m && iDegree_3 < m) {
            aAcumMonomial = this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(iDegree, 1);
            aAcumMonomial_2 = this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(iDegree_2, 1);
            aAcumMonomial_3 = this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(iDegree_3, 1);
            aAcumResultPolynom = this.getSumForPolynoms(this.getSumForPolynoms(this.getSumForPolynoms(aAcumMonomial,
            aAcumMonomial_2),
            aAcumMonomial_3), aMainPartOfResultPolynom);
            if (this.checkThePolynomialForIrreducibilityWithRespectToTheField(aAcumResultPolynom))
                aIrreduciblesPolynomsForField.push(aAcumResultPolynom);
        }
    }
}
return aIrreduciblesPolynomsForField;
}

```

**Рисунок 8. Вторая часть функции
generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGpm ().**

```

this.generateAndGetIrreduciblesPolynomialsForGp2 = function() {

    let p = this.p;
    let aQuadraticNonDeduction = [];
    let aIrreduciblesPolynomsForFieldGp2 = [];
    let index = null;
    let a = 0;
    let aMonomialX2 = [0, 0, 1]; // x^2
    let aAcumIccureduciblePolynom = [];

    // fill our field with elements from 0 to p-1
    for (let i = 1; i < p; i++) {
        aQuadraticNonDeduction.push(i);
    }

    // select quadratic residues from the filled field
    for (let i = 0; i < aQuadraticNonDeduction.length; i++) {
        a = (aQuadraticNonDeduction[i] * aQuadraticNonDeduction[i]) % p;
        index = aQuadraticNonDeduction.indexOf(a);
        if (index > -1) {
            aQuadraticNonDeduction.splice(index, 1);
        }
    }

    for (let i = 0; i < aQuadraticNonDeduction.length; i++) {
        aAcumIccureduciblePolynom = this.oPolynomialHelper.getSumForPolynoms(
            this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(0, aQuadraticNonDeduction[i]), aMonomialX2);
        if (this.checkThePolynomialForIrreducibilityWithRespectToTheField(aAcumIccureduciblePolynom)) {
            aIrreduciblesPolynomsForFieldGp2.push(aAcumIccureduciblePolynom);
        }
    }

    return aIrreduciblesPolynomsForFieldGp2;
}

```

**Рисунок 9. Функция, вычисляющая неприводимые многочлены для полей
вида $GF(p^2)$**


```

this.checkThePolynomialForIrreducibilityWithRespectToTheField = function(aPolynomForCheck) {

    let aPolynomRemainderOfDiv = [];

    for (let i = 0; i < this.aFiniteField.length; i++) {
        aPolynomRemainderOfDiv = this.oPolynomialHelper.getDivForPolynoms(this.aFiniteField[i], aPolynomForCheck);
        if (!this.oPolynomialHelper.checkPolynomByZero(this.aFiniteField[i]) &&
            this.oPolynomialHelper.checkPolynomByZero(aPolynomRemainderOfDiv[1]))
            return false;
    }

    return true;
}

```

Рисунок 10. Функция, проверяющая многочлен на неприводимость

Рассмотрим функцию *constructAndGetFiniteFieldMatrixForOperation* (*sOperation*), которая генерирует сами матрицы операций для заданного поля. Она принимает на вход один аргумент, который принимает одно из следующих значений: «+», «-», «*», «/», «^», «v», и строит соответствующую матрицу. Для поля $GF(p)$ реализованы следующие операции: сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень, взятие из-под корня, а для поля $GF(p^m)$: сложение, вычитание, умножение и деление.

Примечание: для реализации арифметики многочленов была написана отдельная функция *PolynomialHelper()*, в которой реализованы следующие операции над многочленами: сложение, вычитание, умножение и деление.

Функция деления по модулю представлена ниже (см. Рисунок 11). В поле $GF(p)$ для операнда просто вычисляется значение деления по модулю p , а в поле $GF(p^m)$ для операнда сначала вычисляется остаток от деления по модулю на заданный неприводимый многочлен, затем вызываем функцию *getDivModuleForCoeffs()* (см. Рисунок 12), которая в получившемся многочлене проходит по всем его коэффициентам и приводит их по модулю p .

```

this.giveDivisionModulo = function(operand) {
    let resultOfDiv;

    switch (this.type) {
        case "p":
            resultOfDiv = operand % this.p;
            break;
        case "pm":
            resultOfDiv = this.getDivModuleForCoeffs(
                this.oPolynomialHelper.giveTheDivisionModuloAndTakeTheModule(operand, this.irreduciblePolynom)
            );
            break;
        default:
            resultOfDiv = NaN;
    }

    return resultOfDiv;
}

```

Рисунок 11. Функция деления по модулю

```

this.getDivModuleForCoeffs = function(aPolynom) {
    let aAcumMonomial = [];
    for (let i = 0; i < aPolynom.length; i++) {
        aAcumMonomial = this.oPolynomialHelper.getPolynomialFromTheParametersOfTheMonomial(i, aPolynom[i]);
        if (aPolynom[i] >= this.p) aPolynom[i] = aPolynom[i] % this.p;
    }
    return aPolynom;
}

```

Рисунок 12. Функция приведения коэффициентов многочлена по модулю p

Функция для подсчета суммы элементов, которая вычисляет сумму элементов, используя вспомогательную функцию (см. Рисунок 13), а затем вычисляет значение деления по модулю p (или по модулю непроектируемого многочлена в случае $\mathbf{GF}(p^m)$) представлена ниже (см. Рисунок 14).

```

this.getSumForFieldElements = function(operand1, operand2) {
    let resultOfSum;
    switch (this.type) {
        case "p":
            resultOfSum = operand1 + operand2;
            break;
        case "pm":
            resultOfSum = this.oPolynomialHelper.getSumForPolynoms(operand1, operand2);
            break;
        default:
            resultOfSum = NaN;
    }
    return resultOfSum;
}

```

Рисунок 13. Функция, подсчета суммы элементов

```

this.getSumForFiniteField = function(operand1, operand2) {
    return this.giveDivisionModulo(this.getSumForFieldElements(operand1, operand2));
}

```

***Рисунок 14. Функция подсчета суммы элементов
и взятия ее остатка от деления по модулю и функция подсчета суммы***

Аналогичную структуру имеет и реализация функции умножения элементов поля (см. Рисунок 15).

```

this.getMultiplicationForFiniteField = function(operand1, operand2) {
    return this.giveDivisionModulo(this.getMultiplicationForFieldElements(operand1, operand2)); //(operand1 * operand2) % p;
}

this.getMultiplicationForFieldElements = function(operand1, operand2) {
    let resultOfSum;

    switch (this.type) {
        case "p":
            resultOfSum = operand1 * operand2;
            break;
        case "pm":
            resultOfSum = this.oPolynomialHelper.getMultiplicationForPolynoms(operand1, operand2);
            break;
        default:
            resultOfSum = NaN;
    }

    return resultOfSum;
}

```

***Рисунок 15. Функция подсчета произведения элементов и взятия
ее остатка от деления по модулю и функция подсчета произведения***

Функция подсчета разности имеет следующую логику: сначала ищем противоположный элемент для вычитаемого (такой, что $a + b = 0$), а затем получаем сумму для найденного противоположного элемента вычитаемого и уменьшаемого (см. Рисунок 16).

```

this.mutuallyInverseNumber = function(operand) {
    for (let i = 0; i < this.aFiniteField.length; i++) {
        if ((this.type == "p" && Number(this.getSumForFiniteField(operand, this.aFiniteField[i])) == 0) ||
            (this.type == "pm" && this.oPolynomialHelper.comparePolynomialsForEquality(this.getSumForFiniteField(operand,
                this.aFiniteField[i]), [0]))) {
            return this.aFiniteField[i];
        }
    }
    return false;
}

this.getDiffForFiniteField = function(operand1, operand2) {
    let mutuallyInverseNumberOf0operand2 = this.mutuallyInverseNumber(operand2);
    return this.getSumForFiniteField(operand1, mutuallyInverseNumberOf0operand2);
}

```

***Рисунок 16. Функция нахождения противоположного элемента
и функция нахождения разности***

Функция подсчета частного имеет следующую логику: если делитель равен нулю, то возвращаем NaN, иначе сначала ищем обратный элемент для делителя (такой, что $a * b = 1$), а затем вычисляем произведение для найденного обратного элемента делителя и делимого (см. Рисунок 17).

```

this.inverseNumber = function(operand) {

    let aAcumPolynomForMult = [];

    for (let i = 0; i < this.aFiniteField.length; i++) {
        aAcumPolynomForMult = this.aFiniteField[i];
        if ((this.type == "p" && this.getMultiplicationForFiniteField(operand, aAcumPolynomForMult) == 1) ||
            (this.type == "pm" && this.oPolynomialHelper.comparePolynomialsForEquality(
                this.getMultiplicationForFiniteField(operand, aAcumPolynomForMult), [1])))
            return aAcumPolynomForMult;
    }
    return false;
}

this.getDivForFiniteField = function(operand1, operand2) {

    if ((this.type == "p" && operand2 == 0) || (this.type == "pm" && this.oPolynomialHelper.checkPolynomByZero(operand2))) {
        return NaN;
    } else {
        return this.getMultiplicationForFiniteField(operand1, this.inverseNumber(operand2));
    }
}

```

***Рисунок 17. Функция нахождения обратного элемента
и функция нахождения частного***

Функция нахождения степени имеет следующую реализацию: получаем два параметра, основание и степень, далее присваиваем результирующей переменной значение основания, затем проходимся циклом n раз (n равняется значению заданной степени), присваивая результирующей переменной произведение текущего значения переменной на заданное основание, после выполнения цикла возвращаем результирующую переменную. Код функции представлен на Рисунке 18.

```

this.getPowForFiniteField = function(iNumber, iPow) {

    iNumber = Number(iNumber);
    iPow = Number(iPow);

    let result = iNumber;
    for (let i = 1; i < iPow; i++) {
        result = this.getMultiplicationForFiniteField(result, iNumber);
    }

    return result;
}

```

Рисунок 18. Функция возведения в степень

Функция вычисления корня реализована следующим образом: получаем два параметра, основание и степень корня, далее проходимся циклом по списку элементов поля и ищем элемент, который при возведении в степень корня даст нам наше основание, если такой элемент найден, то возвращаем его, иначе возвращаем NaN. Код функции представлен на Рисунке 19.

```

this.getRootForFiniteField = function(iNumber, iPow) {

    iNumber = Number(iNumber);
    iPow = Number(iPow);

    let result = NaN;

    for (let i = 0; i < this.aFiniteField.length; i++) {
        if (this.getPowForFiniteField(this.aFiniteField[i], iPow) == iNumber) return this.aFiniteField[i];
    }

    return NaN;
}

```

Рисунок 19. Функция вычисления корня

Также была реализована функция (см. Рисунок 20), определяющая, возможно ли построить конечное поле по заданным параметрам. Данная функция проверяет не нарушаются ли аксиомы:

- 1) Существование противоположного элемента
- 2) Существование обратного элемента для ненулевого элемента

Также используются две вспомогательные функции:

- *checkFieldOnUniquenessOfZero(sOperation)* (см. Рисунок 21)
- *checkFieldOnUniquenessOfOne(sOperation)* (см. Рисунок 22)

Функция *checkFieldOnUniquenessOfZero (sOperation)* проверяет, может ли существовать несколько противоположных элементов ($sOperation = \langle + \rangle$), и может ли возникнуть ситуация, что $a * b = 0$, где $a \neq 0$ и $b \neq 0$ ($sOperation = \langle * \rangle$).

Функция *checkFieldOnUniquenessOfOne (sOperation)* проверяет существование и единственность обратного элемента ($sOperation = \langle * \rangle$).

Если все условия соблюдены, то функция возвращает «success».

```
this.checkTheFieldForComplianceWithAxioms = function() {  
  
    let sFlagCheckFieldOnUniquenessOfZeroForSum = this.checkFieldOnUniquenessOfZero("+");  
    let sFlagCheckFieldOnUniquenessOfZeroForMult = this.checkFieldOnUniquenessOfZero("*");  
    let sFlagCheckFieldOnUniquenessOfOneForMult = this.checkFieldOnUniquenessOfOne("*");  
  
    let aStringFlagsOfCheck = [];  
  
    aStringFlagsOfCheck.push(sFlagCheckFieldOnUniquenessOfZeroForSum);  
    aStringFlagsOfCheck.push(sFlagCheckFieldOnUniquenessOfZeroForMult);  
    aStringFlagsOfCheck.push(sFlagCheckFieldOnUniquenessOfOneForMult);  
  
    for (let index in aStringFlagsOfCheck) {  
        if (aStringFlagsOfCheck[index] !== 'success') return aStringFlagsOfCheck[index];  
    }  
  
    return 'success';  
}
```

Рисунок 20. Функция проверки поля на аксиомы

```

this.checkFieldOnUniquenessOfZero = function(sOperation) {
    let aMatrix = this.getConstructedFiniteFieldMatrixForOperation(sOperation);

    let iCount = 0;
    for (let i = 1; i < aMatrix.length; i++) {
        iCount = 0;

        for (let j = 0; j < aMatrix[i].length; j++) {
            if (this.type == "p") {
                if (Number(aMatrix[i][j]) === 0) iCount += 1;
            }
            if (this.type == "pm") {
                if (this.oPolynomialHelper.checkPolynomByZero(aMatrix[i][j])) iCount += 1;
            }
        }
        if (iCount == 0) {
            return 'error-not-found-mutually-inverse-element' + '-' + sOperation;
        } else if (iCount > 1) {
            return 'inconsistency-with-axiom-uniqueness-zero' + '-' + sOperation;
        } else if (iCount == 1) {
            continue;
        } else {
            return 'error' + '-' + sOperation;
        }
    }

    return 'success';
}

```

***Рисунок 21. Функция проверки существования
и единственности противоположного элемента***

```

this.checkFieldOnUniquenessOfOne = function(sOperation) {
    let aMatrix = this.getConstructedFiniteFieldMatrixForOperation(sOperation);
    let iCount = 0;

    for (let i = 1; i < aMatrix.length; i++) {
        iCount = 0;
        for (let j = 0; j < aMatrix[i].length; j++) {
            if (this.type == "p") {
                if (Number(aMatrix[i][j]) === 1) iCount += 1;
            }
            if (this.type == "pm") {
                if (this.oPolynomialHelper.comparePolynomialsForEquality(aMatrix[i][j], [1])) iCount += 1;
            }
        }
        if (iCount == 0) {
            return 'error-not-found-inverse-element' + '-' + sOperation;
        } else if (iCount > 1) {
            return 'inconsistency-with-axiom-uniqueness-one' + '-' + sOperation;
        } else if (iCount == 1) {
            continue;
        } else {
            return 'error' + '-' + sOperation;
        }
    }

    return 'success';
}

```

***Рисунок 22. Функция проверки существования
и единственности обратного элемента***

7. Заключение

Подводя итоги, можно сказать, что в ходе тщательного изучения свойств и особенностей конечных полей был успешно спроектирован и разработан на языке JavaScript кроссплатформенный калькулятор, реализующий все операции арифметики для конечных полей вида $\mathbf{GF}(p)$ и $\mathbf{GF}(p^m)$.

Рабочая версия калькулятора доступна по ссылке: <http://galois-calculator.ru>.

Исходный код калькулятора доступен на GitHub по ссылке: <https://github.com/ArturIBAS/FiniteFieldCalculatorJS>.

Список литературы:

1. Wikipedia [Электронный ресурс]: Finitefield — режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Finite_field (дата обращения 03.05.2020).
2. Научная Библиотека [Электронный ресурс]: Конечные поля — режим доступа: http://scask.ru/a_book_tec.php?id=79 (дата обращения 05.05.2020).
3. Научная математическая сеть имени Леонарда Эйлера [Электронный ресурс]: Поля Галуа — режим доступа: <http://www.mathscinet.ru/catalogue/galois/> (дата обращения 03.05.2020).

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЕМ

Аскарров Гасыр Алмасулы

*магистрант,
кафедра Автоматики и информационных технологий,
Государственный университет имени Шакарима города Семей,
Республика Казахстан, г. Семей
E-mail: Askarovgasyr@gmail.com*

AUTOMATED MODULE MANAGEMENT SYSTEM

Gassyr A. Askarov

*master's student,
Department of Automation and information technology,
State University named after Shakarim of Semey city,
Kazakhstan, Semey*

АННОТАЦИЯ

Использование промышленных роботов в автоматизированных производственных системах обеспечивает полный цикл производства на высоком уровне.

В статье показаны области применения различного оборудования по гибкости и производительности, которые позволяют значительно снизить стоимость продукции в условиях среднесерийного, мелкосерийного и единичного типов производства. На примере укладочного производства изложены общие сведения о разгрузочно-загрузочных и транспортных операциях на участках укладки готовой продукции в технологических комплексах. Приведены основные классификационные схемы этих процессов по различным признакам. Рассмотрены схемы и иллюстрации основных технических средств автоматизации транспортно-манипуляционных процессов в технологических комплексах, а также описаны принципы их действия

ABSTRACT

The use of industrial robots in automated production systems ensures a complete production cycle at a high level.

The article shows the application areas of various equipment in terms of flexibility and productivity, which can significantly reduce the cost of products in the conditions of medium-scale, small-scale and single production types. On the example of stowage production, General information about loading and unloading and transport operations at the sites of stowage of finished products in technological complexes is presented. The main classification schemes of these processes for various characteristics are given. Schemes and illustrations of the main technical means of automation of transport and handling processes in technological complexes are considered, as well as the principles of their operation are described.

Ключевые слова: программное управление; промышленный робот; гибкое автоматизированное производство; контрольно-измерительный модуль.

Keywords: software control; industrial robot; flexible automated production; control and measurement module.

Основу эффективности национальной экономики любой современной страны составляет наряду с природными и трудовыми ресурсами, и научно-технический потенциал страны. «Для того, чтобы добиться большего успеха, требуются такие процессы как информатизация, компьютеризация и роботизация. Особенно оно актуально в производственной сфере. И это вполне объяснимо – в условиях современной непростой экономической ситуации любой здравомыслящий руководитель стремится организовать работу на своем предприятии так, чтобы с наименьшими затратами добиться максимальной эффективности и оптимального соотношения вложенных средств и полученного результата [1, 2].

Технические средства автоматизации предназначены для создания систем, выполняющих заданные технологические операции, в которых человеку отводятся, в основном, функции контроля и управления.

По виду используемой энергии технические средства автоматизации классифицируются на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные. Электронные средства автоматизации выделяют в отдельную

группу, так как они, используя электрическую энергию, предназначены для выполнения специальных вычислительных и измерительных функций [3,4].

По функциональному назначению технические средства автоматизации можно подразделить в соответствии с типовой схемой системы автоматического регулирования на исполнительные механизмы, усилительные, корректирующие и измерительные устройства, преобразователи, вычислительные и интерфейсные устройства.

Все многообразие существующих производств можно подразделить на несколько типов. Под типом производства понимают классификационную категорию производства, выделяемую по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции. В соответствии с этим различают единичное, серийное и массовое производства.

Использование гибких автоматизированных производств (ГАП) позволяет значительно снизить стоимость продукции в условиях среднесерийного, мелкосерийного и единичного типов производства.

Управление базируется на использовании модульного принципа. Основные модули представляют собой оборудование с программным управлением. Функционально модуль с программным управлением подразделяется на управляющий автомат и объект управления. В управляющий автомат загружается программа, которую он преобразует в последовательность управляющих воздействий, передаваемых по каналам связи. Объект управления, которым может быть, например, станок, отрабатывает управляющие воздействия, выполняя соответствующие рабочие операции.

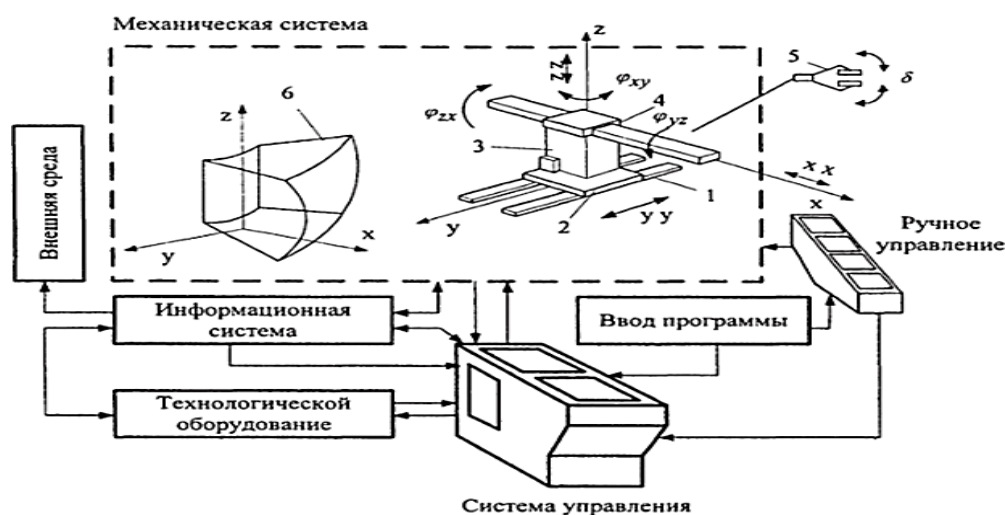
Наиболее универсальным оборудованием, обеспечивающим гибкость автоматизированных производств, являются промышленные роботы [5].

Безлюдная технология гибких производственных систем требует автоматического поддержания уровня настроенности технологического процесса для обеспечения требуемого качества изготавливаемой продукции в течение продолжительного времени работы в автоматическом режиме без участия операторов [6, с. 160].

При разгрузочно-загрузочных и транспортных операциях на участках укладки готовой продукции или в ходе технологического процесса промышленный робот эффективно заменяет человеческий труд. В его обязанности входят простые манипуляции и особо сложные процедуры т. к. только робот может многократно повторять одну и ту же операцию в соответствии с заложенной в нем (роботе) программой с неизменной точностью и динамикой.

Робот способен увеличить производительность любого производственного участка за счет оптимизации трудоемких процессов. Робот незаменим на ответственных этапах технологического процесса типа сборки или контроля, а также при манипулировании с габаритными и тяжелыми предметами, при работе во вредных и агрессивных средах, где человеческий труд вреден и опасен для здоровья.

Промышленные роботы являются универсальным средством автоматизации производственных процессов в условиях обширной номенклатуры и частой смены изделий (рис 1.). Они могут выполнять как основные, так и вспомогательные операции по обслуживанию технологического оборудования [4 с. 180].



Примечание: 1 - путепровод; 2 - основание; 3 - корпус; 4 - манипулятор; 5 - захватное устройство; 6 - рабочая зона и система координат основных движений ПР; xx - направление движения манипулятора вдоль продольной оси; yy - направление движения корпуса робота по путепроводу; zz - направление движения манипулятора вверх-вниз; φ_{xy} - угол поворота корпуса робота вокруг вертикальной оси, φ_{zx} - угол поворота руки в вертикальной плоскости; φ_{yz} - угол поворота захвата относительно оси xx, δ - направление движения захвата детали.

Рисунок 1. Структурная схема промышленного робота

На базе ПР создаются роботизированные технологические комплексы (РТК), являющиеся совокупностью единицы технологического оборудования, ПР и средств оснащения, которые функционируют автономно и осуществляют многократные циклы.

Средствами оснащения РТК могут быть устройства накопления, ориентации, поштучной выдачи объектов производства и другие устройства, обеспечивающие функционирование РТК.

При обслуживании основного технологического оборудования ПР осуществляют такие операции, как загрузка и разгрузка деталей, контроль, смена инструментов, уборка отходов, установка и смена средств контроля в автоматическом режиме. Широко распространено применение ПР для обслуживания складского оборудования. В транспортных системах ПР могут выполнять самостоятельные операции по перемещению и накоплению грузов, а также по обслуживанию конвейерных линий.

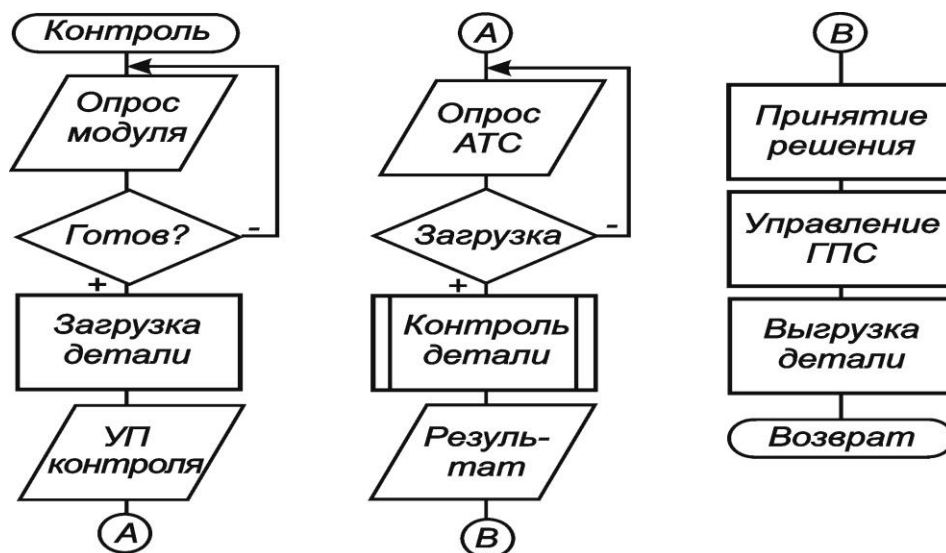


Рисунок 2. Алгоритм управления модулем

Различают два вида модулей ГАП - аппаратные и программные. Аппаратные модули реализуют различные технологические операции, а программные модули формируют программное обеспечение системы управления ГАП. Модульность

обеспечивается широким применением стандартных средств аппаратно-программного интерфейса. К аппаратным модулям относится гибкий производственный модуль - единица технологического оборудования для производства изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик. Модуль имеет программное управление, автономно функционирует, автоматически осуществляет все функции, связанные с изготовлением изделий, может встраиваться в гибкую производственную систему (ГПС) [7, 8].

Контрольно-измерительные модули ГПС на основе принципов гибкого автоматизированного производства строятся с использованием автоматизированного программно-перестраиваемого измерительного оборудования. Основным оборудованием таких модулей являются автоматические координатно-измерительные машины (КИМ).

Контрольно-измерительный модуль ГПС позволяет автоматизировать процессы технического контроля в производственной системе. При этом решаются задачи разбраковки изготовленных деталей, сортировки деталей на размерные группы при селективной сборке, документирования результатов контроля, выявления отклонений параметров технологического процесса и определения необходимых управляющих воздействий для поддержания требуемого качества технологического процесса.

Укрупненный алгоритм управления модулем показан на рис. 1.2. Вначале происходит опрос готовности модуля к работе. При готовности модуля формируется требование на загрузку детали на станок и осуществляется ввод соответствующей управляющей программы в числовым программным управлением (УЧПУ) станка.

Поскольку доставку и загрузку детали осуществляет автоматизированная транспортная система, то модуль ожидает конца загрузки. По окончании загрузки контролируемой детали УЧПУ отработывает управляющую программу (УП) контроля. Результаты контроля выводятся и принимается решение о годности детали и о необходимости коррекции технологического процесса.

Список литературы:

1. Хлебенских Л.В. Автоматизация производства в современном мире. Молодой ученый. — 2017. — № 16 (150). — С. 308-311.
2. Ибатуллин А.А. Модели и алгоритмы управления точностью механической обработки в гибких производственных модулях: автореф. дис. Новокузнецк: 2004. 16 с.
3. Л.Н. Воронцов, С.Ф. Корндорф, А.В. Федотов. Теория и проектирование контрольных автоматов: учеб. пособие для вузов М.: Высш. школа, 1980. 560 с.
4. Курочкин А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства, 260 с
5. Рачков М.Ю. Технические средства автоматизации. 2017. -М. 180 с.
6. Семёнов О. Автоматизация укладки бесконечного картона. Разработки машиностроение. СТА 2/2015. С. 108-110.
7. Хомченко В.Г. Автоматический контроль в механообрабатывающих ГПС: – Омск, 2010. – 160 с.
8. Хомченко В.Г. Математическое обеспечение для САП ЧПУ при управлении точностью обработки. Омск, 2006. 89 с.

СОЗДАНИЕ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ АБСТРАКТНЫХ СИНТАКСИЧЕСКИХ ДЕРЕВЬЕВ

Ахметзянов Риназ Рафикович

*студент,
Самарский университет им. С.П. Королёва,
РФ, г. Самара*

Глушков Артем Александрович

*студент,
Самарский университет им. С.П. Королёва,
РФ, г. Самара
E-mail: artikvas9@gmail.com*

Додонова Наталья Леонидовна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Самарский университет им. С.П. Королёва,
РФ, г. Самара*

Введение

В наш век, век высоких технологий, разработок ЭВМ, способных обрабатывать данные в несколько тысяч раз быстрее человека, наибольшую значимость занимают математические разделы. В данной статье речь пойдет об одном из таких разделов – *теории графов*. Теория графов – это мощный инструмент, который можно использовать для описания объектов и ситуаций, связанных с ними. Это и является причиной высокой актуальности исследований теории графов и их использовании в разработке различных оптимизационных алгоритмов.

Цель работы: создать язык программирования с использованием синтаксических деревьев.

Задачи:

1. Познакомиться с таким понятием, как интерпретатор. Проанализировать алгоритм работы интерпретатора
2. Выбрать язык программирования, подходящий под установленные задачи
3. Углубиться в терминологию теории графов. Познакомиться с абстрактным синтаксическим деревом
4. Используя полученные знания написать свой язык программирования и продемонстрировать его возможности на примерах.

Что такое интерпретатор?

Интерпретатор - процесс непосредственного покомандного выполнения программы без предварительной компиляции, «на лету»; в большинстве случаев интерпретация намного медленнее работы уже скомпилированной программы, но не требует затрат на компиляцию, что в случае небольших программ может повышать общую производительность.

Интерпретация – построчный анализ, обработка и выполнение исходного кода программы или запроса.

Компилятор - это программа, которая преобразует исходные тексты программ, написанных на языке программирования высокого уровня, в программу на машинном языке, «понятном» компьютеру.

Интерпретаторы делятся на два типа:

1. *Простой интерпретатор* анализирует и тут же выполняет (собственно интерпретация) программу покомандно (или построчно), по мере поступления её исходного кода на вход интерпретатора. Его достоинство - мгновенная реакция. Недостаток — такой интерпретатор обнаруживает ошибки в тексте программы только при попытке выполнения команды (или строки) с ошибкой.

2. *Интерпретатор компилирующего типа* - это система из компилятора, переводящего исходный код программы в промежуточное представление, например, в байт-код или р-код, и собственно интерпретатора, который выполняет полученный промежуточный код (так называемая виртуальная машина). Его достоинство – большее быстродействие выполнения программ (за счёт выноса анализа исходного кода в отдельный, разовый проход, и минимизации этого анализа в интерпретаторе). Недостатки — большее требование к ресурсам и требование на корректность исходного кода.

Алгоритм работы интерпретатора:

1. прочитать инструкцию
2. проанализировать инструкцию и определить соответствующие действия
3. выполнить соответствующие действия

У интерпретатора есть как плюсы, так и минусы.

К плюсам относятся:

- Большая переносимость интерпретируемых программ
- Как правило, более совершенные и наглядные средства диагностики ошибок в исходных кодах

- Меньшие размеры кода по сравнению с машинным кодом

К минусам в свою очередь относятся:

- Интерпретируемая программа не может выполняться отдельно без программы – интерпретатора
- Интерпретируемая программа выполняется медленнее
- Практически отсутствует оптимизация кода

Выбор языка программирования.

Приведем два совета по выбору необходимого языка программирования:

3. Интерпретируемый язык программирования крайне рекомендуется писать на компилируемом ЯП (C, C++, Swift, Rust)

4. Компилируемый язык программирования можно писать на интерпретируемом языке программирования (Python, JavaScript)

В качестве мета-языка нами был выбран язык программирования Rust. И вот несколько преимуществ данного языка перед остальными:

1. Компилируемость
2. Высокая производительность
3. Возможность писать код в функциональном стиле и применять парсер-комбинаторы
4. Удобство подключения различных библиотек
5. Безопасность

Пришло время обратиться к графам. Давайте познакомимся поближе с некоторыми определениями в теории графов.

Дерево - это связный граф, не содержащий циклов.

Ориентированное дерево — ациклический орграф (ориентированный граф, не содержащий циклов), в котором только одна вершина имеет нулевую степень

захода (в неё не ведут дуги), а все остальные вершины имеют степень захода 1 (в них ведёт ровно по одной дуге). Вершина с нулевой степенью захода называется *корнем* дерева, вершины с нулевой степенью исхода (из которых не исходит ни одна дуга) называются *концевыми вершинами* или *листьями*

Помеченное дерево порядка n - дерево порядка n , вершинам которого взаимно однозначно соответствуют числа от 1 до n .

Абстрактное синтаксическое дерево - это конечное, помеченное, ориентированное дерево, в котором внутренние вершины сопоставлены с операторами языка программирования, а листья с соответствующими операндами.

Чтобы поближе познакомиться с абстрактными синтаксическими деревьями, давайте рассмотрим пример программы.

Код программы:

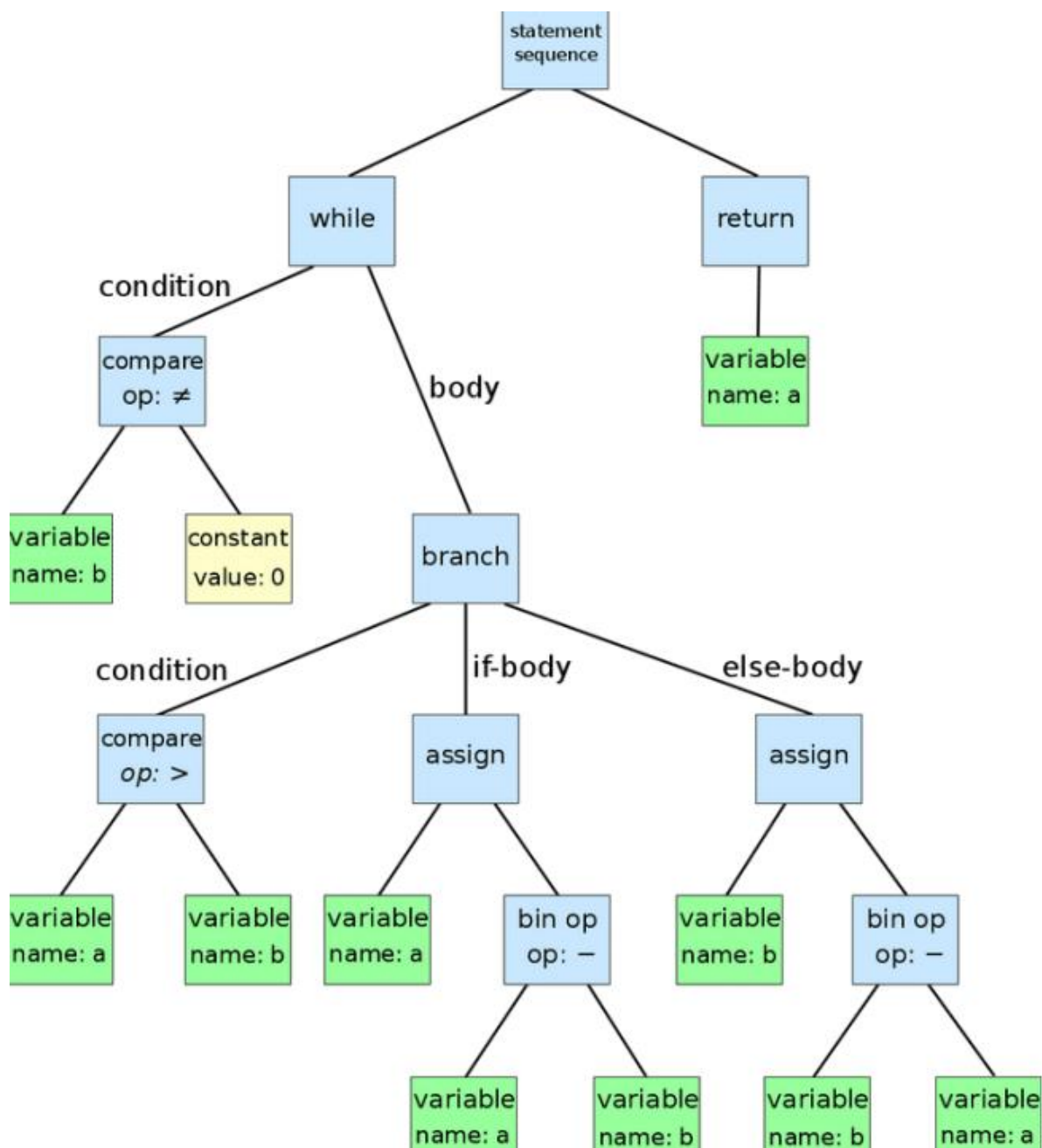
```
while b != 0
if a > b
a:= a - b
else
b:= b - a
return a
```

Пояснение к коду:

Пока переменная b не равна 0 ($\text{while } b \neq 0$) будет проверяться условие $a > b$. Если это условие будет истиной, то произойдет присваивание $a := a - b$.

В противном случае произойдет присваивание $b := b - a$. Алгоритм будет продолжать работу до тех пор, пока b не станет равным нулю. В конце программа вернет нам переменную a .

Теперь же давайте посмотрим на эту же программу, только в представлении абстрактного синтаксического дерева.



*Рисунок 1. Представление работы кода программы
в виде абстрактного синтаксического дерева*

Чтобы двигаться дальше, нам необходимо дать несколько особо важных определений, к которым мы будем обращаться, а именно:

1. **Терминал или терминальный символ** - объект, непосредственно присутствующий в словах языка, соответствующего грамматике, и имеющий конкретное, неизменяемое значение

2. **Нетерминал или нетерминальный символ** - объект, обозначающий какую-либо сущность языка (например: формула, арифметическое выражение, команда) и не имеющий конкретного символьного значения

3. **Формальная грамматика в теории формальных языков** - способ описания формального языка, то есть выделения некоторого подмножества из множества всех слов некоторого конечного алфавита

4. **Контекстно-свободная грамматика** - частный случай формальной грамматики, у которой левые части всех продукций являются одиночными нетерминалами (объектами, обозначающими какую-либо сущность языка и не имеющими конкретного символьного значения)

5. **BNF** - Backus–Naur form или Backus normal form (BNF) это формальная система описания синтаксиса, в которой одни синтаксические категории последовательно определяются через другие категории

Пример работы нашего интерпретатора:

Простые математические вычисления:

Подсчитаем $a * b / (a + b/2)$,

где $a = 5$, $b = 10$

>> first = 5

Line: Assignment("first", Constant(Number(5.0)))

Evaluated: Ok(None)

>> second = 10

Line: Assignment("second", Constant(Number(10.0)))

Evaluated: Ok(None)

>> first * second / (first + second / 2)

Line: BinaryOperation(Multiply, Variable("first"), BinaryOperation(Divide, Variable("second"), BinaryOperation(Plus, Variable("first"), BinaryOperation(Divide, Variable("second"), Constant(Number(2.0))))))

Evaluated: Ok(Number(5.0))

Программа отработала и выдала ответ: 5

Вычисление n-ного числа Фибоначчи

```
>> fn fib(a) { if a == 0 { 0; } else { if a == 1 { 1; } else { fib(a-1) + fib(a-2); }; }; }
```

```
Line:   Function("fib",   Function   {   parameters:   ["a"],   body:
Block([IfElse(BinaryOperation(Equal,   Variable("a"),   Constant(Number(0.0))),
Block([Constant(Number(0.0))]),   Some(Block([IfElse(BinaryOperation(Equal,
Variable("a"),   Constant(Number(1.0))),   Block([Constant(Number(1.0))]),
Some(Block([BinaryOperation(Plus, Call("fib", [BinaryOperation(Minus, Variable("a"),
Constant(Number(1.0))])), Call("fib", [BinaryOperation(Minus, Variable("a"),
Constant(Number(2.0))]))]))]))])))) ] ) }
```

Evaluated: Ok(None)

```
>> fib(15)
```

```
Line: Call("fib", [Constant(Number(15.0))])
```

Evaluated: Ok(Number(610.0))

Программа отработала и выдала ответ: 610

Вывод:

В нашей научной работе мы теснее познакомились с программированием и теорией графов, узнали много нового об интерпретаторах и абстрактных синтаксических деревьях в частности. Нами был создан новый язык программирования со своими командами.

Приведем немного статистики по затратам времени на поиск чисел Фибоначчи:

Таблица 1.

**Таблица времени, затраченного
на подсчет чисел Фибоначчи нашим интерпретатором**

Число	Затраченное на подсчет время
15	7.1252ms
20	66.832ms
25	626.7385ms
30	6.9655459s

По данной таблице можно проследить, что при увеличении числа на 5, временные затраты на подсчет увеличиваются примерно в 10 раз. Сравнивая результаты с другими языками программирования, можно заметить, что наш язык программирования уступает им в скорости вычисления.

Наша работа в очередной раз показывает всю ценность математики, ведь без этой великой науки не было бы ни нашего языка программирования, ни любого другого, а, следовательно, на свет не появилась бы ни одна ЭВМ.

Список литературы:

1. Додонова Л.Н. Конспект лекций по дисциплине «Теория конечных графов и ее применения». Самара, 2019.
2. Ссылка на репозиторий, где расположен код нашего языка программирования - <https://github.com/tataRinaz/SP>.
3. “Программирование на языке Rust” Блэнди Джим, Орендорф Джейсон.
4. “Advanced Compiler Design and Implementation” Стивен Мукник.

СРАВНЕНИЕ КОДОВ ГОЛОМБА И ХАФФМАНА В СРЕДЕ MATLAB

Голубев Даниил Алексеевич

*студент, кафедра защиты информации,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

Коданев Алексей Витальевич

*студент, кафедра защиты информации,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

Мороз Алексей Романович

*студент, кафедра защиты информации,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва
E-mail: moroz.lescha2011@yandex.ru*

Поляков Михаил Владимирович

*студент, кафедра защиты информации,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

COMPARE THE CODES GOLOMB AND HOFFMAN IN MATLAB

Daniel Golubev

*student, Department of information security,
Moscow State Technical University N.E. Bauman,
Russia, Moscow*

Alexey Kodanев

*student, Department of information security,
Moscow State Technical University N.E. Bauman,
Russia, Moscow*

Alexey Moroz

*student, Department of information security,
Moscow State Technical University N.E. Bauman,
Russia, Moscow*

Mikhail Polyakov

*student, Department of information security,
Moscow State Technical University N.E. Bauman,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Представлено обоснование выбора длин серий для кодирования, разработаны сравнительные характеристики. Проведен имитационный эксперимент, предоставлены его результаты. Проведен анализ полученных данных и сформулированы выводы.

ABSTRACT

The rationale for the selection of series lengths for encoding is presented, and comparative characteristics are developed. A simulation experiment was conducted and its results were provided. The analysis of the obtained data is carried out and conclusions are formulated.

Ключевые слова: matlab, код Голомба, код Хаффмана, коэффициент сжатия, избыточность на символ

Keywords: matlab, Golomb code, code Hoffman, compression ratio, redundancy per character

Теоретическая часть

Код Хаффмана

Алгоритм Хаффмана – адаптивный алгоритм оптимального префиксного кодирования алфавита с минимальной избыточностью.

Классический алгоритм Хаффмана на входе получает таблицу частот встречаемости символов в сообщении. Далее на основании этой таблицы строится дерево кодирования Хаффмана (H-дерево):

- Символы входного алфавита образуют список свободных узлов. Каждый лист имеет вес, который может быть равен либо вероятности, либо количеству вхождений символа в сжимаемое сообщение.
- Выбираются два свободных узла дерева с наименьшими весами.
- Создается их родитель с весом, равным их суммарному весу.
- Родитель добавляется в список свободных узлов, а два его потомка удаляются из этого списка.

- Одной дуге, выходящей из родителя, ставится в соответствие бит 1, другой — бит 0. Битовые значения ветвей, исходящих от корня, не зависят от весов потомков.

- Шаги, начиная со второго, повторяются до тех пор, пока в списке свободных узлов не останется только один свободный узел. Он и будет считаться корнем дерева (2).

Код Голомба

Рассмотрим источник, независимым образом порождающие целые неотрицательные числа i с вероятностями $P(i) = (1 - p)p^i$, где p — произвольное положительное число, не превосходящее 1, то есть источник, описываемый геометрическим распределением. Если при этом целое положительное число m таково, что

$$p^m = \frac{1}{2}, \quad (1)$$

то оптимальным посимвольным кодом (то есть кодом, ставящим в соответствие каждому кодируемому символу определенное кодовое слово) для такого источника будет код, построенный в соответствии с предложенной Соломоном Голомбом процедурой, согласно которой для каждого кодируемого числа $q = \left\lfloor \frac{n}{m} \right\rfloor$ и кодированный в соответствии с описанной ниже процедурой остаток r от деления $\frac{n}{m}$:

- если m является степенью числа 2, то код остатка представляет собой двоичную запись числа r , размещенную в $\log_2(m)$ битах;

- если m не является степенью 2, вычисляется число $b = \lceil \log_2(m) \rceil$, далее: если $r < 2^b - m$, код остатка представляет собой двоичную запись числа r , размещенную в $b - 1$ битах, иначе остаток r кодируется двоичной записью числа $r + 2^b - m$, размещенную в b битах.

Позже Р. Галлагером и Д. Ван Вурхисом было показано, что предложенный Голомбом код оптимален не только для дискретного набора значений p ,

удовлетворяющему приведенному выше критерию, но и для любых p , для которых справедливо двойное неравенство

$$p^m + p^{m-1} \leq 1 < p^m + p^{m-1}, \quad (2)$$

где: m – целое положительное число. Поскольку для любого p всегда найдется не более одного значения m , удовлетворяющему приведенному выше неравенству, предложенная С. Голомбом процедура кодирования геометрического источника оказывается оптимальной для любого значения p .

Кодирование длин серий

Серия – последовательность, состоящая из нескольких одинаковых элементов.

Кодирование длин серий – особый алгоритм сжатия данных, при котором циклически повторяющиеся элементы в рассматриваемой последовательности заменяются на элементы и количество их повторений. После описанного выше преобразования, выходная последовательность подвергается унарному кодированию, либо статическому кодированию Голомба для уменьшения энтропии сообщения.

Экспериментальная часть

Пусть имеется последовательность бит [5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 5, 5, 5, 4, 4, 4, 4, 7, 7, 9, 9, 9, 9, 8], сгенерированная случайным образом источником сообщения, имеющим геометрическое распределение случайной величины с заданной вероятностью. Поскольку данная последовательность состоит из нескольких серий с геометрическим распределением случайной величины, то использование кода Голомба при кодировании длин серий является оптимальным, поскольку для неё выполняется неравенство Галлагера – Ван Вурхиса.

Произведем сравнение кодов Голомба и Хаффмана по коэффициентам сжатия и избыточность на символ для кода Голомба.

В зависимости от априорной вероятности приема заданного символа для кода Голомба мы получили следующие значения коэффициентов сжатия (таблица 1).

Таблица 1.

Результаты имитационного эксперимента

Априорная вероятность, %	65	75	85
Длина последовательности после кодирования	118	84	77
Коэффициент сжатия для кода Голомба	1,7627	2,4762	2,7013
Коэффициент сжатия для кода Хаффмана	1,5294	1,5294	1,5294

Коэффициент сжатия – основная характеристика алгоритма сжатия. Она определяется как отношение объема исходных несжатых данных к объему сжатых, то есть

$$k = \frac{S_0}{S_c}, \quad (3)$$

где: k – коэффициент сжатия, S_0 – объем исходных данных, S_c – объем сжатых.

Таким образом, чем выше коэффициент сжатия, тем алгоритм эффективнее.

Определим энтропию источника сообщения как меру неопределенности, определяемую вероятностью появления тех или иных символов при передаче, по формуле

$$H = - \sum_{i=1}^{\infty} p^i (1-p) \log_2 (p^i (1-p)) \quad (4)$$

где: p – произвольное положительное число, не превосходящее 1.

Преобразуем выражение (4)

$$H = - \frac{(1-p) \log_2 (1-p) + p \log_2 p}{1-p} \quad (5)$$

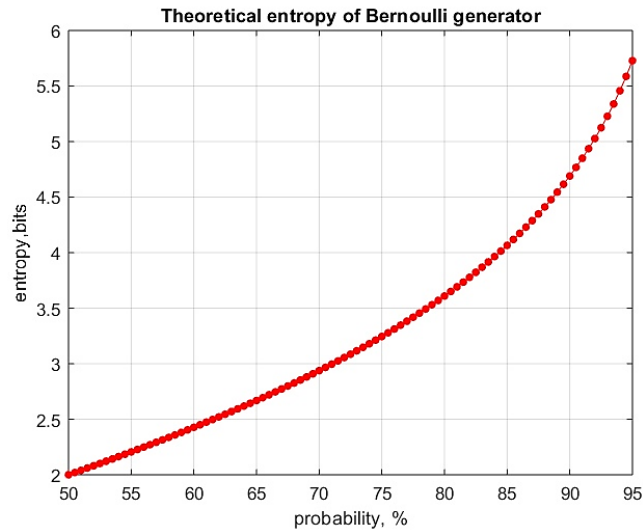


Рисунок 1. График зависимости энтропии источника сообщения от вероятности принятия заданного символа.

Определим теоретическую избыточность на символ статического кода Голomba как превышение количества информации, используемой для передачи сообщения, над его информационной энтропией по формуле

$$R = \log_2 m + 1 + \frac{p^{2^{\log_2 m + 1} - m}}{1 - p^m} + \frac{(1 - p) \log_2(1 - p) + p \log_2 p}{1 - p} \quad (6)$$

где: $S = \log_2 m + 1 + \frac{p^{2^{\log_2 m + 1} - m}}{1 - p^m}$ – средняя длина кодового слова.

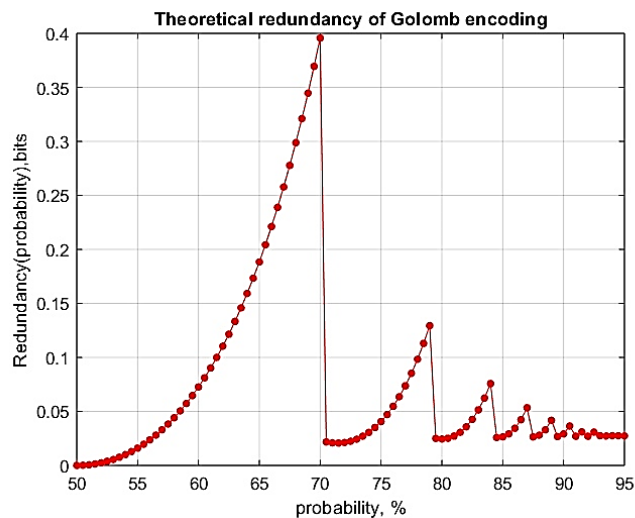


Рисунок 2. График избыточности на символ для кода Голomba как функция вероятности

Анализ результатов и выводы

В данном случае использование кода Голomba для кодирования длин серий является более оптимальным, так как он дает наибольший коэффициент сжатия, в то время как код Хаффмана имеет наименьшую избыточность среди энтропийных кодов сжатия.

Список литературы:

1. Энтропийное кодирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://allbest.ru>.
2. Код Хаффмана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://http://opds.spbsut.ru>.
3. S.W. Golomb. Run-length encodings // IEEE Trans. Inf. Theor. — 1966. — № 3, IT-12. — P. 399—401.
4. R.G. Gallager, D.C. Van Voorhis. Optimal source codes for geometrically distributed integer alphabets // IEEE Trans. Inf. Theor. — 1975. — № 2, IT-21. — P. 228—230.
5. R.F. Rice, J.R. Plaunt. Adaptive Variable-Length Coding for Efficient Compression of Spacecraft Television Data // IEEE Trans. on Commun. — 1971. — Vol. 16(9). — P. 889—897.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ВЕЛОКОМПЬЮТЕРА, СОПРЯЖЕННОГО СО СМАРТФОНОМ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ

Евграшин Олег Игоревич

*магистрант, кафедра автоматики,
Новосибирского государственного технического университета,
РФ, г. Новосибирск
E-mail: o.evgrashin@ya.ru*

Гуныко Андрей Васильевич

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматики,
Новосибирского государственного технического университета,
РФ, г. Новосибирск*

ВВЕДЕНИЕ

Согласно поставленной задаче [1] был реализован прототип системы велокомпьютера, состоящей из датчиков, блока обработки и передачи данных, а также мобильного приложения для просмотра и анализа статистики поездок. В данной статье приводится описание принципа работы частей системы.

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

На основании требований к устройству [1], велокомпьютер должен позволять определить следующие показатели:

- текущая скорость (км/ч);
- максимальная скорость (км/ч);
- средняя скорость (км/ч);
- каденс (частота вращения педалей, об/мин);
- максимальный каденс (об/мин);
- средний каденс (об/мин);
- пройденное расстояние (км).

Расчет показателей выполняется микроконтроллером в цикле с интервалом между итерациями равным одной секунде. Результаты передаются на смартфон по *Bluetooth* для записи в базу данных и отображения показателей в приложении.

Определение частоты вращения педалей

Для определения каденса используются данные с датчика магнитного поля, который располагается на раме. В момент вращения педалей, прикрепленный к ним магнит проходит рядом с датчиком и приводит к замыканию геркона.

При срабатывании датчика запоминается время начала оборота. При каждом дальнейшем срабатывании, из текущего времени вычитается время предыдущего замера. Таким образом определяется время одного оборота педалей в микросекундах. Обратная величина – есть число оборотов в микросекунду. Чтобы узнать сколько вращений педалей в минуту делает велосипедист, полученное значение умножается на 60 000 000.

Фрагмент кода программы, для определения частоты вращения педалей.

```
if (k_handle_start > 1) {  
    k = 60000000 / (micros() - k_handle_start);  
} else {  
    k = 0;  
}
```

В качестве показателя максимального каденса выбирается наибольшее значение из всех замеров, сделанных за время поездки.

Показатель среднего каденса вычисляется как среднее по всем значениям каденса, полученным за время поездки.

Вычисление скорости движения велосипеда

Текущая скорость движения велосипеда определяется по формуле:

$$v = \frac{2\pi r}{t}$$

v — скорость;

r — радиус колеса;

t — время одного оборота колеса.

Радиус колеса в сантиметрах имеет значение по умолчанию, но может быть изменен пользователем через мобильное приложение в разделе «настройки».

Время оборота колеса определяется по аналогии с временем оборота педалей, которое описано в предыдущем пункте. Для подсчета оборотов колес

используется отдельные геркон и магнит. Датчик располагается на задней части рамы, магнит крепится на спице заднего колеса.

Далее представлен фрагмент программы, отвечающий за подсчет скорости велосипеда. Переменная `v_handle_start` хранит время, прошедшее с последнего срабатывания датчика, в микросекундах. Для выражения скорости в километрах в час показатель умножается на 36 000.

```
if (v_handle_start > 1) {
    s = 2 * 3.14159 * r * 36000;
    t = micros() - v_handle_start;
    v = s / t;
} else {
    v = 0;
}
```

Вычисление пройденного расстояния

Расстояние, которое велосипедист проехал за время поездки, рассчитывается как произведение количества оборотов колеса в течение всей поездки (N) на длину окружности колеса.

$$S = N2\pi r$$

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ

Список поездок, замеры показателей и итоговые отчеты хранятся на смартфоне в базе данных, состоящей из трех таблиц (см. рис. 1).

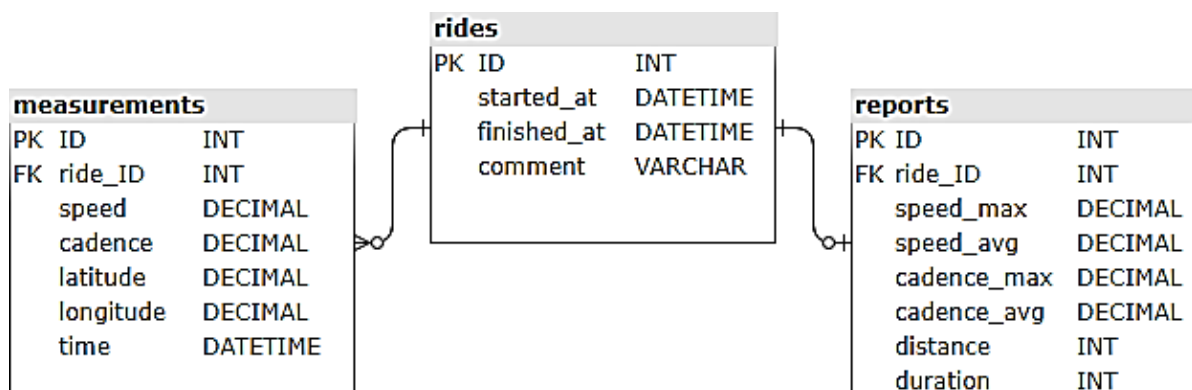


Рисунок 1. Схема структуры базы данных

ИНТЕРФЕЙС ПРИЛОЖЕНИЯ

Ниже представлен внешний вид главного экрана приложения, списка поездок и отчета об одной из них.

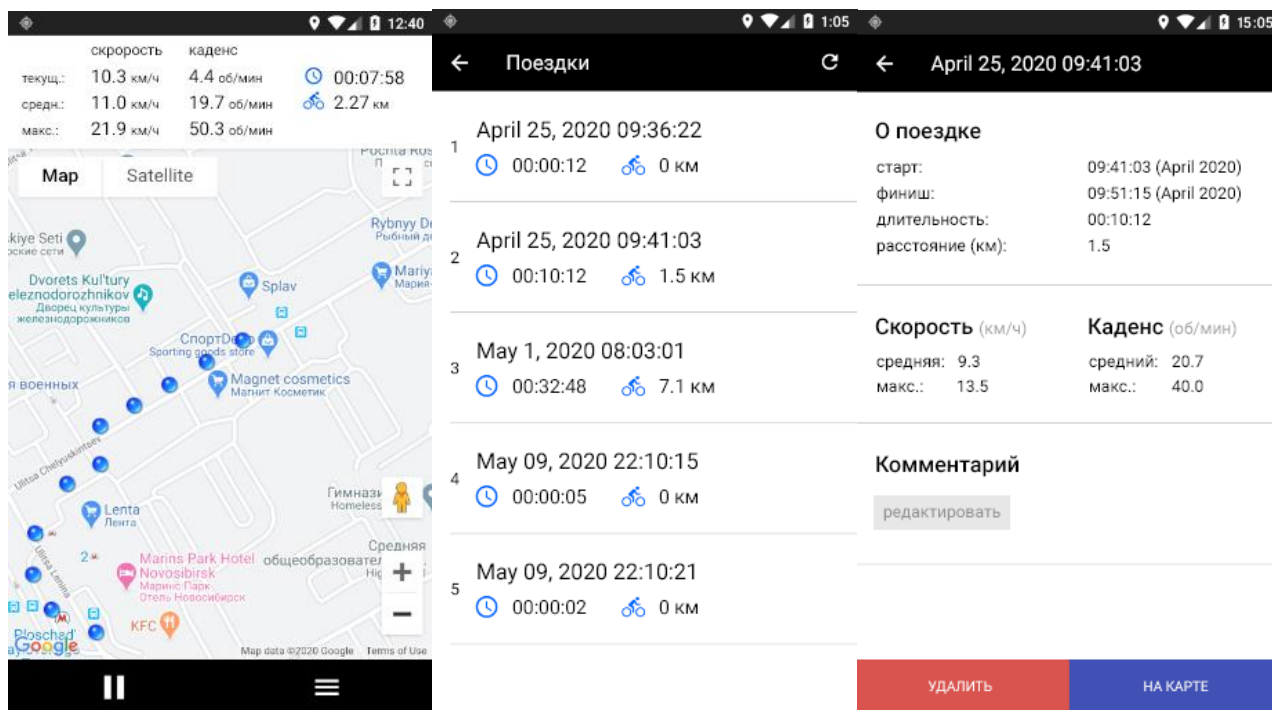


Рисунок 2. Интерфейс приложения.

Разделы (слева направо): главный экран, поездки, отчет о поездке

Главный экран

Главный экран разделен на три области:

- основные показатели текущей поездки;
- карта с маршрутом поездки;
- кнопки: начать/завершить поездку и меню.

Маршрут поездки строится по координатам, полученным с помощью встроенного в велокомпьютер *GPS*-модуля. Для отображения карты и гео-меток маршрута используется *API* картографического сервиса *Google Maps* [2].

Поездки

При выборе пункта «Поездки» в меню приложения, пользователь попадает на экран со списком всех завершенных поездок. По нажатию на элемент списка открывается страница с отчетом о соответствующей поездке, где перечислены

значения показателей. На странице поездки можно добавить комментарий, удалить запись о поездке, а также перейти в режим просмотра маршрута поездки.

Настройки

В приложении имеется раздел с настройками, где пользователь может менять параметры геолокации: частоту определения местоположения; допустимую погрешность геолокации; алгоритм определения координат; расстояние между метками на карте. В настройках есть возможность активировать работу приложения в фоновом режиме, чтобы сбор статистики о поездке продолжался даже с выключенным экраном. Также доступна опция для изменения частоты обмена данными с велокомпьютером по *Bluetooth*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данном этапе работы были реализованы алгоритмы велокомпьютера для определения основных метрик поездки (скорости, каденса, расстояния), спроектирована структура базы данных и разработано мобильное приложение.

Текущий вариант системы может использоваться для мониторинга велопоездок вместо обычного велокомпьютера из магазина. Однако требует дополнительного тестирования и доработки.

Список литературы:

1. Евграшин О.И. РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ ВЕЛОКОМПЬЮТЕРА, СОПРЯЖЕННОГО СО СМАРТФОНОМ // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. LXXXIV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 12(83). URL: [https://sibac.info/archive/technic/12\(83\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/12(83).pdf) (дата обращения: 30.03.2020).
2. Adding a Google Map with a Marker to Your Website // Google Maps Platform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/adding-a-google-map> (дата обращения: 15.03.2020 г).

РАЗРАБОТКА ПО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ

Карибов Янис Андреевич

*студент, институт ПИМиФ,
Армавирский государственный педагогический университет,
РФ, г. Армавир
E-mail: cyberpartizan@hotmail.com*

Колченко Валерий Владимирович

*студент, институт ПИМиФ,
Армавирский государственный педагогический университет,
РФ, г. Армавир
E-mail: gghgddd@gmail.com*

Лапшин Николай Александрович

*научный руководитель, ст. преподаватель,
Армавирский государственный педагогический университет,
РФ, г. Армавир
E-mail: lapshin_na@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – разработать ПО для визуализации принципа дискретного преобразования Фурье. В статье рассматриваются прикладные применения использования дискретного преобразования Фурье. В результате было разработано программное обеспечение, которое демонстрирует, как сложная функция раскладывается на множества простых функций

ABSTRACT

The purpose of the study is to develop software for visualizing the principle of discrete Fourier transform. The article discusses applied applications using the discrete Fourier transform. As a result, software was developed that demonstrates how a complex function is divided on many simple functions

Ключевые слова: Ряд Фурье, дискретное преобразование, разработка ПО на языке программирования Java.

Keywords: Fourier series, discrete transform, Java programming.

Ряд Фурье – это представление произвольной функции с периодом в виде ряда. В общем виде рядом Фурье называется разложение элемента по ортогональному базису. Разложение функции в ряд Фурье – хороший инструмент при решении разных задач, потому что обладает свойствами преобразования при дифференцировании, интегрировании, сдвиге функции по аргументу и свёртке функций. Данное преобразование имеет большое значение, поскольку с помощью него можно решать много практических задач.

ДПФ является наиболее важным дискретное преобразование, используется для выполнения анализа Фурье во многих практических применений. В цифровой обработке сигналов, функция любое количество или сигнал, который изменяется с течением времени, например, как давление в звуковой волне , в радио сигнал, или суточные температурных показания, отобранное на конечный интервал времени. В обработке изображений, образцы могут быть значения пикселей вдоль строки или столбца растрового изображения. ДПФ также используется для эффективного решения уравнения в частных производных, а также для выполнения других операций, таких как свертки или умножения больших целых чисел. Мы же будем использовать ДПФ для того, чтобы разложить поступающий сигнал (массив из точек), в массив из окружностей, и создать из них эписикл, который будет воспроизводить начальный сигнал.

Для того чтоб разложить сигнал в ряд Фурье без искажений ее графика, нам необходимо будет найти бесконечное количество ее точек, но так как компьютер не умеет работать с бесконечными данными, мы ограничим их количество. Для того чтоб зритель не заметил искажения, необходимо длину дуги (сигнала) разделить на размер пикселя, то есть:

$$\frac{\int_b^a \sqrt{1+[f'(x)]^2} dx}{\text{размер пикселя}}.$$

a — начало функции сигнала

b — конец функции сигнала

Таким образом мы получим количество точек которые необходимы чтоб восстановить путь функции и при этом не будем перегружать компьютер лишней работой, ускоряя тем самым работу программы.

Для решения поставленной задачи целесообразно обратиться к среде программирования Java.

Так, поскольку задание состоит в визуальном отображении дискретного преобразовании Фурье, нам понадобится так называемый «холст», на котором будем «рисовать» все необходимые компоненты. Холст будет иметь размеры 1280x720 пикселей и будет окрашен в черный цвет для контрастности.

Далее необходимо считать сигнал (точки функции). Для этого необходимо использовать классы `MouseEvent` и `MouseListener` для считывание точек с курсора.

Считывание точек с манипулятора мышь происходит очень просто. Так как мы используем класс `MouseEvent`, то нам доступны такие функции как `mouseDragged`, при нажатии любой кнопки мыши и ее протягивании, активируется эта функция с которой мы можем извлечь местоположение мыши на экране и записать их в список переменных. Вот так выглядит эта процедура:

```
public void mouseDragged(MouseEvent e) {  
    final ComplexNumber temp = new ComplexNumber(e.getX() -  
(double)(width / 2), e.getY() - (double)(height / 2));  
    X.add(temp);}
```

Далее, полученный результат необходимо передать в функцию с дискретным преобразованием Фурье. Ее формула выглядит следующим образом:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} X_n * [\cos\left(\frac{2\pi k n}{N}\right) - i * \sin\left(\frac{2\pi k n}{N}\right)]$$

N - число точек функции

k - частота

$2\pi k n$ - фаза

$\cos\left(\frac{2\pi k n}{N}\right)$ - (далее «а») действительная часть комплексного числа

$\sin(\frac{2\pi k_n}{N})$ - (далее «b») мнимая часть комплексного числа

Так как комплексное число можно отобразить в плоскости xOy, мы можем использовать теорему Пифагора для нахождения расстояния от начало координат до точки «z», которая так же является амплитудой сигнала ,либо радиусом окружности (рис 1).

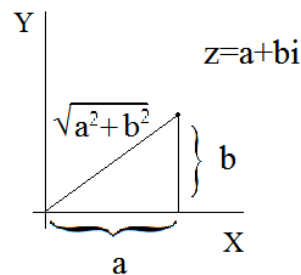


Рисунок 1. Комплексное число в плоскость xOy

По той же причине мы можем найти ее фазу (угол), для этого необходимо найти арктангенс координат a и b.

Эта функция на языке программирования Java выглядит следующим образом:

```
private ArrayList<double[]> dft(final ArrayList<ComplexNumber> x) {
    final ArrayList<double[]> X = new ArrayList<double[]>();
    for (int N = x.size(), k = 0; k < N; ++k) {
        ComplexNumber sum = new ComplexNumber(0.0, 0.0);
        for (int n = 0; n < N; ++n) {
            final double phi = Math.PI*2 * k * n / N;
            final ComplexNumber phiC = new ComplexNumber(Math.cos(phi), -
Math.sin(phi));
            sum = new ComplexNumber(sum.re + x.get(n).re * phiC.re - x.get(n).im
* phiC.im, sum.im + x.get(n).re * phiC.im + x.get(n).im * phiC.re);}
            sum.re /= N;
            sum.im /= N;
            X.add(new double[] { Math.sqrt(sum.re * sum.re + sum.im * sum.im), k,
Math.atan2(sum.im, sum.re), sum.re, sum.im });}
    return X;}

```

Теперь у нас есть все данные чтоб создать эпицикл, а именно центры окружностей, радиусы (амплитуды), фазы и частоты. Но если мы изобразим эпицикл с такими данными, то картина получится запутанной из-за разных радиусов окружностей. Для решение этой задачи, необходимо отсортировать все окружности по радиусу (амплитуде) от большего к меньшему, это не как не повлияет на конечный результат, так как от перестановки векторов, их расстояние от центра эпицикла до точки сигнала не изменится, но визуально картина станет более понятной и приятной глазу.

И последнее. Необходимо отобразить все эти данные на экране. Так как ряд Фурье имеет переодический характер нужно вместить все кадры в один полный круг, тоесть 2π . Это можно реализовать разделив 2π на количество точек. Таким оброзом мы получим количество кадров которые необходимо отрисовать за один полный цикл эпицикла. При отрисовании последнего кадра, узор будет отрисовываться занова (Рис.2).

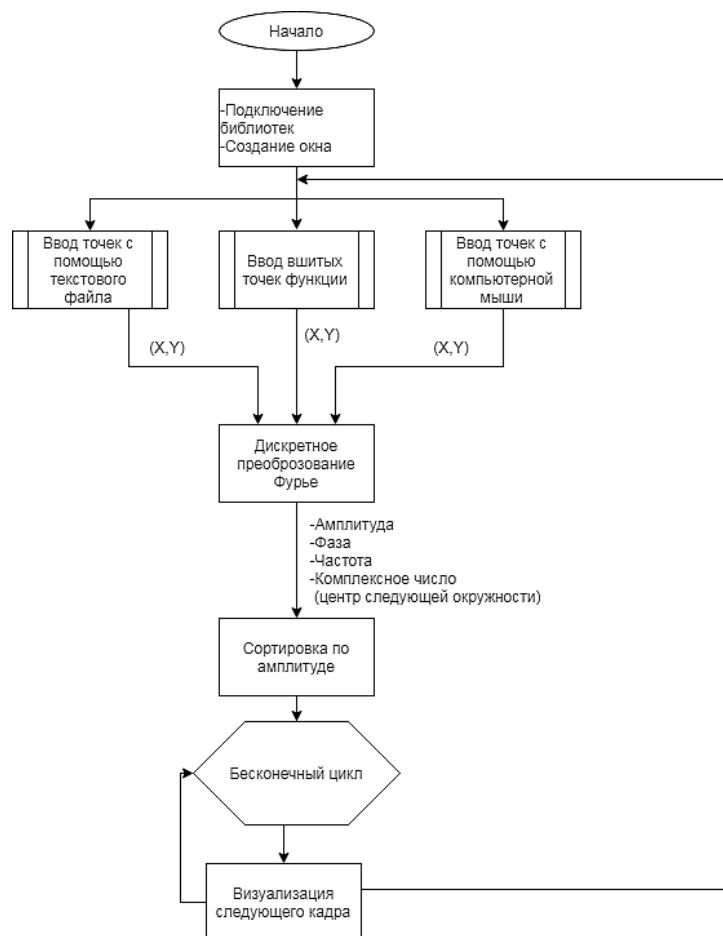


Рисунок 2. Диаграмма алгоритма

Таким образом была создана программа предоставляющий возможность визуально отобразить принцип дискретного преобразования Фурье, а так же контролирование процесса отрисовки исходящего сигнала для анализа результата. В программу интегрированы графические объекты. Программа является логичной, интуитивно понятной и максимально информативной. Результаты программы можно увидеть на рисунках ниже (рис.3).

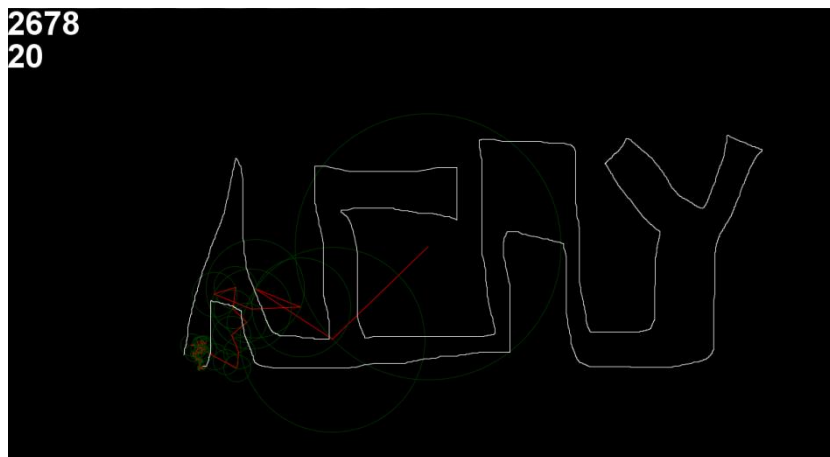


Рисунок 3. АГПУ

Список литературы:

1. Герберт Java 2 v5.0 (Tiger). Новые возможности / Герберт, Шилдт. - М.: СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 208 с.
2. Пауэлл Полный справочник по JavaScript / Пауэлл, Шнайдер Томас; , Фриц. - М.: Вильямс; Издание 2-е, 2007. – 960 с.
3. Программирование на языке Java. - М.: Мультимедиа Технологии и Дистанционное Обучение, 2004. – 416 с.
4. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика / В.А. Горбатов. - М.: [не указано], 2000. - 171 с.
5. Ерусалимский Я.М. Дискретная математики: теория, задачи, приложения / Я.М. Ерусалимский. - М.: [не указано], 2000. - 686 с.
6. Кук Д. Компьютерная математика / Д. Кук, Г. Бейз. - М.: [не указано], 2015. - 335 с.

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ

Карташова Анастасия Павловна

*студент, кафедра информатики и информационных технологий,
Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
РФ, г. Тула
E-mail: nastya.kartashova.98@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрен пример работы генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера. Описаны основы программы, реализующей поставленную задачу.

ABSTRACT

An example of the genetic algorithm for solving the traveling salesman problem is considered. The basics of the program that implements the task are described.

Ключевые слова: генетический алгоритм, задача коммивояжера.

Keywords: genetic algorithm, salesman problem.

Окружающий мир является сложной системой, которую человек пытается разгадать. Наука объясняет окружающее и помогает приспособиться к новой информации, получаемой из внешней среды. Много из того, что видит и наблюдает человек, объясняется теорией эволюции через наследственность, изменение и отбор. Основным механизм эволюции – это естественный отбор. Его суть состоит в том, что более приспособленные особи имеют больше возможностей для выживания (в природе выживание является определяющей и основной функцией.) и размножения и, следовательно, приносят больше потомства, чем плохо приспособленные особи.

Генетический алгоритм представляет собой адаптированный метод поиска. Он основан на генетических процессах биологических организмов: биологические популяции развиваются в течение нескольких поколений, подчиняясь законам естественного отбора и по принципу «выживает наиболее приспособленный».

Основной (классический) генетический алгоритм (также называемый элементарным или простым генетическим алгоритмом) состоит из следующих шагов:

- инициализация, или выбор исходной популяции хромосом;
- оценка приспособленности хромосом в популяции;
- проверка условия останова алгоритма;
- селекция хромосом;
- применение генетических операторов;
- формирование новой популяции;
- выбор «наилучшей» хромосомы.

Инициализация заключается в случайном выборе заданного количества хромосом. Оценивание приспособленности необходимо для выявления более приспособленных и менее приспособленных особей. Селекция представляет собой оператор, посредством которого хромосомы выбираются для спаривания и порождения потомков. В классическом генетическом алгоритме применяются два основных генетических оператора: оператор скрещивания и оператор мутации. В результате лучшим решением считается хромосома с наибольшим значением функции приспособленности.

Характерным представителем задач, решаемых при помощи генетических алгоритмов, является задача коммивояжера, которая заключается в отыскании кратчайшего маршрута между городами, посещенными коммивояжером. Решение этой задачи состоит в нахождении оптимального решения с помощью генетического алгоритма. Суть алгоритма состоит в том, что, прежде всего, генерируется множество маршрутов, называемое популяцией. Маршрут в популяции носит название хромосомы или генома. Далее к полученным хромосомам применяются операции скрещивания и мутации. При скрещивании из двух выбранных маршрутов формируется в результате обмена участками маршрута дочерний маршрут. При мутации меняются местами участки внутри ранее созданного дочернего маршрута. Далее, наиболее длинные маршруты в популяции заменяются на более короткие дочерние и операция повторяется.

Таким образом, алгоритм имитирует механизмы естественного отбора в живой природе.

Общая схема алгоритма для реализации задачи коммивояжера:

1. Загрузить в список `cityList` координаты всех городов либо из XML-файла (процедура `openCityListButton_Click`), либо ударяя мышкой по графической части формы (процедура `tourDiagram_MouseDown`), либо комбинируя первое и второе. Номер города – это индекс списка `cityList`.

2. Найти и запомнить в списке `Distances` для каждого города расстояния до всех прочих городов (метод `CalculateCityDistances` класса `Cities`.)

3. Найти и запомнить в списке `CloseCities` для каждого города номера его городов-соседей, то есть наиболее близко расположенных к нему городов. Их число равно `numberOfCloseCities` (метод `CalculateCityDistances` класса `Cities` и метод `FindClosestCities` класса `City`).

4. Сформировать начальную популяцию – список маршрутов, создаваемых на основе жадного алгоритма (метод `CreateRandomPopulation` класса `Population`).

5. Рассчитать для каждого маршрута его длину (`Fitness`).

6. `generation = 0` (текущее поколение).

7. Отобрать случайным образом из популяции `population` несколько (`GroupSize`) маршрутов и поместить их в рабочую группу – массив `tourGroup`.

8. Упорядочить `tourGroup` по возрастанию длины маршрута (применяется метод пузырьковой сортировки).

9. Взять два первых (лучших) маршрута массива `tourGroup` в качестве родительских и сформировать, используя скрещивание и мутацию, дочерний маршрут `child` (вероятность мутации задается параметром `mutation`).

10. Заменить в популяции худший маршрут `tourGroup` на маршрут `child`.

11. Вычислить длину маршрута `child`, и если она меньше длины лучшего маршрута, то признать `child` в качестве лучшего маршрута. Отобразить новый лучший маршрут в графической части формы (процедура `displayTour`). Обновить также и информационные поля формы.

12. `generation = generation + 1`.

13. Если $generation < maxGenerations$, то перейти к п. 7 алгоритма, иначе завершить вычисления.

Реализация включает в себя 9 классов: City, Cities, Populatoin, Tour, Tsp, TspEventArgs, Link, TspForms, Program. Каждый класс соответствует определенной задаче алгоритма: City обеспечивает формирование и хранение позиции города; Cities содержит список городов, которые нужно посетить; Population содержит список маршрутов, с которыми работает генетический алгоритм; Tour представляет маршрут по всем городам; Tsp координирует решение задачи коммивояжера; TspEventArgs устанавливает аргументы события foundNewBestTour (найден очередной лучший маршрут), при наступлении которого отображается очередной лучший маршрут; Link обеспечивает связь маршрута; TspForm управляет формой приложения; Program предоставляет метод Main для точки входа.

Интерфейс финальной версии проекта получил следующий вид (см. Рис.1):

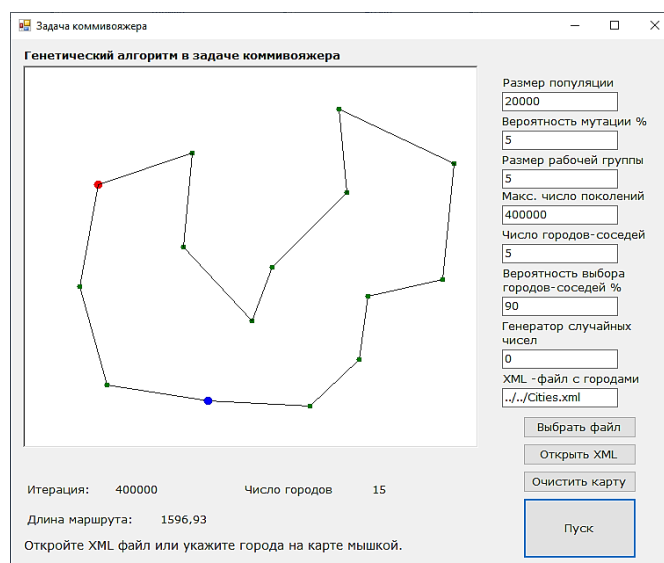


Рисунок 1. Интерфейс программного приложения

Пользовательский интерфейс представляет собой форму, которая имеет область графического вывода (карту) и позволяет:

1. Отобразить на карте города в виде окружностей, а фрагменты маршрута – в виде отрезков прямых. Стартовый город отображается красным цветом, предпоследний – синим (первый и последний города маршрута совпадают).

2. Задать значения параметров алгоритма.
3. Выбрать XML-файл с координатами городов.
4. Создать список посещаемых городов по данным XML-файла.
5. Добавить на карте город.
6. Очистить список городов и карту.
7. Выводить информационные сообщения.
8. Запускать и останавливать поиск лучшего маршрута.

Генетические алгоритмы относятся к числу универсальных методов оптимизации, позволяющих решать задачи различных типов (комбинаторные, общие задачи с ограничениями и без ограничений) и различной степени сложности. При этом генетические алгоритмы характеризуются возможностью как однокритериального, так и многокритериального поиска в большом пространстве, ландшафт которого является негладким.

Список литературы:

1. Гэри В. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / В. Гэри, Д. Джонсон. – М: Мир, 1982.
2. Гэри В. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / В. Гэри, Д. Джонсон. – М: Мир, 1982.
3. Гэри В. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / В. Гэри, Д. Джонсон. – М: Мир, 1982.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗВИТИЯ КАНАЛОВ ПРОДВИЖЕНИЯ DIGITAL MARKETINGА В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА ЭКОНОМИКИ

Картбаева Салтанат Алмабековна

*студент,
филиала «Восход» Московского Авиационного института,
РФ, г. Байконур
E-mail: kartbaevasaltanat@bk.ru*

Жуматаева Жанат Есиркеповна

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент,
филиала «Восход» Московского Авиационного института,
РФ, г. Байконур*

ADVANTAGES OF THE DEVELOPMENT OF DIGITAL MARKETING PROMOTION CHANNELS UNDER THE ECONOMIC CRISIS

Saltanat Kartbaeva

*student of the Moscow aviation Institute,
branch of the «Voskhod»
Russia, Baikonur*

Zhanat Zhumataeva

*senior Lecturer of the Moscow aviation Institute,
branch of the «Voskhod»
Russia, Baikonur*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются преимущества развития деятельности организаций, занимающихся продажей товаров или оказанием услуг, при помощи digital маркетинга в условиях кризиса экономики и, как следствие, спада уровня продаж. Предлагаются способы решения указанных проблем при помощи использования цифровых каналов продвижения, таких как веб-сайты, социальные сети, оффлайн-магазины.

ABSTRACT

This article discusses the benefits of developing the activities of organizations involved in the sale of goods or the provision of services using digital marketing in an economic crisis and, as a consequence, a decline in sales. Methods for solving these

problems using digital promotion channels, such as websites, social networks, offline stores, are proposed.

Ключевые слова: кризис, digital маркетинг, каналы продвижения, социальные сети, веб-сайт.

Keywords: crisis, digital marketing, promotion channels, social networks, website.

Весь мир переживает сложное время мирового кризиса из-за распространения коронавируса: большинство стран закрыто на карантин, люди самоизолируются дома, а бизнесы теряют большую часть продаж или закрываются.

У торговых предприятий возникла необходимость перевести процессы в онлайн, в частности продажи и способы взаимодействия с клиентами. Основным фактором «выживания» компаний в условиях текущего кризиса является адаптация в виде изменений способов воздействия на конечного потребителя. Среди инструментов такой борьбы популярность набирает использование каналов продвижения «Digital Marketing» (рус. «Цифровой маркетинг»), так как в основу его подхода входит продвижение компаний, их продуктов и услуг в цифровой среде и также он охватывает онлайн и оффлайн потребителей, использующих игры, мобильные телефоны и другие цифровые средства связи.

Многие компании предпочитают остановить всю деятельность, переживая таким образом сложные времена без рисков. При этом страдают от этого они сами, т. к. прекращение любой деятельности на длительный срок оказывает негативное влияние на финансовое состояние компаний. Сильнее всего кризис окажет влияние на те кампании, которые закроются на время карантина, например на такие как:

- торгово-развлекательные центры;
- детские развлекательные центры;
- магазины бытовой техники;
- рестораны;
- гостиницы;

- туризм;
- большинство офлайн-услуг, основу работу которых составляет прямой контакт с клиентами;

- предприятия сферы красоты;
- спортивные услуги;
- репетиторы и частные школы(сады) и т.д.

В выигрыше остаются те предприятия, которые изначально развивали свой подход в работе с потребителями и делали акцент в направлении развития каналов продвижения цифрового маркетинга, таких как:

- вебсайты;
- оффлайн-магазины;
- социальные сети;
- терминалы самообслуживания и POS-терминалы;
- мобильные приложения.

Развитие digital каналов даёт этим компаниям в период кризиса следующие преимущества:

1. Увеличение или сохранение прежнего уровня продаж.

2. Расширение целевой аудитории.

3. Большая вовлеченность пользователей и более мощное воздействие на них, поскольку люди проводят больше времени в помещении и они для получения информации обращаются к различным средствам массовой информации.

4. Улучшение позиций компании по сравнению с конкурентами, пользующимися только стандартными методами воздействия на покупателей.

5. Повышение авторитетности среди покупателей к предприятию, поскольку из-за COVID-19 цифровые и бесконтактные взаимодействия стали синонимом безопасности.

По завершению пандемии у организаций активно развивающих digital-проекты будут следующие преимущества:

1. Повышение уровня продаж.

2. Привлечение новых покупателей.

3. Сокращение расходов по сравнению с традиционными кампаниями.
4. Формирование у покупателей лояльности к кампании.

Тем организациям, у которых не развиты каналы продвижения цифрового маркетинга или они вообще не используют их, придётся восстанавливать и заново налаживать свою работу. К тому же есть вероятность, что пока они вернутся «в игру» они потеряют авторитетность своего бренда и лояльность клиентов.

Текущая ситуация в мире свидетельствует о том, что уровень развития каналов продвижения цифрового маркетинга является одним из решающих факторов успеха и продвижения в бизнесе. Также кризис показывает, что COVID-19 открыл волну внедрения цифровых технологий и чем выше их уровень в организации, тем больше у неё конкурентных преимуществ.

Список литературы:

1. Асеев Алексей Ключи к партнеру. Искусство и техники продаж / Алексей Асеев. - М.: Альпина Диджитал, 2018. – 919 с.
2. Серновиц Энди Сарафанный маркетинг. Как умные компании заставляют о себе говорить / Энди Серновиц. - Москва: ИЛ, 2016. – 432 с.
3. Вертайм Кент Цифровой маркетинг. Как увеличить продажи с помощью социальных сетей, блогов, вики-ресурсов, мобильных телефонов и других современных технологий / Кент Вертайм, Ян Фенвик. - М.: Альпина Паблишер, Юрайт, 2016. – 384 с.
4. Ермолова Наталия Продвижение бизнеса в социальных сетях Facebook, Twitter, Google+ / Наталия Ермолова. - М.: Альпина Диджитал, 2017. - 497 с.
5. Заррелла, Дэн Интернет-маркетинг по науке. Что, где и когда делать для получения максимального эффекта / Дэн Заррелла. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 192 с.
6. Смирнов Василий Прибыльная контекстная реклама. Быстрый способ привлечения клиентов с помощью Яндекс.Директа / Василий Смирнов. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. - 534 с.
7. Смит Джон В постели с Google. Передовые способы оптимизации поиска / Джон Смит. - М.: Олимп-Бизнес, 2019. – 226 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОАГРЕГАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Кондрашкин Антон Андреевич

*студент магистратуры, кафедра программных систем,
кафедра прикладной математики,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара
E-mail: anton.kondrashkin@gmail.com*

Додонова Наталья Леонидовна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук,
доц. кафедры прикладной математики,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
РФ, г. Самара*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается самообучающийся алгоритм, определяющий текущее вибрационное состояние гидроагрегата на основе кортежа значений наблюдаемых вибрационных параметров. Для определения алгоритм использует методы анализа больших данных – кластеризации и классификации – с возможностью обучения у вибродиагноста.

Ключевые слова: большие данные, гидроагрегат, кластеризация, классификация, вибродиагностика, вибрации.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России работают 102 ГЭС мощностью свыше 100 МВт. Общая установленная мощность гидроагрегатов на ГЭС составляет примерно 45 млн. кВт (5 место в мире), а выработка порядка 165 млрд кВт*ч/год (также 5 место) в общем объеме производства электроэнергии, а в России доля ГЭС не превышает 21% [1].

Но каких бы размера и мощности ни была ГЭС, на ней обязательно присутствует контроль вибраций, поскольку они критично влияют на рабочее состояние гидроагрегата (ГА). Основываясь на значениях параметров вибрации, компанией РусГидро в 2016 году была введена абстрактная мера (которую можно назвать вибрационным состоянием, вибрационной зоной или усталостью), характеризующая выработку агрегатом своего ресурса [2].

Специалист по вибродиагностике (иначе, вибродиагност) оценивает значения вибрационных параметров и делает заключение о вибрационном состоянии ГА. Однако делать это в реальном времени и постоянно следить за изменяющейся ситуацией проблематично.

Таким образом, **целью данной работы** будет разработка алгоритма, определяющего текущее вибрационное состояние и тем самым помогающего вибродиагносту определять текущее вибрационное состояние. на основе текущих значений вибрационных параметров и учитывающего ранее сделанные выборы вибродиагноста в качестве самообучения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Рассмотреть основные понятия, методы и определения.
2. Ввести понятие кластера для рассматриваемой предметной области и описать его структуру.
3. Словесно сформулировать алгоритм анализа значений.
4. Разработать блок-схему сформулированного алгоритма.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, МЕТОДЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рассмотрим некоторые понятия, связанные с исследованием:

Вибрации – колебания корпуса оборудования или его составных частей относительно всей конструкции. Вибрация, чаще всего, характеризуется двумя общими параметрами: частотой и амплитудой.

Виброконтроль (вибрационная диагностика) в технике – это технологии измерения вибрации машин и оборудования и сравнение результатов с нормируемыми (пороговыми) значениями вибрации. Рабочий диапазон частот и пороговые значения вибрации регламентируются либо государственными

стандартами или технологическими условиями на контролируемую машину, либо другими регламентирующими документами [8].

Вибрационное состояние (усталость, вибрационная зона) – буквенное обозначение, приписываемое состоянию гидроагрегата на основе значений размахов и частот вибрационных параметров. Верхние границы (выдержка из таблицы) вибрационных зон были введены компанией «РусГидро» в 2016 году и представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Зоны оценки вибрации опорных узлов

Частота вибрации, Гц	Размах, мкм						
	Верхняя граница зоны оценки						Более
	А	В	С	D	Е		F
					Е1	Е2	
0,80	50	100	180	300	400	500	500
1,00	50	100	180	300	400	500	500
1,25	49	99	179	298	398	497	497
1,60	47	97	176	293	391	489	489
2,00	44,5	94,5	170	283	378	472	472
2,50	41	92	160	267	356	444	444

Кластер – набор элементов, объединённых по одному или нескольким признакам [4].

Кластеризация – один из методов обработки Больших Данных, заключающийся в разбиении множества разрозненных данных на конечное число кластеров [4].

Классификация – процесс соотнесения некоего значения с кластером.

Кортеж – упорядоченный набор фиксированной длины. В случае разрабатываемого алгоритма, кортеж – набор значений вибрационных параметров в конкретный момент времени.

СТРУКТУРА ДАННЫХ

В разрабатываемой системе кластер – совокупность кортежей, характеризующих одно вибрационное состояние. Таким образом, один кластер характеризует одно конкретное вибрационное состояние. Кластеры не пересекаются между собой.

Однако поскольку изменения вибрационного состояния и наблюдаемых параметров связаны нелинейной зависимостью, количество кластеров будет не равно количеству вибрационных состояний. Одному вибрационному состоянию может соответствовать не один кластер, но одному кластеру всегда соответствует одно вибрационное состояние.

Для однозначного определения кластера, его имя будет формироваться следующим образом: к названию вибрационного состояния добавляется порядковый номер кластера. Например: «А_1», «С_5» или «Е1_3». Таким образом, если какой-либо кортеж относится к кластеру, то можно однозначно определить вибрационное состояние.

Введём математическое обозначение рассматриваемых величин.

$$\text{Кортеж: } \bar{X} = \langle X_1 \dots X_n \rangle,$$

где : X – любой наблюдаемый параметр;

i – номер кластера, n – количество наблюдаемых параметров.

Кластер определяется тремя векторами: вектором средних значений – центром, вектором наименьших значений – «левой» границей и максимальных значений по каждому из параметров – «правой» границей. Таким образом каждый кластер образует собой n -мерный (n – число параметров) параллелепипед. Данный вид кластера был выбран из-за того, что создать правильный паркет (плоскость или пространство, замощённое фигурами одного и того же типа) можно только при помощи треугольников (пирамид), прямоугольников (параллелепипедов) или шестиугольников.

Математически структура кластера может быть описана следующим образом:

$$K_i = (Name, \bar{X}_{max_i}, \bar{X}_{min_i}, \bar{X}_{mean_i}, N_i),$$

где: $Name$ – имя кластера (например, А_1, В_2 и так далее);

N_i – количество кортежей, которое на данный момент содержится в кластере;

$\bar{X}_{max_i} = \langle X_1_{max} \dots X_n_{max} \rangle$ – кортеж максимальных значений наблюдаемых параметров, взятых среди тех значений, которые попали в кластер;

$\forall j \in [1; n] X_jmax = \max(X_j^1 \dots X_j^{N_i})$, т.е. каждое значение из вектора максимальных значений – максимум по всем значениям, попавшим в кластер, соответствующего наблюдаемого параметра;

$\bar{X}min_i = \langle X_1min \dots X_nmin \rangle$ – кортеж минимальных значений каждого наблюдаемого параметра, взятых среди тех значений, которые попали в кластер;

$\forall j \in [1; n] X_jmin = \min(X_j^1 \dots X_j^{N_i})$, т.е. каждое значение из вектора минимальных значений – минимум по всем значениям соответствующего наблюдаемого параметра, попавшим в кластер;

$\bar{X}mean_i = \langle X_1mean \dots X_nmean \rangle$ – кортеж средних значений каждого наблюдаемого параметра, взятых среди тех значений, которые попали в кластер;

$\forall j \in [1; n] X_jmean = \sum_{k=1}^{N_i} (X_j^k) / N_i$, т.е. каждое значение из вектора средних значений – среднее арифметическое по всем значениям соответствующего наблюдаемого параметра, попавшим в кластер;

Таким образом, описанный кластер представляет собой n-мерный параллелограмм, стороны которого образованы максимумами и минимумами по каждому измерению. Данную структуру легко проиллюстрировать, перейдя на плоскость, где каждый такой кортеж имеет размерность не n, а всего два, и представляет собой точку на плоскости. На рисунке 1 представлен пример кластера для двух параметров: одной вибрации и одной температуры.

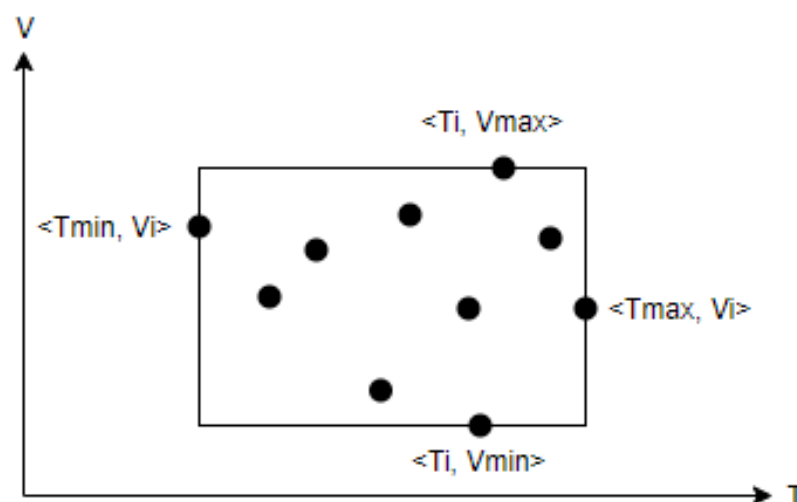


Рисунок 1. Пример кластера на двух параметрах

Проиллюстрируем описанный двумерный (когда наблюдаемых параметра всего два) пример математически. Любой произвольный кортеж значений параметров будет выглядеть следующим образом: $\bar{X}_j = \langle V_j, T_j \rangle$, где j – номер любого произвольного кортежа значений.

Предположим, что есть некий кластер K_8 , который соответствует вибрационному состоянию А. В данном случае его имя будет «А_8» Пусть в кластер попали кортежи $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3$, тогда N_8 , обозначающее количество кортежей в кластере, будет равно трём, а векторы максимальных, минимальных и средних значений будут следующими:

$$\bar{X}_{max} = \langle \max(V_1, V_2, V_3), \max(T_1, T_2, T_3) \rangle;$$

$$\bar{X}_{min} = \langle \min(V_1, V_2, V_3), \min(T_1, T_2, T_3) \rangle;$$

$$\bar{X}_{mean} = \langle (V_1 + V_2 + V_3)/3, (T_1 + T_2 + T_3)/3 \rangle.$$

Такая структура удобна как для хранения, так и для быстрой обработки структуры. Необходимо хранить только три значения в каждом измерении и не требуется постоянно пересчитывать границы фигуры, описывающий в пространстве кластер. Благодаря такой записи, не нужно хранить и обрабатывать непосредственно каждый отдельный кортеж значений в каждый момент времени, чтобы определить вибрационный режим. Достаточно только знать среднее значение и границы кластера, а все «внутренние» кортежи не рассматривать.

Если какой-либо новый кортеж значений попадает в кластер, то по имени кластера мы однозначно определяем текущее вибрационное состояние ГА. Однако, поскольку необходимо учесть некую погрешность, с которой новый кортеж попадёт в кластер, был введён дополнительный кортеж значений – $\Delta = \langle \Delta X_1 \dots \Delta X_n \rangle$.

Каждое из значений кортежа – допустимое колебание, с которым новое значение может попасть в кластер. Описание того, как данные значения были получены, будет предоставлено в четвёртой главе.

ОПИСАНИЕ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ

Прежде чем непосредственно перейти к алгоритму, необходимо привести перечень действий, которые будут выполнены перед стартом алгоритма.

1) Пользователем выбираются наблюдаемые параметры (данное действие позволяет работать с данными более гибко, поскольку нужды пользователя могут меняться).

2) Организуется подписка на изменения наблюдаемых параметров в базе данных.

3) Текущие значения наблюдаемых параметров выгружаются в оперативную память (действие необходимо, чтобы минимизировать работу с БД и, тем самым, уменьшить взаимодействие алгоритма с внешней средой).

4) Из базы данных выгружается информация о кластерах, сортируется по массивам в оперативной памяти.

5) Из базы данных выгружаются значения для дельт (допустимая погрешность вхождения в кластер).

После того, как все необходимые приготовления сделаны, подписка на изменения активируется, и система переходит в режим ожидания поступления нового кортежа. Как только изменится значение хотя бы одного наблюдаемого параметра, формируется кортеж значений, который является входными данными для описанного ниже алгоритма.

1) Система получает на вход кортеж новых значений.

2) Система берёт кластер, загруженный в оперативную память, и начинает анализировать значения входного кортежа.

3) Система берёт максимальное, минимальное и входное значения кластера для одного анализируемого параметра, а также соответствующую параметру дельту.

4) Если значение из входного кортежа меньше максимума, увеличенного на дельту, и больше минимума, уменьшенного на дельту, для соответствующего наблюдаемого параметра (в дальнейшем он будет называться допустимым

промежутком) в рассматриваемом кластере, и были проанализированы не все параметры, то алгоритм возвращается к шагу 3.

5) Если значение находится вне допустимого промежутка, и ещё не все кластеры были проанализированы, то алгоритм возвращается к шагу 2.

6) Если входные значения всех параметров оказались внутри допустимых промежутков, то алгоритм считает, что новый кортеж однозначно попал в кластер. В противном случае алгоритм переходит к шагу 9

7) По имени найденного кластера однозначно определяется вибрационное состояние гидроагрегата.

8) Новый кортеж вносится в кластер, пересчитываются его границы и среднее значение. Все изменения вносятся в базу данных. Алгоритм переходит к шагу 12.

9) Если не нашлось подходящего кластера, то система переходит в режим обучения. В качестве выходного значения (вибрационного состояния) выдаётся состояние, соответствующее ближайшему кластеру (вычисляется расстояние между входным кортежем и вектором средних значений каждого кластера и выбирается наименьшее).

10) Из базы данных выгружается текущее значение вибрационного состояния (устанавливаемого вибродиагностом).

11) Создаётся новый кластер, где значениями векторов максимальных, минимальных и средних значений становятся значения входного кортежа. Имя для него задаётся исходя из выбранного вибродиагноста и загруженного из базы вибросостояния.

12) Обработка входного кортежа закончена. Вне зависимости от того, будет ли создан кластер или выбран один из существующих, пользователю будет выведено вибрационное состояние, на основе которого он уже сможет вынести своё решение.

13) Система переходит в режим ожидания.

14) Как только изменится хотя бы одно значение наблюдаемых параметров, алгоритм перейдёт к шагу 1.

Алгоритм предназначен для круглосуточного непрерывного функционирования. С каждым циклом имеющиеся кластера будут либо дополняться новой информацией, либо будет создан новый кластер. Данный алгоритм решает одновременно две задачи: непосредственное определение вибрационного состояния и сокращение использования ресурсов, поскольку весь объём наработанных данных хранится в обобщённом виде.

ИЛЛЮСТРАЦИЯ АЛГОРИТМА

На рисунках 2-5 представлены блок схемы разработанного алгоритма. Для более наглядной визуализации его работы.

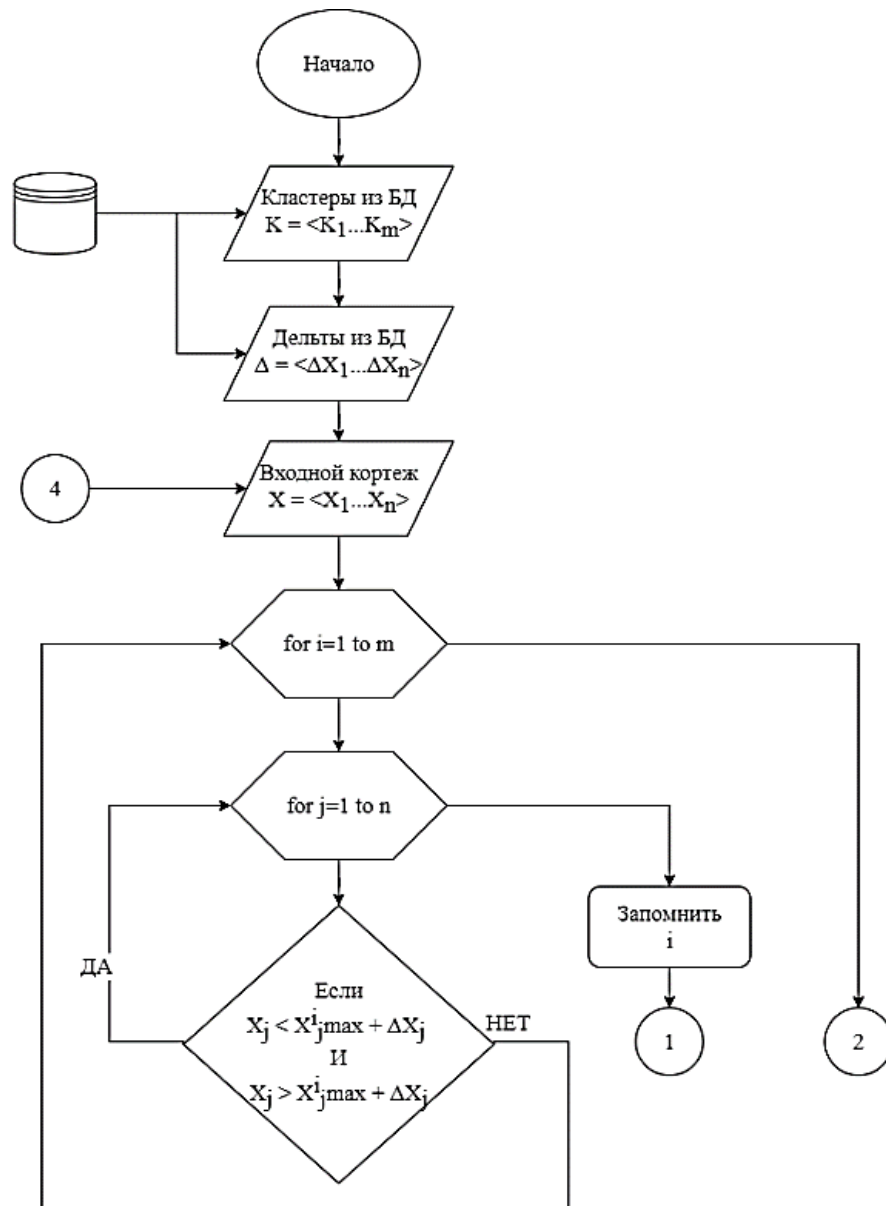


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма обработки входного кортежа (начало)

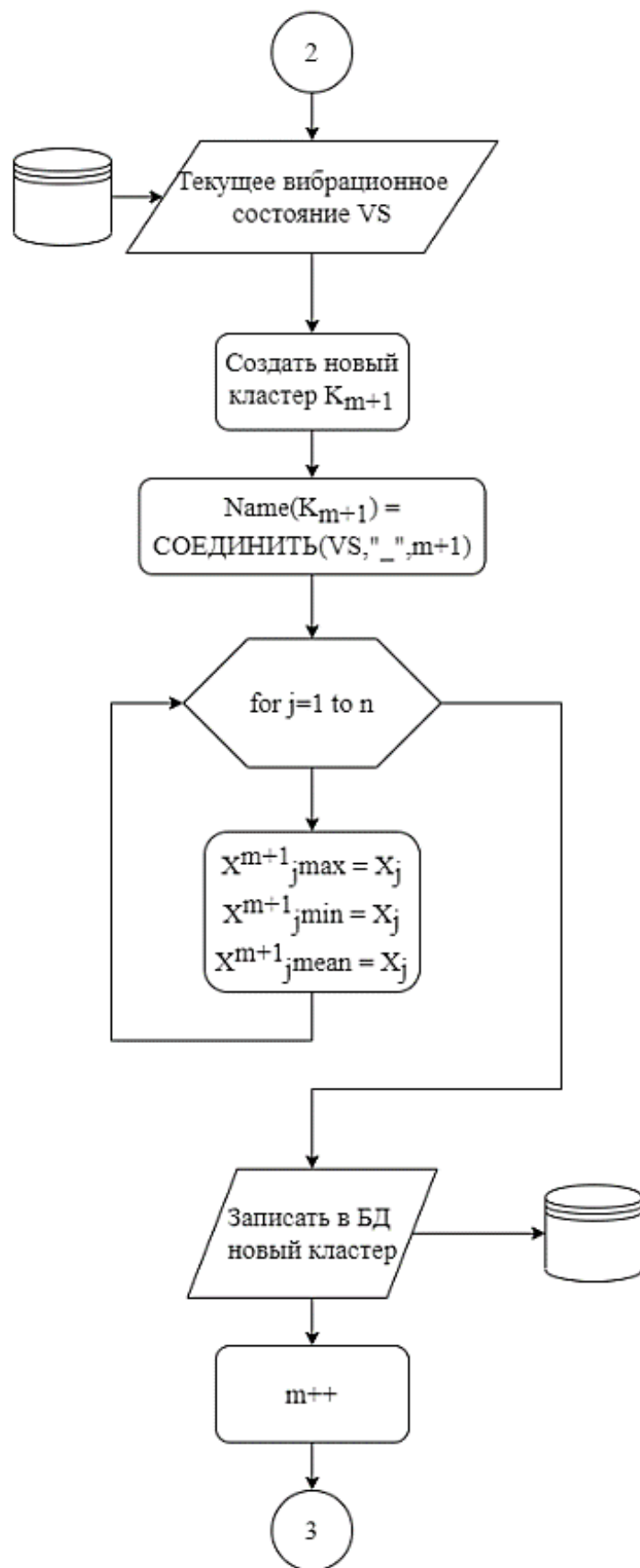


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма обработки входного кортежа (продолжение)

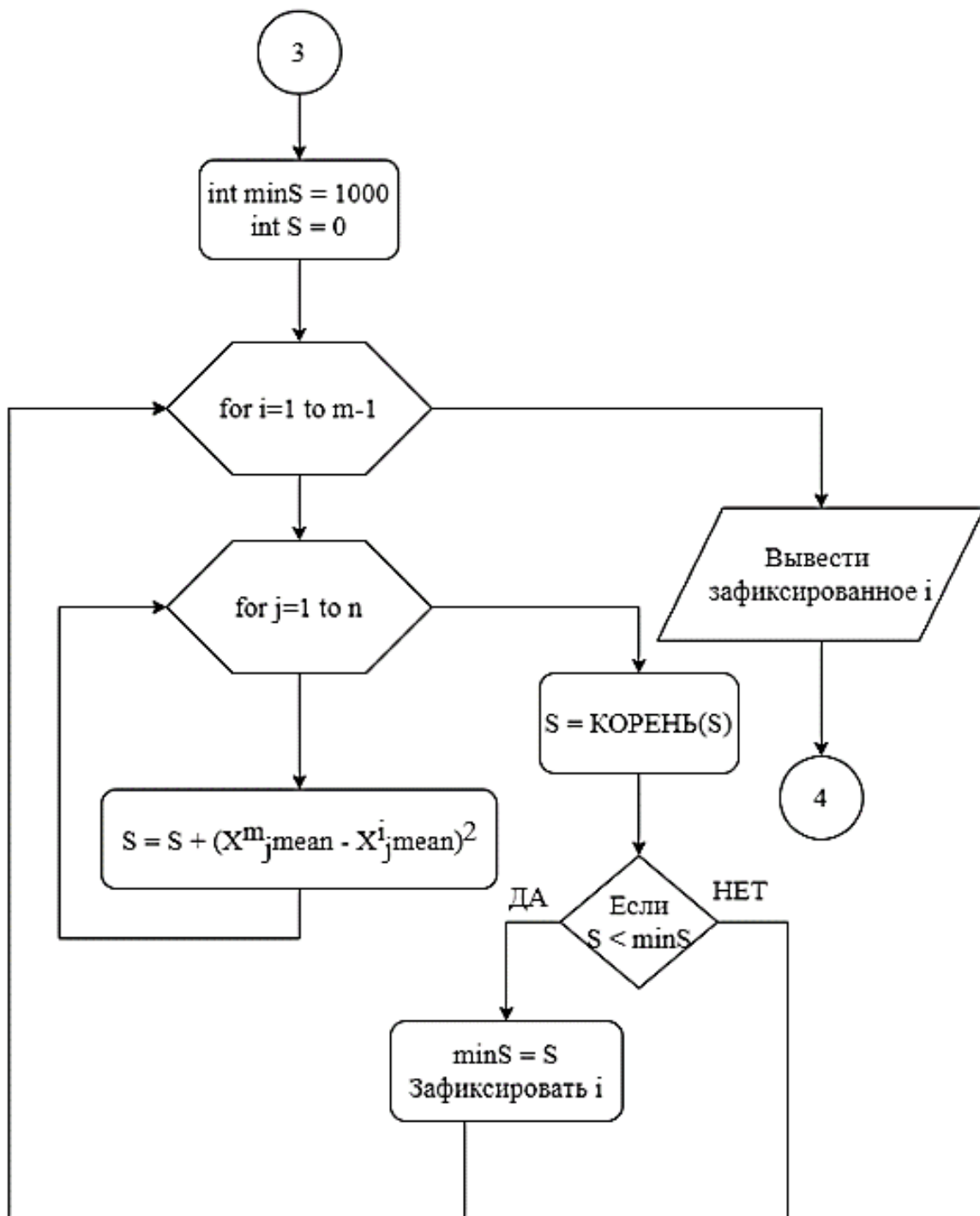


Рисунок 4. Блок-схема алгоритма обработки входного кортежа (продолжение)

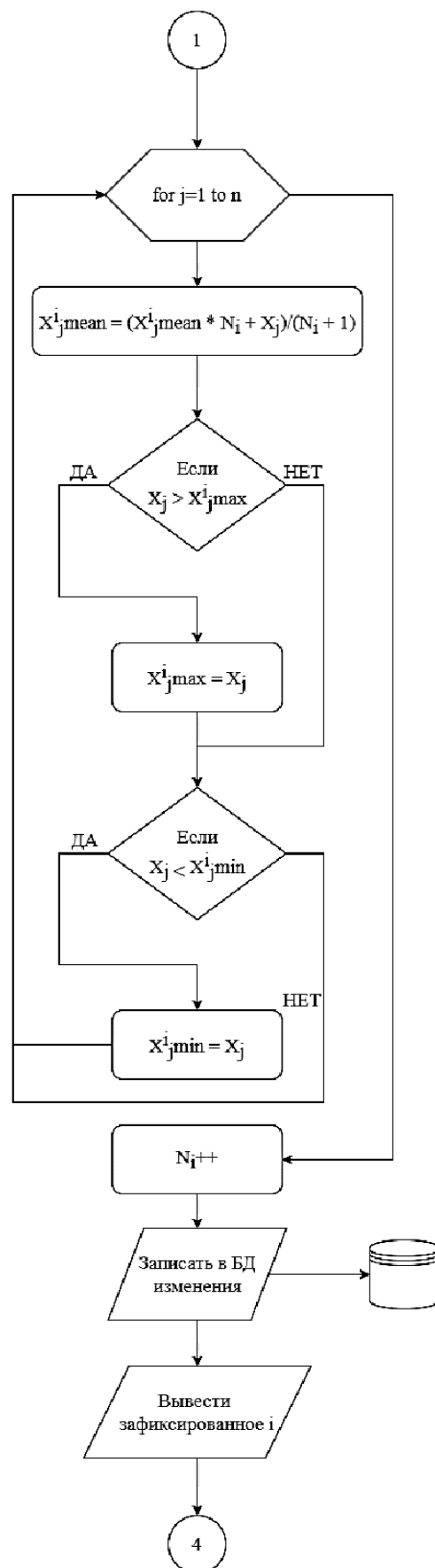


Рисунок 5. Блок-схема алгоритма обработки входного кортежа (окончание)

ВЫВОД

В данной работе были достигнуты следующие результаты:

1. Рассмотрены основные понятия и определения.
2. Введена и описана структура кластера в приложении к предметной области.
3. Сформулирован алгоритм анализа.
4. Описанный алгоритм был визуализирован при помощи блок-схемы.

В дальнейшем планируется реализовать данный алгоритм и протестировать его с помощью имитатора.

Список литературы:

- 1 Сайт, посвящённый строению ГЭС и авариям на них [Электронный ресурс]. URL: <http://fis.bobrodobro.ru/4027> (дата обращения: 06.06.2019).
- 2 Временные методические указания по мониторингу и контролю вибрационного состояния гидроагрегатов, оснащенных стационарными системами вибродиагностики. ПАО «РусГидро». 2016 г. 39 с.
- 3 Вибрационный контроль [Электронный ресурс]. URL: <http://vibropoint.ru/%D0%B2%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C/> (дата обращения: 20.01.2019).
- 4 Кластерный анализ [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кластерный_анализ (дата обращения: 20.01.2019).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ НА ГРАФАХ. ДВИЖЕНИЕ ПОТОКА ПО ПЕРЕГОНУ

Мучкаева Булгун Васильевна

*студент,
кафедра математической кибернетики и информационных технологий,
Московский технический университет связи и информатики,
РФ, г. Москва
E-mail: buga.muchkaeva@gmail.com*

MODELING FLOWS ON GRAPHS. DRIVING FLOW MOTION

Bulgun Muchkaeva

*student,
Department of Mathematics cybernetics and information technology,
Moscow Technical University of Communications and Informatics,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

На практике ограничения ресурсов влияют на микромоделирование, которые находятся вне задач управления оптимизацией. В настоящее время использование микромоделирования предполагает получение достоверных результатов и может быть использовано вместо экспериментальных исследований.

ABSTRACT

In practice, resource constraints affect micromodeling that are outside the scope of optimization management tasks. Currently, the use of micromodeling involves obtaining reliable results and can be used instead of experimental studies.

Ключевые слова: интенсивность транспортного потока; среднее время перегона; функция интенсивности транспортного потока.

Keywords: traffic flow intensity; average driving time; function of traffic intensity.

Благодаря остановкам на светофорах, транспортные средства формируются в группы. Очевидно, что у всех автотранспортных средств разная скорость и манера движения, что приводит к дезинтеграции групп – изменение временной зависимости интенсивности потока $q(t)$.

Необходимо найти скоррелированность интенсивности потока в конце и начале перегона. Для этого строится модель, благодаря которой предсказывается значение на выходе из перегона, с учетом значений интенсивности в начале перегона.

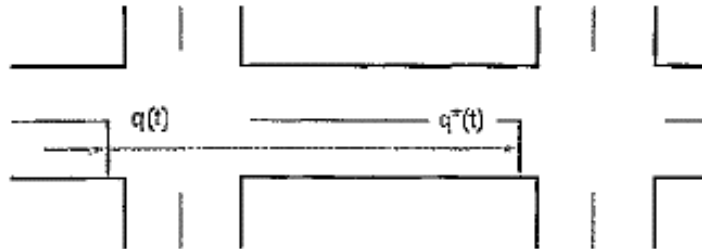


Рисунок 1. Взаимосвязь интенсивностей на выходе и входе перегона

Для получения достоверного прогноза рекомендуется учитывать следующие требования, которые характерны объекту: если происходит изменение масштаба, то модель не должна меняться; важно принимать во внимание временной фактор – данные, которые поступили позже обычного времени по сравнению с моментом, определяемым разницей между моментом наблюдения и средним временем перемещения до учитываемой точки, не должны иметь большое воздействие на итог.

Исследователь из Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии Д. Робертс провел ряд научных работ и вывел формулу разделения скученных автомобилей используя данные интенсивности транспортного потока, который отдаляется от перекрестка во время $t_i = i \cdot T / 50$ ($i = 1, \dots, 50$; T – длительность цикла).

$$q^*(t + t_{\omega}) = (1 - f)q^*(t + t_{\omega} - 1) + q(t)f \quad (1)$$

где: $t_{\text{пр}}$ – среднее время, которое затрачено на перемещение по перегону;

$q(t)$ – интенсивность транспортного потока при входе в перегон;

$q^*(t)$ – интенсивность транспортного потока на выходе из перегона;

f – сглаживающий коэффициент

Установлено опытным путем [1,2]

$$f = \frac{1}{1+0,5t_{\omega}} \quad (2)$$

Данный пример показывает трансформацию интенсивности транспортного потока с учетом нормативной временной зависимости на входе и выходе перегона. (для примера взяты показатели данных из г. Омска, ул. Герцена).

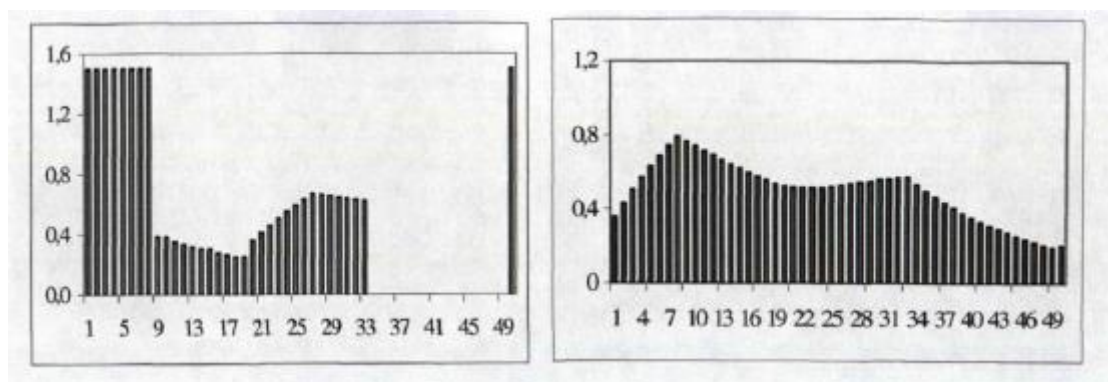


Рисунок 2. Нормативный вид интенсивности транспортного потока на входе и выходе перегона

Ниже приведена сокращенная версия функции интенсивности транспортного потока на любом отрезке дорожно–транспортной сети.

$$q^*(t) = L_4(q_1(t), T, t_{\omega},) \quad (3)$$

Список литературы:

1. Robertson D.I. The TRANSYT method of coordinating traffic signals., Traffic Eng. Contr., 1997, №2, pp.76-77.
2. Robertson D. Transyt method for area traffic control, Traffic Engn. Control, 1969, pp.6-13.

ЗАВИСИМОСТЬ ТОЧНОСТИ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ КАРТЫ КОХОНЕНА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА ОТ РАЗМЕРНОСТИ ЗАДАЧИ

Нехай Игорь Андреевич

*студент, факультет компьютерных систем и сетей,
Белорусский Государственный Университет
Информатики и Радиоэлектроники,
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: igorn1995@yandex.by*

DEPENDENCE OF KOHONEN SELF-ORGANIZING MAP ACCURACY OF SOLVING TRAVELLING SALESMAN PROBLEM ON PROBLEM DIMENSIONALITY

Ihar Niakhai

*student, faculty of computer systems and networks,
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Belarus, Minsk*

АННОТАЦИЯ

В статье исследуется влияние размерности исходной задачи на точность самоорганизующейся сети Кохонена при решении задачи коммивояжёра и даются оценки относительной точности для задач различных размерностей.

ABSTRACT

This article describes dependence of Kohonen SOM results of solving travelling salesman problem on problem dimensionality. Estimated accuracy of SOM for different TSP is provided.

Ключевые слова: задача коммивояжёра; сети Кохонена, самоорганизующиеся карты Кохонена.

Keywords: TSP; Kohonen; SOM.

Задача коммивояжёра заключается в поиске оптимального маршрута между заранее заданным числом городов, при котором каждый город посещается строго один раз. Эта задача является NP-полной, поэтому для получения точного решения требуются большие вычислительные мощности и временные затраты.

Из-за этого для решения обычно используются приближённые алгоритмы, дающие менее точные результаты, при этом работающие очень быстро. Одним из таких подходов решения задачи является использование сети Кохонена.

Задача коммивояжёра используется в различных отраслях, таких как планирование, логистика и производство интегральных схем. Как правило, в этих отраслях решаются задачи коммивояжёра относительно большой размерности (от нескольких тысяч до миллионов городов). Использование самоорганизующихся сетей Кохонена для решения задачи коммивояжёра подобных размерностей слабо изучено, потому что как правило исследования проводятся для задач небольшой размерности (не более 50-100 городов). Ввиду этого есть необходимость оценки относительной точности нейросети Кохонена при решении задач больших размерностей, с целью определения того, может ли данная сеть использоваться для решения прикладных задач.

Непосредственно для решения задачи используется одномерная самоорганизующаяся карта Кохонена, работа которой подчиняется алгоритму, описанному в 2007 году в работе [1, с. 2]. Для оценки зависимости точности сети Кохонена, работающей по указанному алгоритму, от размерности было выбрано 6 задач из бенчмарка TSPLIB. Для данных задач было проведено тестирование сети с оптимальными параметрами конфигурации. Результаты изображены на таблице 1.

Таблица 1.

Зависимость ошибки от размерности задачи

Страна	Число городов	Длина оптимального маршрута	Длина вычисленного маршрута	Полученная ошибка, в %
Джибути	38	6 656	6 659.43	0.05
Катар	194	9 352	9 540.145	2.01
Уругвай	734	79 114	85 138.29	7.61
Финляндия	10 639	520 527	634 669.51	21.9
Италия	16 682	557 315	691 113.12	24
Китай	71 009	~ 4 566 500	6 428 840	~ 41

На основании полученных данных построен график зависимости ошибки от числа городов. График изображён на рисунке 1.

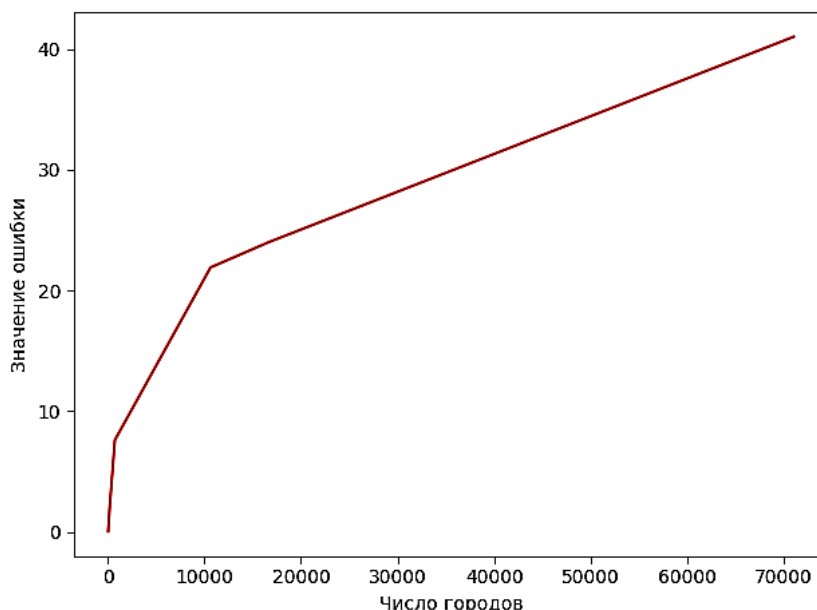


Рисунок 1. Зависимость ошибки от числа городов

На основании полученных результатов, а именно графика зависимости ошибки от числа городов исходной задачи, напоминающего график логарифма, сделан вывод, что точность самоорганизующейся карты Кохонена падает с ростом размерности задачи. Даже с учётом возможности улучшения полученного результата при помощи других алгоритмов, таких как n-opt, полученной точности недостаточно для решения прикладных задач больших размерностей с большой точностью. Тем не менее, в случае решения задач небольших размерностей, самоорганизующаяся карта Кохонена позволяет получить результаты, лишь незначительно отличающиеся от оптимальных, а при необходимости получения неоптимального (до 50%) значения решения задачи большой размерности, её использование также является обоснованным.

Список литературы:

1. Danijel Koržinek, Kohonen Self-Organizing Map for the Traveling Salesperson Problem: Polish-Japanese Academy of Information Technology, 2007. – 8 с.

АВТОРИЗАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ANGULAR ВЕБ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JWT-ТОКЕНА

Попов Владимир Сергеевич

*студент, кафедра информационных технологий и систем,
Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого,
РФ, г. Великий Новгород
E-mail: vladimir.popov2222@gmail.com*

Программирование веб приложений на данный момент имеет большой потенциал в своем развитии. Для этих целей разработано множество фреймворков: Vue, Angular, Ember, Backbone.js и т.д. Одним из популярных является Angular, который и будет использоваться. Основное предназначение данного фреймворка – проектирование одностраничных веб приложений.

Практически каждое приложение имеет форму для входа зарегистрированных пользователей. Когда пользователь вводит логин и пароль он рассчитывает получить возможность отправлять запросы на сервер без повторного ввода данных.

В данной статье я хочу рассмотреть механизмы аутентификации и авторизации клиентов посредством технологии JWT (JSON Web Token).

Для достижения этой цели дополнительно будет использоваться веб сервер, построенный на базе REST API, с внедренной технологией авторизации и аутентификации пользователей. Для аутентификации на сервер необходимо послать POST запрос по адресу “/authenticate”. Запрос должен иметь следующий вид (рис.1), где username и password содержат логин и пароль соответственно.

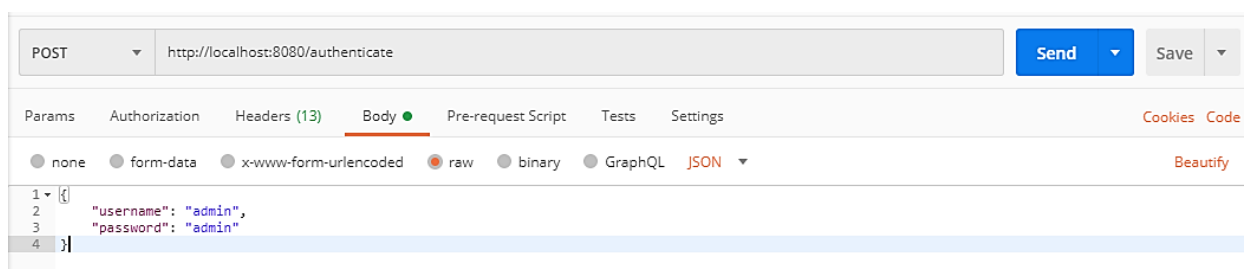


Рисунок 1. Запрос на аутентификацию

В ответ на данный запрос мы получаем token, который содержит наш JWT (рис. 2).



Рисунок 2. Ответ сервера

Теперь для любого запроса к серверу мы будем использовать этот токен, записав его в заголовок Authorization запроса и предварив строкой “Bearer” (рис. 3).

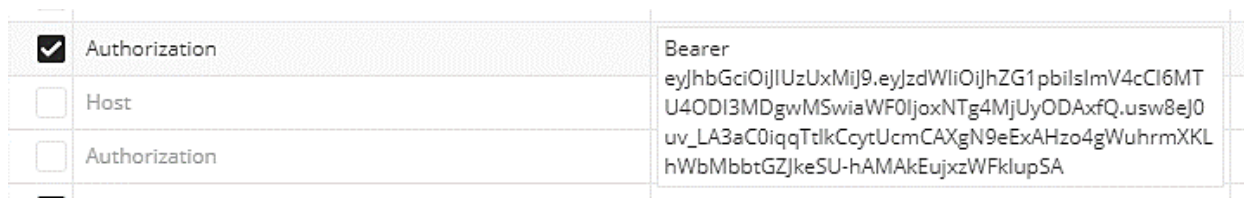


Рисунок 3. Заголовок с токеном

В случае отправки запроса без этого заголовка или с неверным токеном, получим ответ 401 Unauthorized.

Angular приложение состоит из компонентов — отдельных блоков пользовательского интерфейса. Для аутентификации пользователя будем использовать компонент login. Наш компонент состоит из двух основных файлов: login.component.html и login.component.ts. В первом (рис.4) содержится описание, на основе которого будет сгенерирован внешний вид приложения для пользователя.

```

<div style="text-align: center">
  <form>
    <mat-form-field appearance="fill" style="width: 300px; height: 50px">
      <mat-label>Username</mat-label>
      <input matInput style="..." #login>
    </mat-form-field>
    <br>
    <mat-form-field appearance="fill" style="width: 300px; height: 50px">
      <mat-label>Password</mat-label>
      <input matInput style="color: white" [type]="hide ? 'password' : 'text'" #password>
      <button mat-icon-button matSuffix (click)="hide = !hide" [attr.aria-label]='Hide password' [attr.aria-pressed]="hide">
        <mat-icon>{{hide ? 'visibility_off' : 'visibility'}}</mat-icon>
      </button>
    </mat-form-field>
    <br>
    <button mat-raised-button color="accent" style="width: 300px; height: 50px"
      (click)="loginSer(login, password)">Login</button>
  </form>
  <p style="visibility: {{check}}; color: red; padding: 0; margin: 0">Authorization Error</p>
  <p style="visibility: {{check1}}; color: green; padding: 0; margin: 0">You have been login as {{user}}</p>
</div>

```

Рисунок 4. Код login.component.html

В теге form содержится форма для ввода логина и пароля. По нажатию кнопки Login данные из формы передаются в функцию-обработчик. Ее мы можем увидеть в login.component.ts (рис. 5)

```

export class LoginComponent implements OnInit {
  hide = true;
  check: string;
  user: string;
  check1: string;
  constructor(private cookieService: CookieService,
    private loginService: LoginService) {
    this.check = 'hidden';
    this.check1 = 'hidden';
  }
  ngOnInit(): void {
  }
  loginSer(login: HTMLInputElement, password: HTMLInputElement): boolean {
    {
      this.loginService.getToken(login.value, password.value)
        .subscribe( next: (token: Token) => {this.cookieService.set( name: 'angular-auth', token.token); this.check = 'hidden';
        this.cookieService.set( name: 'angular-auth-user', login.value);
        this.user = login.value; this.check1 = 'visible'; },
        error: () => {this.check = 'visible'; this.check1 = 'hidden'; });
      return false;
    }
  }
}

```

Рисунок 5. Код login.component.ts

Здесь запрос формируется в сервисе login.service.ts, который внедрён в наш компонент с помощью механизма внедрения зависимостей. Кроме того,

посредством того же механизма доступен для использования `cookieService`. Этот сервис позволяет сохранить полученный токен в куки браузера.

Как можно заметить, ответ от сервера представляется посредством интерфейса `Token`, который содержит всего одно поле `token` для значения JWT (рис. 6). Это значение записываем в куки с именем `angular-auth`.

```
export interface Token {  
  token: string;  
}
```

Рисунок 6. Код `token.ts`

Формирование самого запроса представляет собой запись в его тело логина и пароля (рис. 7).

```
export class LoginService {  
  
  conUrl = 'http://localhost:8080/authenticate';  
  constructor(private http: HttpClient) { }  
  getToken(login: string, password: string) {  
    return this.http.post<Token>(this.conUrl, body: {username: login, password}).pipe();  
  }  
}
```

Рисунок 7. Код `login.component.ts`

Теперь, когда JWT получен и записан, можно использовать его для отправки запросов на сервер. Для того, чтобы при каждом запросе не повторять код записи токена в заголовок, будем перехватывать запросы к серверу и добавлять JWT, используя `HttpInterceptor` (рис. 8).

```

@Injectable()
export class ApiInterceptor implements HttpInterceptor {

  token: string;
  constructor(private cookieService: CookieService) {}

  intercept(req: HttpRequest<any>, next: HttpHandler): Observable<HttpEvent<any>> {
    if (req.url.includes('http://localhost:8080/')) {
      this.token = 'Bearer ' + this.cookieService.get('angular-auth');
      console.log(this.token);
      const paramReq = req.clone( {update: {
        headers: new HttpHeaders( {headers: {Authorization: this.token}})
      }});
      return next.handle(paramReq).pipe(
        tap( next: (error: HttpResponse<any>) => {
          if (error.status === 401)
          {
            this.cookieService.delete( name: 'angular-auth');
            this.cookieService.delete( name: 'angular-auth-user');
          }
        })
      );
    }
    else {
      return next.handle(req);
    }
  }
}

```

Рисунок 8. Код api.interceptor.ts

В данном случае, к токenu, полученному из куков добавляется “Bearer “ и полученная строка записывается в заголовок Authorization запроса. В случае, если получен ответ со статусом 401 Unauthorized, куки удаляются, поскольку можно считать, что JWT устарел и сессия с пользователем завершена.

Выводы:

Для аутентификации пользователя Angular приложения необходим компонент отвечающий за отправку запросов на аутентификацию, получения JWT и организацию его хранения. Использование токена позволит избежать многократной отправки данных пользователя на сервер: логина и пароля. Благодаря перехвату запросов с помощью HttpInterceptor можно добавить заголовок авторизации к запросу. Это, в свою очередь, позволит избежать лишнего копирования кода и повысит способность приложения к масштабированию: добавление новых запросов к тому же серверу не будет требовать повторной реализации механизма авторизации.

Список литературы:

1. N. Murray, F. Coury, A. Lerner, C. Taborda. ng-book The Complete Guide to Angular [Электронный ресурс] // Github. URL: <https://github.com/Edwx/ng-book-8/blob/master/ng-book2-book-angular-8-r74.pdf> (дата обращения: 25.04.2020).
2. Angular Docs [электронный ресурс] / Super-powered by Google. URL: <https://angular.io/docs> (дата обращения: 25.04.2020).
3. NGX Cookie Service [электронный ресурс] // Github. URL: <https://github.com/stevermeister/ngx-cookie-service> (дата обращения: 25.04.2020).
4. JSON Web Token [электронный ресурс] URL: <https://jwt.io> (дата обращения: 25.04.2020).

ВИРТУАЛИЗАЦИЯ И ВИРТУАЛЬНЫЕ МАШИНЫ

Ткаченко Семен Викторович

*магистрант,
факультет «информационные технологии управления»,
Ростовский государственный университет путей сообщения,
РФ, г. Ростов-на-Дону
E-mail: 12sincara12@gmail.com*

VIRTUALIZATION AND VIRTUAL MACHINES

Semyon Tkachenko

*master's degree, faculty of management information technologies,
Rostov state University of railway transport,
Russia, Rostov-on-don*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена концепция виртуализации, история возникновения, ее типы, такие как платформа виртуализации, виртуализация ресурсов.

Также рассматривается перспектива виртуализации, ее возможности в будущем.

ABSTRACT

The concept of virtualization, its history, and its types, such as the virtualization platform, and resource virtualization, are considered.

We also consider the prospect of virtualization and its possibilities in the future.

Ключевые слова: виртуализация, Virtual PC, VMware, псевдомашина.

Keywords: virtualization, Virtual PC, VMware, pseudo-machine.

Информационные технологии привнесли много полезного и интересного в жизнь современного общества. Каждый день изобретательные и талантливые люди предлагают новые приложения для компьютеров в качестве эффективных инструментов для производства, развлечений и сотрудничества. Многочисленные программные и аппаратные, технологические и сервисные инструменты позволяют нам улучшать удобство и быстроту работы с информацией на ежедневной основе.

Становится все труднее и труднее изолировать технологии, которые действительно полезны, и использовать их как можно больше. В этой статье тема будет сосредоточена на другой невероятно перспективной и по-настоящему эффективной технологии, которая быстро проникает в компьютерный мир - технологии виртуализации.

В более широком смысле концепция виртуализации — это сокрытие фактической реализации процесса или объекта его фактического представления пользователю. Продукт виртуализации — это то, что легко использовать, но на самом деле имеет более сложную или совершенно другую структуру, чем та, которая воспринимается при работе с объектом. Иными словами, представление отделено от реализации чего-либо. В ИТ-технологиях термин "виртуализация" обычно относится к абстракции ИТ-ресурсов и предоставлению пользователю системы, содержащей кэш его собственной реализации. Простыми словами, пользователь работает с практическим представлением объекта, и не имеет значения, как объект устроен в реальности.

Термин "виртуализация" в компьютерных технологиях возник в шестидесятых годах прошлого века с термином "виртуальная машина", что означает продукт виртуализации программно-аппаратной платформы. В то время виртуализация была скорее интересным техническим открытием, чем перспективной технологией. Разработка в области виртуализации в 60-х и 70-х годах проводилась только IBM. С введением экспериментальной системы разбиения на страницы на компьютере IBM m44 / 44x впервые был использован термин "виртуальная машина", заменив более ранний термин "псевдомашина". Затем в мэйнфреймах IBM System 360/370 series можно использовать виртуальные машины для хранения более ранних версий операционных систем. До конца 90-х никто, кроме IBM, никогда не осмеливался серьезно относиться к этой оригинальной технологии. Однако в годы, когда виртуализация уже не продвинулась далеко, перспективы подхода к виртуализации стали очевидными: с увеличением материальной емкости как персональных компьютеров, так и серверных решений в ближайшее время можно будет использовать несколько виртуальных машин на одной и той же физической платформе.

В 1997 году Microsoft выпустила первую версию Virtual PC для платформы Macintosh, а в 1998 году VMware запатентовала свои методы виртуализации. Connectix впоследствии был приобретен Microsoft и VMware EMC, и обе компании в настоящее время являются двумя крупнейшими потенциальными конкурентами на рынке технологий виртуализации в будущем. Потенциал потому что VMware теперь является бесспорным лидером на этом рынке, но у Microsoft, как всегда, есть козырь в рукаве.

С момента их введения термины "виртуализация" и "виртуальная машина" имеют много разных значений и используются в разных контекстах.

Типы виртуализации

Понятие виртуализации можно разделить на две принципиально разные категории:

- Платформа виртуализации (продуктом такого рода виртуализации являются виртуальные машины-некоторые программные абстракции, выполняемые на платформе реальных аппаратных и программных систем);
- Виртуализация ресурсов (этот вид виртуализации направлена на то, чтобы объединить внешний вид материальных ресурсов для пользователя или для упрощения и получения абстракций, что залы пользователем материала, имен, сетей и т. д. определяются).

Виртуализация платформы

Виртуализация платформы — это разработка программных систем, основанных на аппаратном обеспечении и существующих программных системах, которые зависят от вас или не зависят от вас. Система, которая предоставляет аппаратные и программные ресурсы, называется хост-системой, а системы, которые она имитирует, называются гостевыми системами. Для стабильной работы загруженных систем на платформе хост-системы программное обеспечение и аппаратное обеспечение хоста должны быть достаточно надежными и предоставлять интерфейсы, необходимые для доступа к его ресурсам. Существует несколько видов виртуализации платформ, каждая из которых имеет свой собственный подход к понятию "виртуализация". Типы

виртуализации платформ зависят от того, как выполняется физическое моделирование.

Виртуальные Ресурсы

При описании виртуализации платформ мы тесно разработали концепцию виртуализации и применили ее, прежде всего, к процессу виртуальных машин. Однако, рассматривая виртуализацию в более широком смысле, мы можем перейти к концепции виртуализации ресурсов, которая делает подходы к созданию виртуальных систем общими. Виртуализация ресурсов позволяет концентрировать, абстрагировать и упрощать группы ресурсов, такие как сети, магазины данных и пространства имен.

Будущее виртуализации

2020 год стал ключевым годом для технологий виртуализации: на этот рынок вышли многие новые игроки, многочисленные версии платформ виртуализации и инструментов управления, а также значительное количество партнерских соглашений и альянсов говорят о том, что технология будет очень и очень популярной в будущем. Рынок инструментов виртуализации находится на заключительном этапе его обучения. Многие производители оборудования объявили о поддержке технологий виртуализации, что является надежной гарантией успеха любой новой технологии. Виртуализация приближается к людям: упрощаются интерфейсы для использования виртуальных машин, составляются соглашения об использовании различных инструментов и методов, которые еще официально не установлены, а упрощается миграция с одной виртуальной платформы на другую. Конечно, виртуализация займет место в списке технологий и инструментов, необходимых для развития ИТ-инфраструктуры предприятий. Регулярные пользователи также найдут свое использование для виртуальных машин. По мере увеличения производительности офисных платформ несколько пользовательских сред на одной машине могут поддерживаться и переключаться друг с другом.

Производители оборудования также не останутся: в дополнение к существующим аппаратным методам, скоро появятся аппаратные системы,

которые изначально поддерживают виртуализацию и предоставляют удобные интерфейсы для программного обеспечения, которое находится в разработке. Это позволяет быстро разрабатывать надежные и эффективные платформы виртуализации. Возможно, что любая установленная операционная система будет виртуализирована мгновенно, а специальное программное обеспечение низкого уровня, поддерживающее аппаратные функции, будет переключаться между работающими операционными системами без ущерба для производительности.

Идея технологий виртуализации открывает широкий спектр возможностей для их использования. В конце концов, все делается для удобства пользователя и упрощает использование знакомых вещей. И есть ли смысл экономить деньги. Время покажет это.

Список литературы:

1. Батузов К., Меркулов А. Оптимизация динамической двоичной трансляции. Труды Института системного программирования РАН, том 20, с. 37-50, 2011.
2. Довгало П. Детерминированное воспроизведение процесса выполнения программ в виртуальной машине. Труды Института системного программирования РАН, том 21, с. 123-132, 2011.
3. Силаков Д.В. Использование аппаратной виртуализации в контексте информационной безопасности. Труды Института системного программирования РАН, том 20, с. 25-36, 2011.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТИ РЕЦИДИВА ТУБЕРКУЛЕЗА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Хусаинова Олеся Тагировна

магистрант,

*Инженерная школа информационных технологий и робототехники,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*

РФ, г. Томск

E-mail: oth1@tpu.ru

Аксёнов Сергей Владимирович

*канд. техн. наук, доцент Отделения информационных технологий,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*

РФ, г. Томск

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM DESIGNED FOR CALCULATING A TUBERCULOSIS RECURRENCE PROBABILITY BASED ON MACHINE LEARNING

Olessya Khussainova

*master student, School of Computer Science & Robotics,
National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk*

Sergey Axyonov

*candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor of Division for Information Technology,
National Research Tomsk Polytechnic University,
Russia, Tomsk*

АННОТАЦИЯ

Целью настоящего исследования являлось изучение и категоризация признаков вероятности возникновения рецидива туберкулеза. С помощью машинного обучения были проанализированы 346 случаев заболевания туберкулезом, включая 25 случаев рецидива, а также выделены наиболее важные туберкулезные признаки. В результате была создана информационная система, позволяющая рассчитать вероятность рецидива туберкулеза на основе рассмотренных признаков. Наибольший вес в возникновении рецидива имеют наличие ВИЧ, количество предыдущих курсов лечения, продолжительность и давность заболевания туберкулезом.

ABSTRACT

In the current research, we studied and categorized the symptoms of a tuberculosis recurrence probability. We used machine learning to analyze 346 cases of tuberculosis, including 25 cases of recurrence, thus identified the most important tuberculosis symptoms. As a result, we created an information system for calculating a probability of the tuberculosis recurrence based on the considered symptoms. The greatest impact of tuberculosis recurrence is the presence of HIV, the number of previous courses of treatment, the duration of TB tuberculosis

Ключевые слова: вероятность рецидива туберкулеза; признаки рецидива туберкулеза; машинное обучение; градиентный бустинг; XGBoost; Shap.

Keywords: tuberculosis recurrence probability; tuberculosis recurrence symptoms; machine learning; gradient boosting; XGBoost; Shap.

Введение

Туберкулез сопровождает человечество в течение нескольких тысяч лет, становясь причиной значительного числа смертей от поколения к поколению. Однако данные о результатах динамического наблюдения за отдаленными последствиями рецидивов туберкулеза органов дыхания в современных публикациях единичны, что приводит к сложностям в выделении характерных признаков, по которым возможно рассчитать вероятность возникновения рецидива туберкулеза. Таким образом, целью настоящего исследования является разработка приложения, позволяющего рассчитать вероятность рецидива туберкулеза согласно исследуемым признакам.

Обзор литературы

Для эффективного лечения туберкулеза необходимо учитывать как социальные, так и медицинские сопутствующие факторы [1, с. 144]. Наиболее значимыми факторами для развития рецидива заболевания в мире считаются: неполноценная противотуберкулезная терапия, лекарственная устойчивость и длительно сохраняющаяся кавитация легочной паренхимы. Роль других

факторов – социальные условия, сопутствующие заболевания и комбинация противотуберкулезных средств, используемых для лечения больных, – остается спорной [3, с. 30].

Группа исследователей под руководством Холявкина А.А. выделила следующие наиболее частые причины возникновения рецидива туберкулеза: сопутствующие заболевания – 54,4%, плохие материально-бытовые условия жизни – 41,8%, злоупотребление алкоголем и хронический алкоголизм – 32,1%, недостатки в проведении основного курса химиотерапии и курсов противорецидивного лечения – 20,5%, пребывание в исправительно-трудовых учреждениях – 18,1%, большие остаточные изменения после перенесенного туберкулеза легких – 16,5%, наличие контакта с туберкулезными больными людьми или животными – 15,3% [2, с. 68].

Материалы и методы исследования

Для исследования вероятности возникновения туберкулеза ОГАУЗ «Томский Фтизиопульмонологический Медицинский Центр» предоставил набор данных, включающий в себя 346 случаев заболевания туберкулезом (включая 25 случаев рецидива) по 154 параметрам.

Классификация вероятности рецидива туберкулеза, а также ранжирование признаков туберкулеза осуществлялись с помощью машинного обучения, а именно с использованием градиентного бустинга.

Результаты

В ходе исследования был реализован ансамбль моделей градиентного бустинга с использованием библиотеки XGBoost. Набор данных был разделен на две выборки – обучаемую и тестовую (30% от данных). В результате обучения и тестирования данная модель показала достаточно высокую точность предсказания вероятности рецидива туберкулеза (Рисунок 1).

```
FIRST XGB MODEL >>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>> CONFUSION MATRIX: TEST SET#1  
[[92  1]  
 [ 6  5]]
```

Рисунок 1. Матрица ошибок ансамбля XGBoost

Одной из проблем поставленной задачи являлась избыточность признаков рецидива туберкулеза, поэтому также требовалась их правильное категорирование в зависимости от веса в расчете вероятности. Таким образом, разработанная модель выделила 10 самых важных признаков (Рисунок 2).

1	Наличие ВИЧ	0.169288
2	Количество предыдущих курсов лечения	0.158567
3	Продолжительность заболевания	0.075277
4	Давность заболевания	0.065219
5	Клиническая форма	0.052489
6	Методика курса лечения	0.045296
7	Хронический процесс	0.041691
8	Количество работающих препаратов в схеме лечения	0.034005
9	Наличие гепатита	0.033299
10	Давность обнаружения лекарственной устойчивости.	0.030113

**Рисунок 2. Основные признаки
для расчета вероятности рецидива туберкулеза**

Функциональность приложения представлена формой для ввода значения признаков (Рисунок 3). Поля данной формы разделены на вкладки согласно категориям признаков. Первая вкладка содержит поля, сформированные посредством машинного обучения, которые необходимы для корректного расчета вероятности рецидива.

**Рисунок 3. Интерфейс приложения
по расчету вероятности рецидивов туберкулеза**

В качестве результата расчета отображается виджет Shar, разработанный для визуализации вывода результатов машинного обучения (Рисунок 4). Данный виджет позволяет не только визуализировать результат вероятности (синяя шкала – низкая вероятность, красная – высокая), но и указать по каким именно параметрам были сделаны такие выводы.

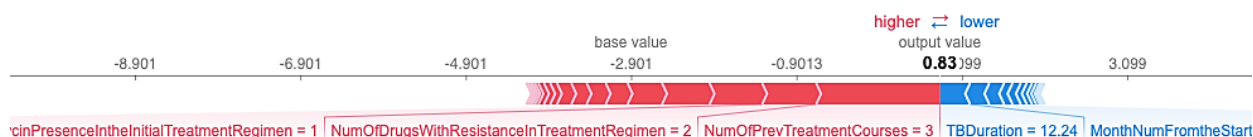


Рисунок 4. Результат расчета вероятности рецидива туберкулеза

Заключение

Причины развития рецидивов туберкулеза, их предупреждение, своевременное выявление и лечение остается весьма актуальной проблемой и требует систематического углубленного изучения. Однако избыточное количество признаков туберкулеза, а также относительно малое количество данных о повторных заболеваниях туберкулезом осложняют изучение и прогнозирование данной проблемы. Все эти факторы подтверждают актуальность настоящего исследования.

В ходе работы были изучены и категорированы признаки туберкулеза. При реализации приложения было использовано машинное обучение, в частности ансамбль моделей градиентный бустинг. Разработанная модель показала высокую точность предсказания вероятности рецидивов.

Список литературы:

1. Серегина В.А., Будрицкий А.М., Гапанович С.Е., Кучко И.В., Романовский Р.В., Правада Н.С., Загорец Т.М. Эпидемиологическая и клиническая характеристика рецидивов туберкулеза органов дыхания в Витебской области // Вестник ВГМУ. — 2010. — №4. [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/epidemiologicheskaya-i-klinicheskaya-harakteristika-retsdivov-tuberkuleza-organov-dyhaniya-v-vitebskoy-oblasti> (дата обращения 24.04.2020).

2. Холявкин А.А. Клиническая характеристика и исходы рецидивов туберкулеза легких // Проблемы здоровья и экологии. — 2006. — №2 (8). [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskaya-harakteristika-i-ishody-retsdivov-tuberkuleza-legkih> (дата обращения 24.04.2020).
3. Pasipanodya J.G. A meta-analysis of self-administered vs. directly observed therapy effect on microbiologic failure, relapse, and acquired drug resistance in tuberculosis patients // Clinical Infectious Diseases. — 2013. — Vol. 57, №1. — P. 21–31.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Хусаинова Олеся Тагировна

магистрант,

*Инженерная школа информационных технологий и робототехники,
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,*

РФ, г. Томск

E-mail: oth1@tpu.ru

Аксёнов Сергей Владимирович

канд. техн. наук, доцент Отделения информационных технологий

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

РФ, г. Томск

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM DESIGNED FOR CALCULATING LEUKOCYTE INDICES AND VISUALIZATION OF THE OBTAINED RESULTS

Olessya Khussainova

master student, School of Computer Science & Robotics,

National Research Tomsk Polytechnic University,

Russia, Tomsk

Sergey Axyonov

*candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of Division for Information
Technology,*

National Research Tomsk Polytechnic University,

Russia, Tomsk

АННОТАЦИЯ

Целью настоящего исследования являлось создание приложения для расчета лейкоцитарных индексов и дальнейшая визуализация полученных результатов. Были использованы результаты общего анализа крови, выделенные гематологическим анализатором класса 5-диф, по которым были рассчитаны восемь лейкоцитарных индексов. Таким образом, было реализовано приложение для визуализации полученных индексов в виде диаграмм с акцентированием на степень отклонения результатов от нормы.

ABSTRACT

In the current research, we created an application for calculating leukocyte indices and further visualizing the results. We used the results of a general blood test, isolated by a 5-differential class hematology analyzer, to calculate eight leukocyte indices. Thus, we developed the application for visualizing the indices in the form of diagrams with an emphasis on an aberration degree.

Ключевые слова: лейкоцитарные индексы; визуализация данных; amCharts.

Keywords: leukocyte indices; data visualization; amCharts.

Введение

Одним из основных критериев оценки степени гнойно-воспалительного процесса является показатель количества лейкоцитов в крови. Наличие лейкоцитоза является не только показанием для госпитализации больных, но и критерием назначения антибиотиков. Но при этом лейкоцитоз может проявиться не только при гнойно-воспалительном процессе, но и после физической нагрузки, при кровотечениях, стрессовых эмоциональных реакциях, травмах, приступах пароксизмальной тахикардии, лейкозах и других заболеваниях [1, с. 49]. Данные сложности в точном определении наличия и степени воспаления обуславливают актуальность данной работы. Целью статьи является создание приложения, позволяющего рассчитать лейкоцитарные индексы и визуализировать полученные результаты.

Обзор литературы

Сегодня пациенты все чаще получают результаты своих анализов не только у лечащих врачей, но и на медицинских онлайн-порталах, созданных специально для пациентов. Однако, сложность передачи пациентам такой узко специализированной информации заключается в том, что для пациента результат анализа является лишь набором числовых показателей.

Группа исследователей под руководством Сары Т. Холи пришли к выводу, что графическое представление медицинской информации позволяет пациентам

понимать ее лучше, чем если бы она была представлена в виде чисел [2, с. 454]. Также было установлено, что пациенты могут испытывать беспокойство и стресс при попытке интерпретировать медицинскую терминологию, и они хотели бы, чтобы результаты анализов включали больше контекста для лучшего понимания их текущего состояния здоровья [3, с. 3866]. Джеймс Милевски и Гектор Парра [4, с. 2381] предположили, что визуальное представление данных о состоянии здоровья может помочь пациентам понимать значение их результатов анализов и подтолкнуть их к более ответственному отношению к собственному здоровью.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы результаты общего анализа крови, выделенные гематологическим анализатором класса 5-диф. На основе полученных результатов был реализован подсчет восьми лейкоцитарных формул: лейкоцитарный индекс интоксикации Я.Я. Кальф-Калифа, ядерный индекс степени эндотоксикоза, ядерный индекс сдвига, индекс аллергизации, индекс иммунореактивности, индекс соотношения нейтрофилов и моноцитов, индекс соотношения лимфоцитов и моноцитов, индекс соотношения лимфоцитов и эозинофилов. Полученные результаты были визуализированы в виде диаграмм.

Результаты

В ходе исследования было реализовано приложение для расчета и визуализации результатов лейкоцитарных индексов. Функциональность приложения представлена страницей, которая содержит две основные вкладки: вкладку с данными результатов общего анализа крови и вкладку с диаграммами лейкоцитарных индексов (Рисунок 1).

Визуализация лейкоцитарных индексов представлена столбиковыми диаграммами, реализованными библиотекой amCharts. В зависимости от отношения результата к норме для каждого конкретного индекса столбцы выделены цветом, соответствующим степени отклонения от нормы.

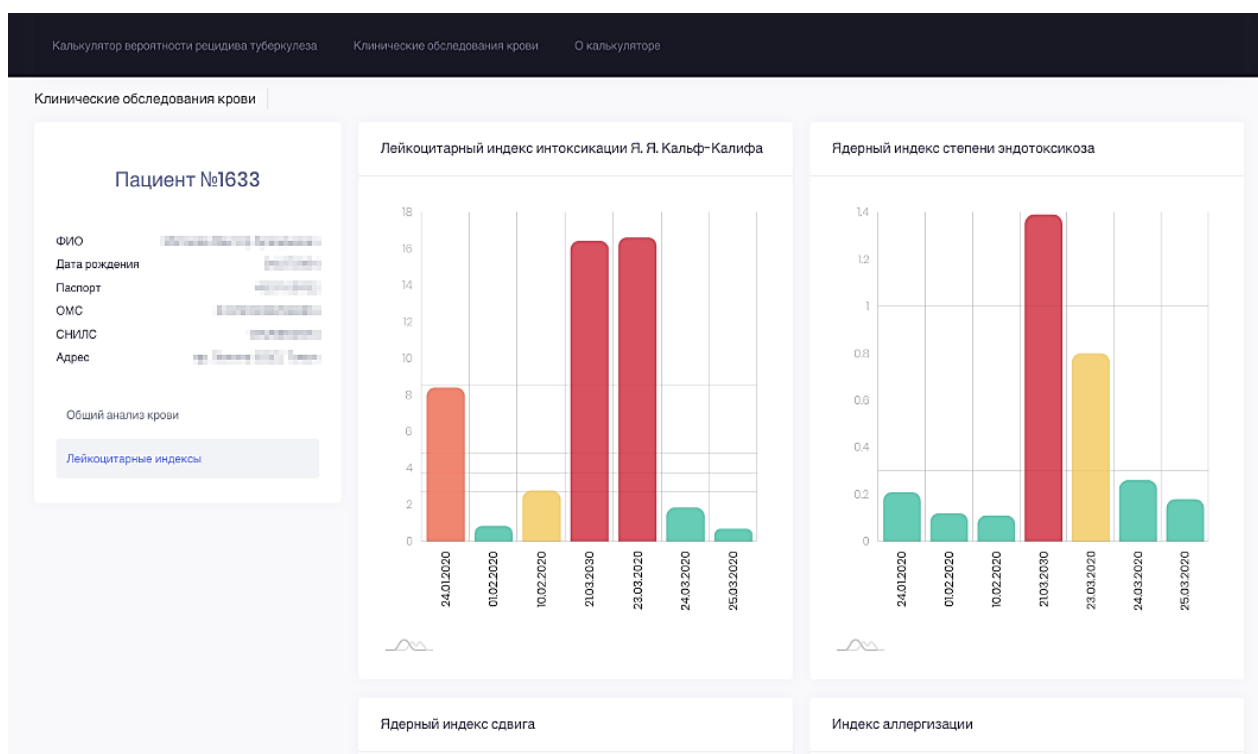


Рисунок 1. Визуализация результатов лейкоцитарных индексов

Заключение

Оценка клинической ситуации при хирургических гнойных заболеваниях и инфекционных осложнениях ран должна быть комплексной. Необходимо учитывать общее состояние больных, местные изменения, а в оценке показателей общего анализа крови ориентироваться не только на лейкоцитоз, но и на соотношение клеток лейкоцитарной формулы, отражающих воспалительные процессы. Предлагаемый лейкоцитарный индекс воспаления позволяет более точно определять степень воспаления при гнойном процессе и определять показания для назначения антибиотиков.

В ходе работы было разработано приложение, которое позволяет рассчитать основные лейкоцитарные индексы и визуализировать результаты подсчета в виде диаграмм.

Список литературы:

1. Федорова О.И. Реакции периферической крови у больных пожилого возраста при некоторых распространенных заболеваниях // Клиническая медицина. — 2008. — №2. — С. 48–50.

2. Hawley S.T., Zikmund-Fisher B., Ubel P., Jancovic A., Lucas T., Angela Fagerlin A. The impact of the format of graphical presentation on health-related knowledge and treatment choices // Patient education and counseling. — 2008. — 73. — 3. — P. 448–455.
3. Latulipe C., Gatto A., Nguyen H.T., Miller D.P., Quandt S.A., Bertoni A.G., Smith A., Arcury T.A. Design Considerations for Patient Portal Adoption by Low-Income, Older Adults // Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems. — 2015. — P. 3859–3868.
4. Milewski J., Parra H. Gathering requirements for a personal health management system // CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. — 2011. — P. 2377–2382.

СЕКЦИЯ
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»

**ДВИЖЕНИЕ WORLDSKILLS INTERNATIONAL КАК СИСТЕМА
УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ**

Косогина Ирина Максимовна
студент, кафедра технология машиностроения,
Тюменский индустриальный университет,
РФ, г. Тюмень
E-mail: i.kosogina@yandex.ru

**WORLDSKILLS INTERNATIONAL AS A SYSTEM FOR IMPROVING
THE PROCESS OF TRAINING SPECIALISTS**

Irina Kosogina
student, Department of mechanical engineering technology,
Industrial University of Tyumen,
Russia, Tyumen

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы повышения подготовки инженерных кадров за счет внедрения компетентностного подхода в теорию и практику, взаимодействия образовательных учреждений с предприятиями в рамках движения WorldSkills International.

ABSTRACT

The article deals with the issues of improving the training of engineering personnel by introducing a competence-based approach to theory and practice, as well as interaction between educational institutions and enterprises within the WorldSkills International movement.

Ключевые слова: инженерное образование, высшее учебное заведение, WorldSkills International.

Keywords: engineering education, university, WorldSkills International.

В настоящий момент определяющее положение лидера занимают страны, способные создавать прорывные технологии. Основой для технологической и экономической независимости государства является использование собственных инновационных технологий и современного оборудования. Российские промышленные предприятия инвестируют значительные средства в модернизацию производства и НИОКР. Однако ситуация может усложняться достаточно низким уровнем квалификации инженеров.

Таким образом, качественная подготовка инженерных кадров становится одним из ключевых факторов, который способен обеспечивать конкурентоспособность страны на современном этапе экономического развития. Необходимо добиться, чтобы система технического образования в полном объеме отвечала запросам экономики и общества, способствовала техническому переоснащению промышленной отрасли и существенному росту производительности труда.

Кроме того, есть и объективный запрос на перемены в системе подготовки инженерных кадров. Меняется не только технологический, но и весь уклад жизни, меняются представления об инженерной деятельности, растут требования к этой профессии. Поэтому образование следует рассматривать с точки зрения подсистемы организованной социализации современного общества, обеспечивающей получение человеком систематизированных знаний, умений и навыков с целью их последующего эффективного использования в своей профессиональной деятельности.

Главной задачей развития современной экономики является организация взаимодействия образовательных учреждений с предприятиями. Кроме того, для привлечения молодых специалистов компании часто привлекают вузы к исследованиям, обусловленным рамками госпрограмм или НИОКР.

Вузы как центры сетевого взаимодействия, являются открытыми системами, акцентирующими внимание на развитии внутренней интеграции, способствующей повышению качества образования и уровня подготовки выпускников.

С целью совершенствования учебного процесса и повышения конкурентоспособности выпускников необходимо брать во внимание профессиональные

стандарты, определяющие требования к работникам. Профессиональные стандарты содержат характеристику квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции.

Сегодня общество нацелено на развитие личности и его самостоятельность. Это направление определяет внедрение компетентного подхода в теорию и практику вузовского образования. Таким образом, осуществляется поэтапное развитие системы высшего образования. На первом этапе необходимо сформировать у субъектов образовательного процесса потребность в творчестве, готовность к нововведениям, а затем обеспечить внедрение инновационных образовательных технологий [1].

Основным результатом образования согласно компетентного подхода является высокий уровень сформированности компетенций. Процесс формирования компетенций происходит под воздействием международных и внутригосударственных тенденций современного общества.

На сегодняшний день существует проблема эффективной актуализации и оптимизации системы подготовки специалистов. Решением указанной проблемы может стать движение WorldSkills International. Движение дает уникальные возможности обмена опытом и сравнения стандартов компетенций по рабочим профессиям в различных секторах экономики и предоставляет эффективные решения для развития международного сотрудничества, направленного на достижение высоких стандартов профессионального образования и обучения [2].

Таким образом, движение WorldSkills International на сегодняшний день уже оказывает влияние на системную работу по подготовке будущих профессиональных кадров, а также является независимой системой оценки подготовки специалистов.

Кроме того, организация и проведение соревнований позволяет привлекать общественное внимание к рабочим профессиям, тем самым создавая условия для обеспечения высоких профессиональных стандартов. В этой связи движение WorldSkills International заслуживает особого внимания, поскольку актуализирует и

поднимает вопросы престижности рабочих профессий, от которых во многом зависит общий уровень жизни и состояние экономики государства в целом. При правильном подходе это движение способно активизировать развитие рабочего класса через улучшение и оптимизацию процесса образования.

Список литературы:

1. Мединцева И.П., Компетентностный подход в образовании // Педагогическое мастерство: материалы II Междунар. науч. конф. — М.: Буки-Веди, 2012. — С. 15-16.
2. Основные направления WorldskillsRussia [Электронный ресурс] // Официальный сайт WorldSkillsRussian: сайт. — URL: <http://worldskills.ru/> (дата обращения: 16.04.2020).

СЕКЦИЯ «МОДЕЛИРОВАНИЕ»

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА ЧУГУННОЙ ПЛАСТИНЫ В ANSYS

Голубев Даниил Алексеевич

*студент, факультет «Информатика и системы управления»,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

Коданев Алексей Витальевич

*студент, факультет «Информатика и системы управления»,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

Мороз Алексей Романович

*студент, факультет «Информатика и системы управления»,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

Поляков Михаил Владимирович

*студент, факультет «Информатика и системы управления»,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
РФ, г. Москва*

E-mail: alekodanev@yandex.ru

В настоящее время программы для моделирования физических процессов помогают избежать сложных расчетов, решения больших систем уравнений. В разных средах реализованы уникальные методы решения. Подобные комплексы являются первым шагом к реализации реального физического объекта, который впоследствии будет тестироваться на нагрев, прочность, изгиб и т.п. В данной работе будет описан один из примеров имитационного моделирования.

Описание эксперимента

Имеется чугунная пластина диаметром 180мм и толщиной 4мм (рис. 1), которая нагревается за счет теплового элемента, работающего в режимах с мощностями 1,5 кВт и 2 кВт.

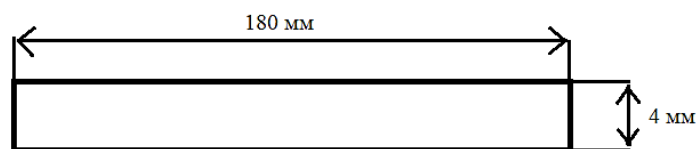


Рисунок 1. Геометрические размеры

В качестве модели для расчета возьмем круглую пластину описанных размеров, на нижнюю грань которой действует нагревающий элемент (рис. 2). Верхняя и боковые грани осуществляют теплообмен с окружающей средой, температура которой 20°C ($T=293\text{K}$). Характеристики материала и граничные условия представлены в табл. 1.

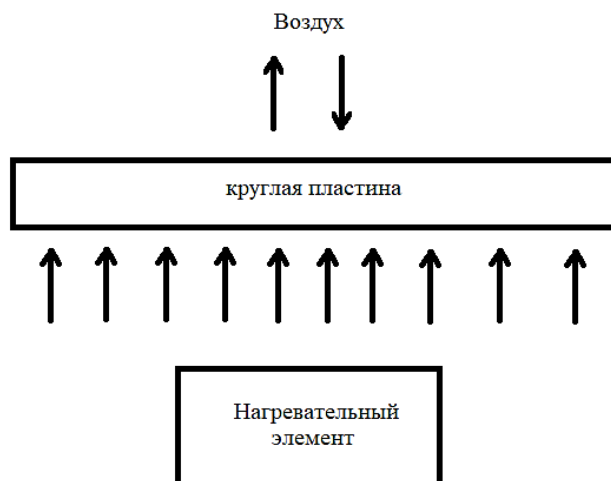


Рисунок 2. Модель поставленного эксперимента

Таблица 1.

Используемые характеристики материала и граничные условия

Характеристика	Значение	Характеристика	Значение
Теплопроводность	62 Вт/(м*К)	Удельная теплоемкость	520 Дж/(кг*К)
Плотность чугуна	7000 кг/м ³	Радиус пластины	0.09 м
Толщина пластины	0,004 м	Коэффициент теплопередачи	10 Вт/(м ² *К)
Температура окружающей среды	20 °С	Интенсивность объемного тепловыделения	15*10 ⁶ Вт/м ³ 20*10 ⁶ Вт/м ³

Формулировка задач

В ходе моделирования описанного процесса, были поставлены следующие задачи:

1. Определить и графически построить зависимость температуры чугуновой пластины от времени;
2. Определить время нагревания чугуновой пластины до температуры 500-600°C.

Математическая постановка задачи

В качестве основного математического выражения в данном случае выступает уравнение теплопроводности (формула 1).

$$c_v \rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \right) + q_v, [1] \quad (1)$$

где: c_v – удельная теплоемкость; q_v – плотность объемных источников энергии; t – температура; τ – время; λ – коэффициент теплопроводности; ρ – плотность.

Моделирование

Распределение поля температур

Изначально проведем моделирование процессов, при подводе различной мощности. На рис. 3 представлен результат расчета температурного поля в программной среде ANSYS. При мощности 1.5 кВт максимальная температура нагрева пластины – 1438°C, при значении 2 кВт – 1911°C. Программная среда обеспечивает расчет рассеяния тепла в пространство, как было описано, пространство вокруг пластины имеет температуру 20°C, что и обуславливает эти потери. Аналитически решение подобной задачи очень сложно, поэтому моделирование позволяет избежать таких расчетов.

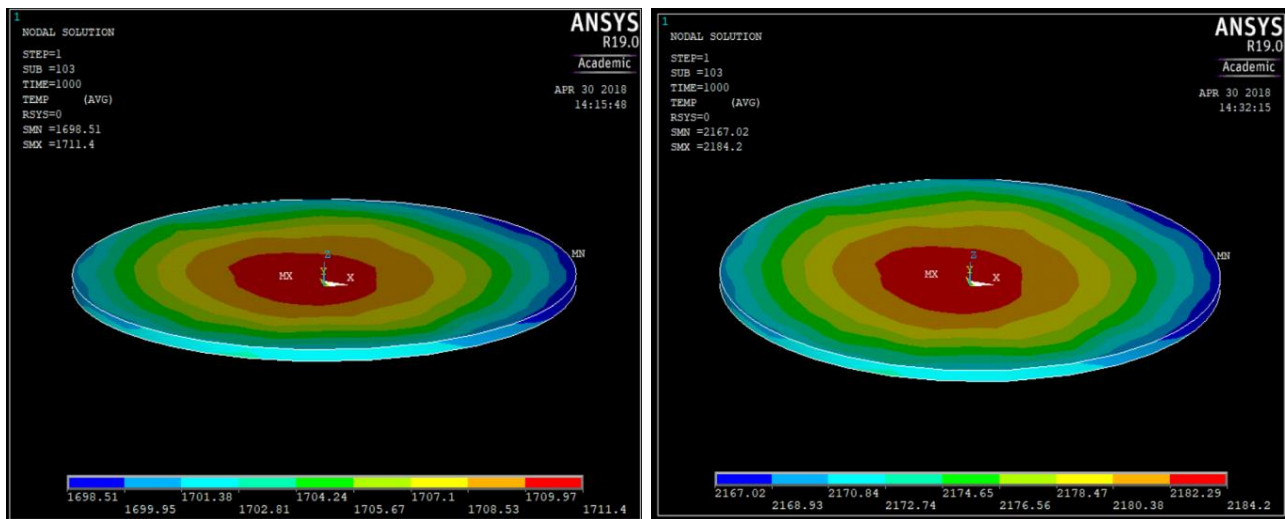


Рисунок 3. Распределение температурного поля круглой чугуной пластины при различной подводимой мощности: слева – мощность 1500 Вт (распределение температур 1425–1438 °С), справа – мощность 2000 Вт (распределение температур 1894 –1911 °С)

Характер распределения теплового поля при разной мощности идентичен, что видно из рис. 3. Различие в значениях на краях пластины (пластина полностью симметрична, но температура отличается на 2°С) может быть обусловлено погрешностью метода конечных элементов. Данная погрешность не является критичной в подобном расчете. Разница температур увеличилась от 13 до 17 °С, что обуславливается потерей 4°С на 0.5 кВт мощности. Связано это с тем, что происходит отведение тепла по воздуху (температура которого составляет 20°С).

Зависимость температуры от времени

Построим графики, отражающие время нагрева от мощности источника тепла. Время представлено в секундах*10, температура в К (рис. 4).

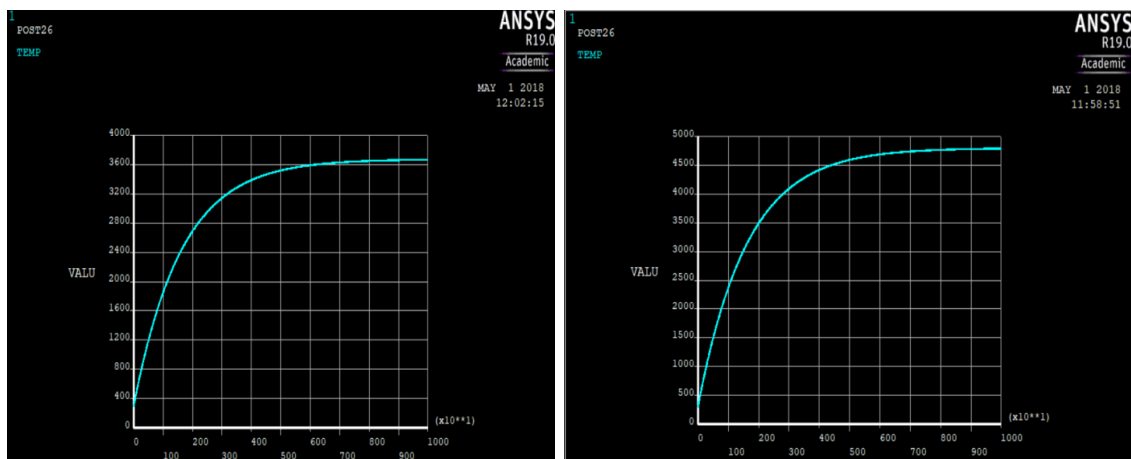


Рисунок 4. Зависимость температуры от времени: слева – при мощности 1,5 кВт, справа – при мощности 2 кВт. По оси абсцисс – время в секундах*10, по оси ординат – температура в К.

Зависимость температуры от времени при подводимой мощности 1,5 кВт можно определить по графику слева (рис. 4). Пластина нагреется за 320 с до температуры 500-700 °С (температура работы чугунной конфорки). Максимальная температура нагрева устанавливается спустя 4000 с и составляет порядка 3300 °С.

При мощности 2 кВт нагрев пластины до температуры 500-700 °С происходит за 240 с, максимальная температура составляет порядка 4500 °С, устанавливается также по прошествии 4000 с.

Вывод

Нами был проведен тепловой анализ круглой пластины, построен график зависимости температуры круглой пластины от времени. В результате было получено время, за которое пластина нагреется до рабочей температуры конфорки: при мощности 1500 Вт – 5,3 мин, при 2000 Вт – 4 мин. Данный результат соответствует действительности – современные чугунные конфорки разогреваются за 5-10 мин, а скоростные за 3- мин. Конечно, в реальной конструкции конфорки необходим датчик температуры, который бы снижал мощность и не давал конфорке разогреваться выше рабочей температуры.

Список литературы:

1. Мазо А.Б. Основы теории и методы расчета теплопередачи: учебное пособие. Казань: Казан. ун-т, 2013. 144 с.

СЕКЦИЯ
«НАНОТЕХНОЛОГИИ»

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
РЕЗОНАНСНО-ЧАСТОТНОГО ДАТЧИКА**

***Ыбыраев Ерсұлтан Мирхатулы**
магистр, кафедра физической электроники,
Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники,
РФ, г. Томск
E-mail: ersultan-0@mail.ru*

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGY
OF PRODUCTION OF RESONANCE-FREQUENCY SENSOR**

***Ersultan Ybyrayev**
Master, Department of Physical Electronics, TUSUR,
Russia, Tomsk*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены проблемы улучшения характеристик резонансно-частотного сенсора. Смоделирована модель частотно-резонансного сенсора и выявлена собственная частота двух датчиков при различной дальности. На основе проведенного исследования было выявлено оптимальное расположение датчиков.

ABSTRACT

This article discusses the problems of improving the characteristics of a resonant-frequency sensor. A model of a frequency-resonance sensor is simulated and the natural frequency of two sensors is revealed at different sensor ranges. Based on the study, the optimal location of the sensors was revealed.

Ключевые слова: резонансно-частотный сенсор, собственная частота, резонатор, давление, кремниевая мембрана.

Keywords: resonant frequency sensor, natural frequency, resonator, pressure, silicon membrane.

Давление — одна из самых важных измеряемых переменных в системах управления, промышленности, биомедицинских исследованиях, поэтому датчики давления — наиболее широко используемые первичные преобразователи физических величин. Одна лишь энергетика потребляет большую часть выпускаемых таких датчиков. В гидравлических, тепловых, ядерных и других установках необходим непрерывный контроль давления для обеспечения нормального режима работы, не говоря уже о возникновении чрезвычайных ситуаций [1].

Современный резонансный сенсор представляет собой монокристаллическую кремниевую мембрану специальной конструкции, на которой методом эпитаксиального наращивания сформированы два резонатора Н-образной формы. Мембрана закреплена на стеклянной подложке, разность давлений от внешних разделительных мембран датчика передается на сенсор через силиконовое масло [2]. Улучшение характеристик сенсора позволяет увеличить чувствительность при измерении.

Резонансный принцип измерения давления основан на преобразовании резонатора в частоту колебаний.

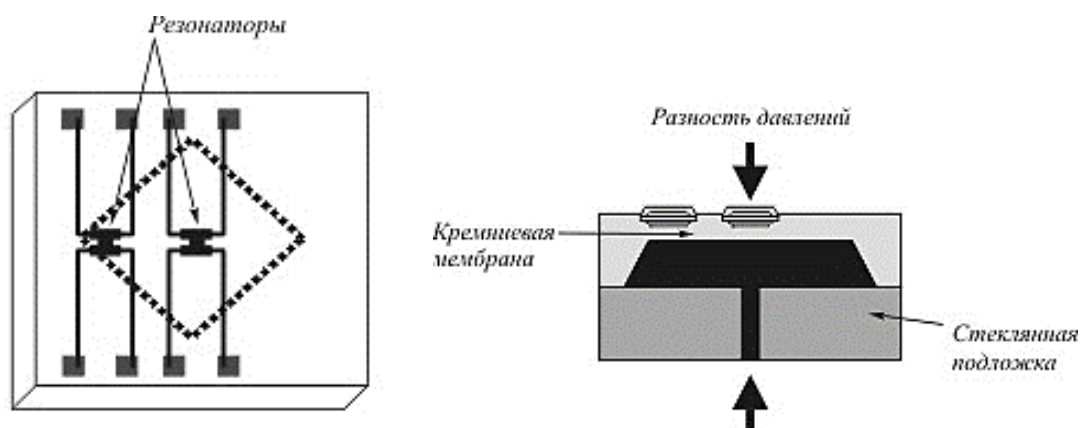


Рисунок 1. Конструкция резонансного сенсора

Сенсор представляет собой монокристаллическую кремниевую мембрану специальной конструкции, на которой методом эпитаксиального наращивания сформированы два резонатора Н-образной формы. Мембрана закреплена на стеклянной подложке, разность давлений от внешних разделительных мембран датчика передается на сенсор через силиконовое масло. Резонаторы находятся в поле постоянного магнита, и каждый из них подключен в качестве частотно-задающего элемента в цепь обратной связи генератора переменного напряжения (рисунок 1). За счет пьезоэлектрического эффекта, которым обладает кремний, напряжение на одной паре контактов резонатора преобразуется в его деформацию, а затем обратно в напряжение на другой паре контактов. В результате в цепи генерируется синусоидальное переменное напряжение на собственной частоте резонатора, поскольку он обладает очень высокой добротностью. Кварцевые резонаторы более простой конструкции повсеместно используются в электронике в качестве высокостабильных частотнозадающих элементов. Хорошо известно, что собственная частота такого резонатора определяется только тремя параметрами: его массой, геометрическими размерами и модулем Юнга.

Собственные частоты - это определенные дискретные частоты, на которых система подвержена вибрации. Собственные частоты появляются во многих типах систем, например, в виде стоячих волн в музыкальном инструменте или в электрической цепи RLC. Здесь мы в основном описываем изучение собственных частот в механических конструкциях, но многие из понятий в целом применимы.

При вибрации с определенной собственной частотой структура деформируется в соответствующую форму, собственную моду. Анализ собственной частоты может дать только форму моды, а не амплитуду каких-либо физических вибраций. Истинный размер деформации может быть определен только в том случае, если фактическое возбуждение известно вместе с демпфирующими свойствами [3].

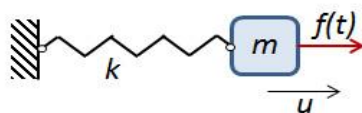
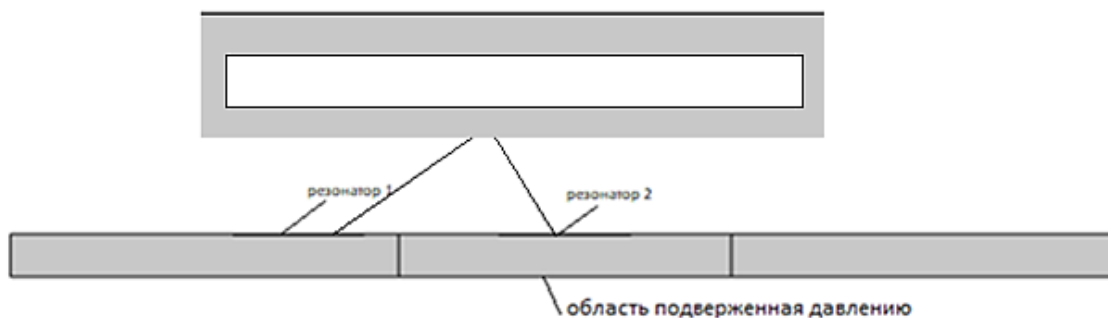


Рисунок 2. Схема незатухающей системы, состоящая из массы и пружины

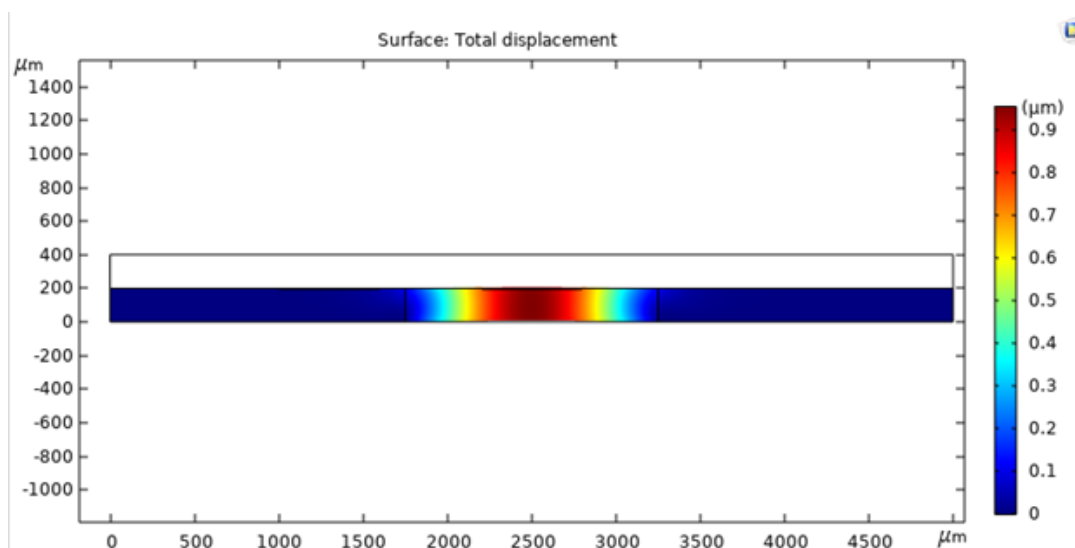
Объектом исследования данной практической работы является резонансно-частотный сенсор, представленный на рисунке 3.

Для исследования собственной частоты была построена модель резонансно частотного сенсора (рисунок 3). Длина кремниевой подложки 5000 мкм, толщина 200 мкм. Давление для сгибания сенсора было выбрано 5 МПа, так как это давление является справочным значением реального частотного сенсора.



***Рисунок 3. Результат моделирования:
Геометрия резонансно частотного сенсора***

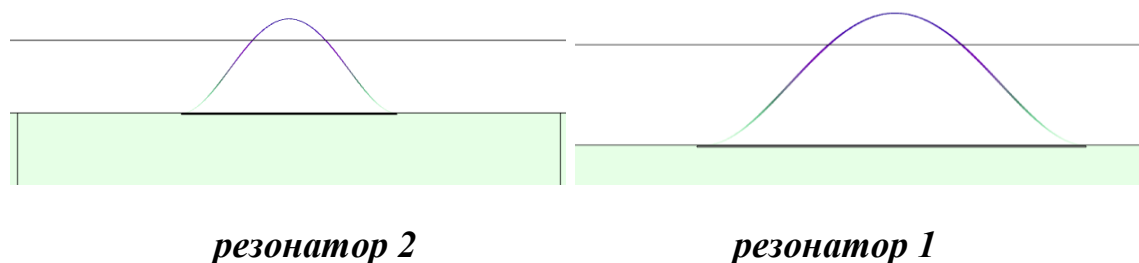
Как видно из рисунка 3, резонансно частотный сенсор состоит из кремниевой подложки и двух резонаторов. На рисунке 4 представлена модель сгибания сенсора под давлением 5 МПа.



***Рисунок 4. Результат моделирования:
Модель сгибания сенсора под давлением***

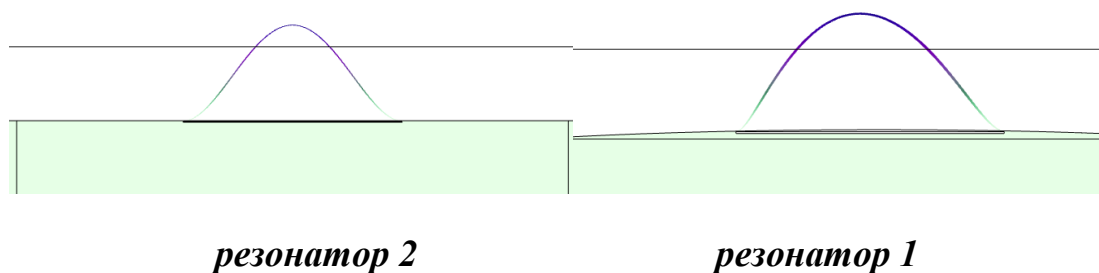
Как видно из рисунка 4 максимальный сгиб сенсора под давлением 5МПа составляет 0,9 мкм.

Также была определена собственная частота датчиков без давления и под давлением.



**Рисунок 5. Результат моделирования:
Модель собственной частоты для датчиков без давления**

Таким образом собственная частота для датчика 2 составила 49302 Гц, а для датчика 1 51192 Гц.



**Рисунок 6. Результат моделирования:
Модель собственной частоты для датчиков под давлением**

Таким образом собственная частота для датчика 2 составила 22595 Гц, а для датчика 1 22470 Гц. Далее была построена зависимость разности частоты резонаторов от расстояния для определения наименее оптимального расположения резонатора 1 (рисунок 7).

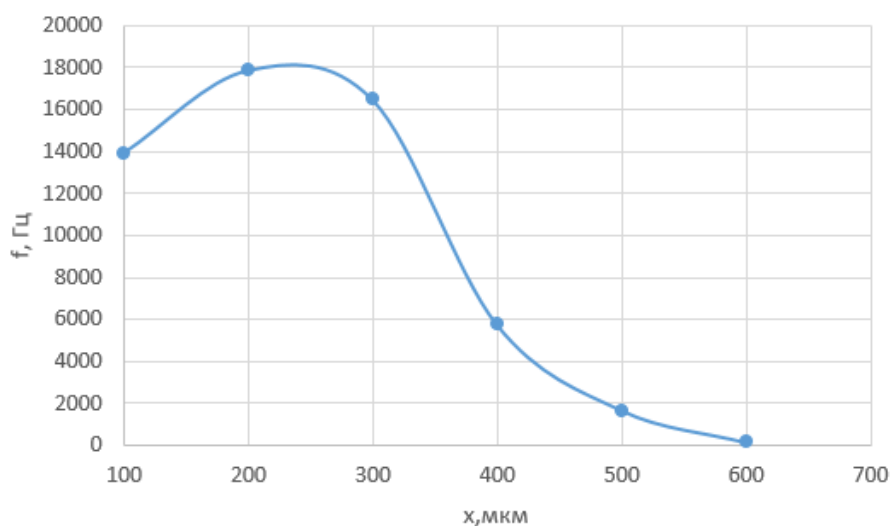


Рисунок 7. Зависимость разности частот от расстояния между резонаторами

Как видно из рисунка 7 наименее оптимальное расстояние между резонаторами лежит в пределах от 200 до 300 мкм.

Заключение:

В ходе исследования была разработана модель резонансно-частотного сенсора и собственная частота датчиков. Без нагрузки, собственная частота для датчика 2 составила 49302 Гц, а для датчика 1 51192 Гц, тогда как с нагрузкой собственная частота для датчика 2 составила 22595 Гц, а для датчика 1 22470 Гц. Также был определен оптимальный диапазон расстояния для резонаторов который лежит в пределе от 200 до 300 мкм.

Список литературы:

1. Баринов И. Полупроводниковые тензорезистивные датчики давления на основе КНД-структуры – М.: «Компоненты и Технологии», 2009-15 с.
2. Частотно-резонансный датчик давления [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: https://studopedia.su/19_137221_chastotno-rezonansniy-datchik-davleniya.html (дата обращения 1.04.19).
3. Eigenfrequency Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <https://www.comsol.com/multiphysics/eigenfrequency-analysis> (дата обращения 1.04.19).

СЕКЦИЯ
«РАДИОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА»

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИНХРОФАЗОРА СИСТЕМЫ
МОНИТОРИНГА В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ**

Локачева Юлия Андреевна

*студент, Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Дегтярева Евгения Евгеньевна

*студент, Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Судин Алексей Павлович

*студент, Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
РФ, г. Санкт-Петербург*

Петушкевич Наталья Александровна

*студент, Балтийский государственный технический университет «Военмех»,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: jane1998Ss@yandex.ru*

**DETERMINATION OF SYNCHROPHASOR PARAMETERS
OF MONITORING SYSTEM IN TRANSITION MODES**

Julia Lokacheva

*student, Baltic State Technical University Voenmekh,
Russia, St. Petersburg*

Evgeniya Degtyareva

*student, Baltic State Technical University Voenmekh,
Russia, St. Petersburg*

Alexey Sudin

*student, Baltic State Technical University Voenmekh,
Russia, St. Petersburg*

Natalya Petushkevich

*student, Baltic State Technical University Voenmekh,
Russia, St. Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена нахождению синхрофазоров на выходе схемы PMU, определению основных параметров, от которых зависит качество подаваемой электроэнергии в сеть.

ABSTRACT

The article is devoted to finding synchrophasors at the output of the PMU circuit, determining the main parameters on which the quality of the supplied electricity to the network depends.

Ключевые слова: фазор; синхрофазор; PMU; ROCOF; частота; фильтр; спектр.

Keywords: phasor; synchrophasor; PMU; ROCOF; frequency; filter; spectrum.

Выключая домашний электроприбор или останавливая работу производственного оборудования, мы редко задумываемся о том, как на это отреагирует энергосистема, как отразится на функционировании того или иного электрогенератора отказ от какого-то количества вырабатываемой им энергии. Баланс энергосистемы – забота сетевого оператора [1]. Эта забота непростая. Например, в России сотни электрогенерирующих устройств, связаны в общую систему. Множество маховых мощностей, вырабатывающих электричество, между которыми существует электромеханическая связь. Они тесно взаимосвязаны, и состояние одного энергообъекта может оказать воздействие на работу другого. В постоянном режиме производится съем рабочих параметров. На рисунке 1 приведен пример архитектуры системы WAMS. Архитектура WAMS состоит из следующих основных элементов:

- PMU - Модуль измерения синхрофазоров.
- Инфраструктура сети обмена данными по TCP/IP и/или UDP/IP.
- PDC - Концентратор данных синхрофазоров [2, с. 215].

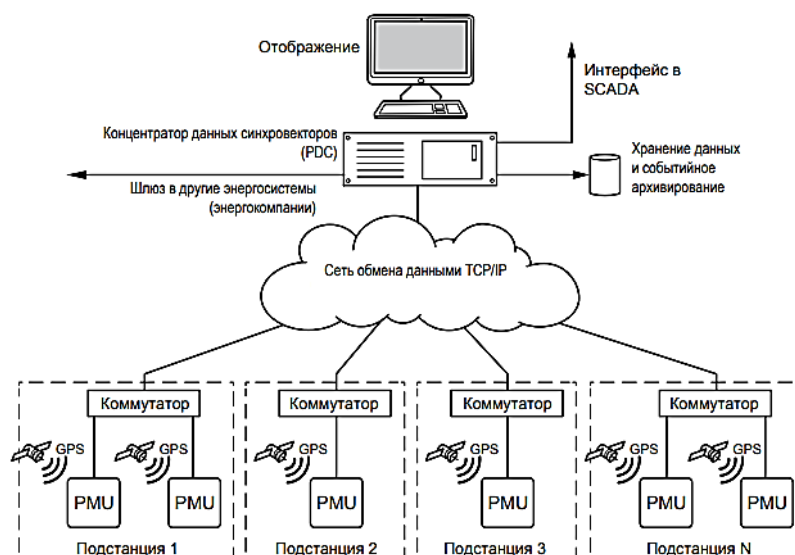


Рисунок 2. Обзор архитектуры WAMS

Система WAMS настроена на получение данных синхрофазоров от нескольких устройств PMU.

Из-за сложной генерации сети и нагрузок, крайне важно, чтобы электрические условия передающих и распределительных сетей непрерывно наблюдались через передовые технологии датчиков – PMU.

Базовая модель обработки сигнала одной фазы в PMU представлена на рис. 2.

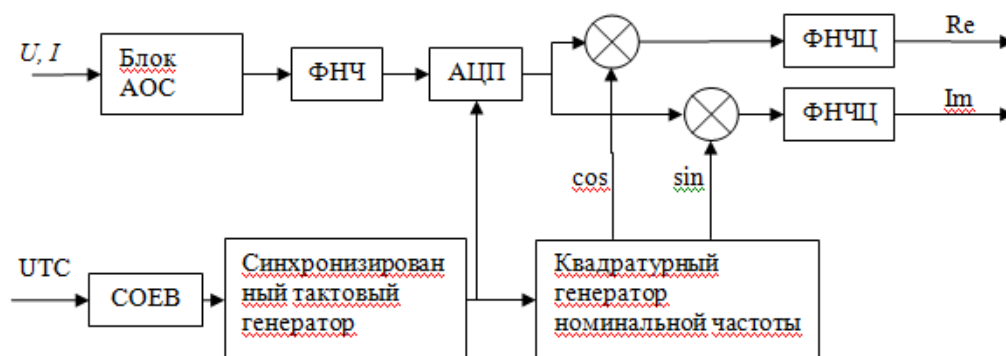


Рисунок 3. Базовая модель обработки сигнала в PMU для выделения фазора

СОЕВ – система обеспечения единого времени; Блок АОС – блок аналоговой обработки сигнала; ФНЧЦ – фильтр нижних частот цифровой.

Работа схемы:

На вход поступает сигнал частотой 51 Гц, рис.3. Этот сигнал вещественный.

Формула записи входного сигнала:

$$s = A * \sin(2 * \pi * f * t) \quad (1)$$

A – амплитуда входного сигнала; f – частота входного сигнала, в нашем случае $f = 51$ Гц; t – длительность сигнала.

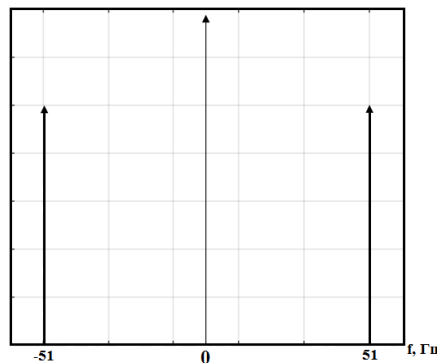


Рисунок 3. Представление входного сигнала в частотной области

После прохождения АЦП, входной аналоговый сигнал преобразуется в цифровой. Работа этого устройства заключается в предоставлении численных входов для системы управления.

Далее с квадратурного генератора поступает комплексный сигнал. Комплексный сигнал представляется следующей формулой:

$$\begin{aligned} S(\text{Im}) &= -A * \sin(2 * \pi * f * t); \\ S(\text{Re}) &= A * \cos(2 * \pi * f * t); \\ S &= S(\text{Im}) + j * S(\text{Re}); \end{aligned} \quad (2)$$

A – амплитуда комплексного сигнала; f – частота, в нашем случае $f = 50$ Гц;

t – длительность комплексного сигнала.

В частотной области комплексный сигнал представляется в следующем виде (рис. 4):

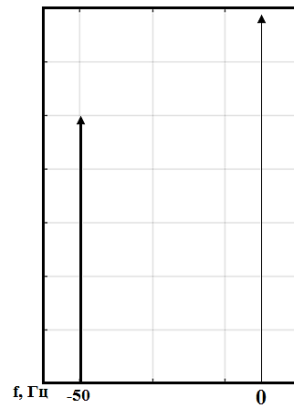


Рисунок 4. Представление комплексного сигнала в частотной области

После умножения входного сигнала на комплексный в частотной области будем иметь следующее (рис.5):

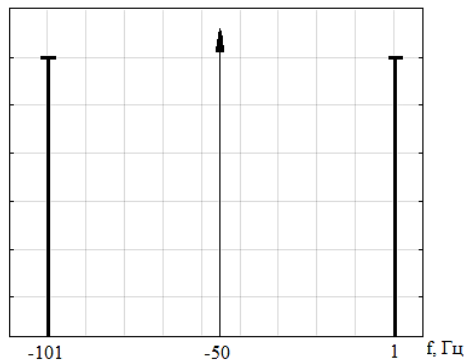


Рисунок 5. Сигнал в частотной области после умножения на комплексный сигнал

Далее с помощью ФНЧЦ выделяем ту гармонику, которая нам более интересна, рис. 6:

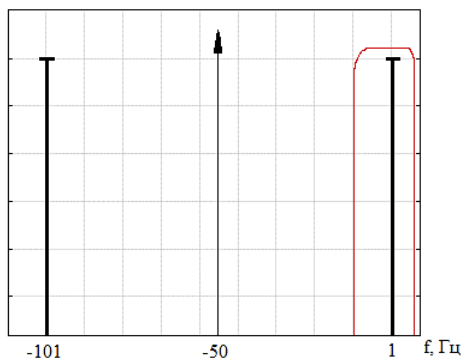


Рисунок 6. Выделение с помощью ФНЧЦ той гармоники, которая представляет больший интерес

Фильтр помогает избавиться от влияний (алайзинга) от гармоник, находящейся на частоте -101 Гц. В зависимости от того, какой фильтр мы выберем, будет зависеть, как хорошо мы избавимся от шумов, созданных этой гармоникой. На выходе схемы можно наблюдать комплексный сигнал в виде синхрофазора [3, с. 152].

Чтобы определить точность измерений, энергетикам интересны 4 параметра: фаза, модуль вектора, частота и скорость измерения частоты. Фаза вычисляется по формуле (3):

$$\frac{b}{a} = \frac{|z_0| \sin(\varphi)}{|z_0| \cos(\varphi)} = \tan(\varphi) \quad \varphi = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) + \Phi(a, b) \quad (3)$$

a, b – координаты точки; $|z_0|$ – неотрицательное вещественное число; $\Phi(a, b)$ – учитывает четверть комплексной плоскости. Расчет модуля вектора производится по формуле 4.

$$|z_0| = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

Частота рассчитывается как первая производная от фазы (формула 5):

$$f(t) = \frac{1}{2 \cdot \pi} (\varphi'(t)) \quad (5)$$

Скорость изменения частоты (ROCOF - rate of change of frequency), форм. 6:

$$ROCOF(t) = (\varphi''(t)) = f'(t) \quad (6)$$

Список литературы:

1. Кондрагунта Л., Моор Э. Использование данных векторных измерений для улучшения оценки состояния энергосистем [Электронный ресурс] // URL: <http://www.wams-conf.ru> / (дата обращения: 03.05.2020) – 2018 г.
2. Almunif A. Mixed integer linear programming and nonlinear programming for optimal PMU placement / A. Almunif, L. Fan // 2017 North American Power Symposium (NAPS). — 09.2017. — С. 1—6.
3. Hong-Shan, Z. Sensitivity Constrained PMU Placement for Complete Observability of Power Systems / Z. Hong-Shan // 2015 IEEE/PES Transmission Distribution Conference Exposition: Asia and Pacific. — 08.2015. — С. 1—5.

СЕКЦИЯ
«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ»

**ВЫРАЩИВАНИЕ КРЕСС-САЛАТА И ОКСАЛИСА
НА ДОМАШНЕЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ**

Россохина Анна Игоревна
*студент кафедры ЭБТС,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: anrossokhina@ya.ru*

Карпенко Маргарита Юрьевна
*студент кафедры ЭБТС,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: karpmargo@mail.ru*

Гладилина Елена Максимовна
*студент кафедры ЭБТС,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: elena.gladilina2015@ya.ru*

Ермакова Лидия Сергеевна
*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент ЦПД,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: lidia-yermakova@ya.ru*

Кудрявцева Юлия Сергеевна
*научный руководитель, преподаватель ЦПД,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: nos_yulia@mail.ru*

**GROWING WATERCRESS AND OXALIS
ON A HOME HYDROPONIC PLANT**

Anna Rossokhina
*student of the EBTS Department,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Margarita Karpenko
*student of the Department of EBTS,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Elena Gladilina
*student of the Department of EBTS,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Lidia Yermakova
*scientific supervisor, candidate of technical Sciences, associate Professor of CPD,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

Yulia Kudryavtseva
*scientific supervisor, teacher of CPD,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается перспективность выращивания продуктов на гидропонике. Рассказано об отличительных условиях выращивания. Приведён ход эксперимента «Выращивание кресс-салата и оксалиса на домашней гидропонной установке» и его итог.

ABSTRACT

This article discusses the prospects of growing products on hydroponics. It is told about the distinctive growing conditions. The course of the experiment "growing watercress and Oxalis on a home hydroponic installation" and its results are presented.

Ключевые слова: гидропоника, гидропонная установка, эксперимент, выращивание растений.

Keywords: hydroponics, hydroponic installation, experiment, plant cultivation.

Гидропоника – это шаг в будущее. Среди плодотворных способов выращивания растений важное место можно отдать гидропонике. Она подает большие надежды, и для многих кажется весьма нестандартной, следовательно - пользуется большим спросом.

Гидропоника - это альтернативный способ выращивания растений в искусственной среде, не используя почву. Корни выращиваемых культур располагаются не в земле, а в воде, которая насыщена специальными веществами, либо в какой-нибудь пористой структуре. При этом удовлетворяется потребность в важных питательных элементах, создается благоприятная для фотосинтеза концентрация углекислого газа в воздухе, устанавливается оптимальная продолжительность и интенсивность освещения, регулируется температура и влажность воздуха, а также корнеобитаемого пространства. Приемлемые условия для роста и развития культур позволяют получать высокие урожаи лучшего качества в небольшие периоды.

Почему гидропоника? С точки зрения экономики на зелень и овощи всегда будет повышенный спрос круглый год. Будет наблюдаться высокая урожайность и улучшение качества продукции в сравнении с выращиванием продуктов в грунте. Снижаются затраты на производство. Это достигается благодаря предотвращению потребности в подготовке и завозе почвенных грунтов в теплицах и их обработки (вспашка, фрезерование). Снижается в 15-30 раз количество субстрата: торфяного, минерало-ватного (зависит от культуры). Из-за снижения испарения воды, которое достигается вследствие покрытия поверхности субстрата пленкой, можно экономить энергию. С помощью капельного полива и обратного контура для сбора ее излишком будет значительно уменьшаться расход воды. Так же следует отметить, что достигается экономия количества минеральных удобрений (до 40%). Социальные причины использования гидропоники: уменьшение сезонного характера труда и снабжение постоянной занятости обслуживающего персонала на протяжении всего года. Повышается производительность труда, организационно-технологический уровень производства [1].

Усвоение питания растений. Теперь растение может не тратить свою энергию на формирование корневой системы, ведь всё самое нужное можно получить за счет гидропонной смеси, трата энергии на развитие корневой системы сводится к минимуму. Активность растения полностью сосредотачивается на развитии своей надземной части, за счет чего скорость роста

становится выше и урожая будет больше. Также на эти показатели позитивно влияет отсутствие почвы, выступающей в роли буфера. Почва замедляет всасывание необходимых химических элементов. Представители флоры немедленно получают все необходимые вещества из питательного раствора.

Контроль за питательной средой. Благодаря выращиванию растения на гидропонике можно следить за видами и дозировкой питательных веществ, давая определенному растению только самые необходимые химические элементы для его нормального развития. Если нужных веществ будет в избытке или недостатке, следует просто как можно скорее заменить раствор.

Питательный раствор и сборка гидропонной установки. От того, насколько растение большое, зависит как много оно берет влаги и питательных веществ. Емкость резервуара для питательного раствора напрямую зависит от нужды каждой определенной культуры и их количества в целом. Если рассматривать рацион растений, то здесь все очень индивидуально.

Какие культуры лучше выращивать? Наиболее эффективно метод гидропонного выращивания можно применить при разведении зелени: салата, кресс-салата, укропа, петрушки, шалфея, базилика, розмарина, мяты, кинзы, оксалиса, мяты и т.д.

Достойный урожай в этом случае выдают овощные и ягодные культуры, а также некоторые фрукты.

Эксперимент. Для проведения эксперимента были сделаны следующие закупки: гидропонная домашняя установка, луковицы оксалиса и семена микро-зелени кресс-салат. Сама установка состояла из контейнера, крышки с ячейками, компрессора и аэратора.

В первый день мы поместили семена и луковицы в контейнер, предварительно залив в него воды отступая от краев 2-3 см. по истечению двух часов полагалось заменить воду на чистую. В конце дня были замечены первые результаты все семена покрылись слизистой оболочкой и начали прорастать, все луковицы раскрылись, тем самым освободились от верхнего слоя шелухи. Также пять из девяти луковиц дали небольшие проростки.

На протяжении пяти дней наблюдался стремительный рост кресс-салата, за неполную неделю он вырос до отметки в 5 см. Оксалис же рос медленнее. Четыре луковицы оксалиса проросли, но очень медленно, в то время как остальные пять достигли уже 1 см.

На десятые сутки большая часть кресс-салата начали достигать своего максимального размера, заявленного на упаковке (10 см). Оксалис в свою очередь начал достигать размеров 6-8 см, что являлось половиной от заявленного размера на упаковке (15 см). Но было уже заметно, что оксалис на гидропонной установке растет быстрее, чем в грунте. Так как среднее время роста оксалиса было заявлено в грунте 1,5-2 месяца, оксалис же на гидропонике вырос до половины своего размера всего за 10 суток.

На пятнадцатый день нашего эксперимента кресс-салат полностью достиг своего максимального размера, а именно 10 см. Подавляющее большинство луковиц оксалиса, также достигли размеров в отметку 15 см и зацвели. К сожалению, четыре луковицы из девяти так и не ускорились в развитии своих размеров и за эти 15 суток выросли всего на 1 см.

Таким образом, в этой статье утверждается, что выращивание растений на гидропонной установке в домашних условиях достаточно эффективно. Что бы добиться хороших результатов - необходимо соблюдать рекомендации по выращиванию. Так же, в ходе нашего эксперимента мы успешно вырастили большую часть оксалиса и кресс-салата за короткий срок. Это даёт нам возможность рекомендовать людям выращивать ряд продуктов на гидропонике.

Список литературы:

1. Анализ и управление производственными рисками в тепличных комплексах АПК РФ / Бычков В.В. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-i-upravlenie-proizvodstvennymi-riskami-v-teplichnyh-kompleksah-apk-rf>

СЕКЦИЯ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УСТРОЙСТВ СЦБ

Бережной Артем Владимирович
студент, факультет АТМ, ВТЖТ– филиал,
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщений»
РФ, г. Волгоград
E-mail: alek-sizi@yandex.ru

Сизикова Лариса Васильевна
преподаватель высшей категории, факультет АТМ,
Волгоградский техникум железнодорожного транспорта –
филиал Ростовского государственного университета путей сообщения,
РФ, г. Волгоград

Сегодня на железнодорожном транспорте развивается скоростное движение поездов, и устройства железнодорожной автоматики усложняются за счет использования микропроцессорных систем. При этом факторе развития электропитание устройств железнодорожной автоматики должно быть бесперебойным и надежным, поэтому к устройствам электропитания в современных системах железнодорожной автоматики предъявляют высокие требования. Несоблюдение данных требований приводит к нарушению работы систем автоматики и телемеханики на транспорте, что отражается на безопасности движения поездов. Поэтому роль установок электропитания в обеспечении четкой и безаварийной работы железнодорожного транспорта на дорогах России весьма велика.

Устройства СЦБ относятся к потребителям электрической энергии I категории, для работы которых необходима электроэнергия. Для того чтобы обеспечить бесперебойность работы устройств СЦБ необходимо организовать их непрерывное электропитание, при этом качество электроэнергии должно соответствовать установленным нормам и техническим условиям.

Так как потребителями I категории являются релейные схемы электрической централизации, рельсовые цепи, входные светофоры и т. д., то соответственно электроэнергия должна подаваться от двух независимых источников и прекращение действия одного из которых не должно приводит к прекращению действия другого. В соответствии с ПУЭ перерыв в электроснабжении может быть допущен только на время автоматического перехода с основной на резервную системы электропитания, допустимое значение которого не должно превышать 1,3 сек. [3, с. 2]

Для питания устройств СЦБ используется внешняя и внутренняя система электроснабжения. Рассмотрим более подробно систему внутреннего электро-снабжения, т.е. аварийного энергоснабжения оборудования устройств СЦБ, включаемая в работу при исчезновении напряжения от всех внешних источников питания.

К установкам внутреннего электроснабжения устройств СЦБ относится дизель-генераторный агрегат (ДГА).

ДГА представляет собой резервную электростанцию основными элементами, которой являются: дизель-генератор, щит управления дизель-генератором ЩДГА, щит автоматики вспомогательный ЩАВ. К вспомогательному оборудованию ДГА относятся: топливные и масляные баки, насосы подкачки топлива, аккумуляторные батареи (АБ), шкаф заряда батарей ШЗБ, устройства вентиляции и отопления [1, с. 2].

Используемые для устройств сигнализации, централизации и блокировки дизельные генераторы в зависимости от режима работы имеют следующие параметры: напряжение 230/400 В, мощность от 8 до 50 кВт, частота вращения вала 1500 об/мин, гарантированный моторесурс до 4000 ч. ДГА вырабатывают трехфазное переменное напряжение $U=380$ В, частотой $f=50$ Гц.

Предлагается два способа пуска ДГА:

1. Дистанционный, который производится с помощью нажатия пусковой кнопки с щитка управления и по сигналу телеуправления;

2. Автоматический, включающий при снижении или исчезновении напряжения внешней сети, при аварийной остановке другого источника.

В ДГА предусмотрены два способа остановки:

1. Нормальный способ, включающий при дистанционной остановке агрегата. Он наблюдается при появлении напряжения внешней сети и повышении температуры помещения до $+20^{\circ}\text{C}$, если ДГА включался на самопрогрев);

2. Аварийный способ, включающий при срабатывании устройств защиты.

Для резервирования электроснабжения устройств СЦБ применялись установки старых типов, которые выработали свой ресурс ДГА-24, ДГА-48.

И на сегодняшний день разработаны резервные источники питания, в которых используются новые дизель-генераторные станции: ДГА типа «Президент-Нева» (разработчик-«Энергетический центр, Санкт-Петербург, Россия), АД48 - Т400, АД60 - Т400, АД 100 - Т40, имеющие номинальную мощность: 48; 60; 100 кВт, вырабатывающие переменное трёхфазное напряжение 400/230 В, частотой 50 Гц.

Для устройств СЦБ необходимо надёжное электропитание и в настоящее время на железнодорожном нашли широкое применение модульные ДГА с блоком распределительного устройства.

В комплектацию модуля ДГА входит оборудование:

- дизельный генератор ДГА, установленный на раме;
- шкаф управления;
- система основного и аварийного оповещения;
- система контроля (климат контроль, принудительная вентиляция и обогрев);
- система пожаротушения (автоматическая);
- блок распределительного устройства, работающий от фидеров тяговой подстанции (собственных нужд СЦБ) [3, с. 2].

На рисунке 1 представлен внешний вид модульного ДГА на раме.

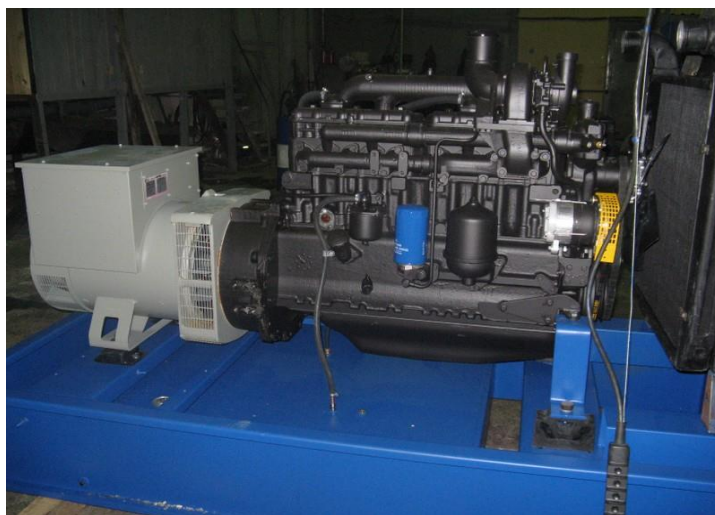


Рисунок 1. Модульные ДГА на раме

Дизель-генераторы скомплектованы из основного и вспомогательного оборудования. Основное - дизель и генератор (рис.1), которые смонтированы на общей раме, шкафы управления и вспомогательное оборудование, устанавливаемое в помещении электростанции отдельно. К вспомогательному оборудованию относятся: водяной расширительный бак, бак масла с центробежным фильтром, пусковые баллоны, компрессор для подкачки баллонов, глушитель-искрогаситель. Бережной.

Дизель имеет остов, состоящий из блок-картера и фундаментной рамы, образующих жесткую конструкцию, на которой смонтированы все остальные детали и узлы. Блок-контейнер для ДГА представляет собой цельнометаллическую конструкцию. На передней части дизеля размещены: щит приборов; главный пусковой клапан; распределитель воздуха; регулятор скорости; привод распределителя; механизм безопасности. На верхней части дизеля размещены: крышки рабочих цилиндров, на которых закреплены коллекторы и сам коллектор отвода воды из крышек цилиндров. Бережной.

На стороне управления дизелем размещены: распределительный вал; топливные насосы с приводами; привод впускных и выпускных клапанов, механизм регулирования подачи топлива; тяга с защелками механизма безопасности; фильтр очистки масла; коллектор подачи охлаждающей воды; предохранительные противовзрывные клапаны; охладители масла и воды.

Топливная система состоит из: топливopодкачивающего насоса с редукционным клапаном; сдвоенного фильтра тонкой очистки; топливных насосов высокого давления для каждого цилиндра; охлаждаемых форсунок.

Для нагнетания масла в дизель через фильтр установлен масляный насос с редукционным клапаном, а для фильтрации масла имеется фильтр тонкой очистки со сменными фильтрующими элементами и центробежным фильтром. В В ДГА применяется водяная двухконтурная система охлаждения.

Модульные дизельные электростанции в блок-контейнере имеют систему освежения (вывод розеток), систему внутреннего обогрева, (электрические маслoнаполненные радиаторы мощностью 1,5 кВт). [3, с. 2]

На щите дизеля и в шкафу управления располагаются следующие приборы:

1. На щите приборов дизеля установлены:

- манометры (масла, топлива, надувочного воздуха);
- термометры (воды, масла);
- счетчик моточасов.

2. В шкафу установлены:

- дистанционные приборы контроля давления и температуры воды и масла, установленные в шкафу управления;
- приборы контроля электрических параметров (ваттметр, вольтметр, варметр, амперметр, частотомер, устройство ручной точной синхронизации).

В модульной ДГА система воздухозабора и ручной вентиляции осуществляется вентиляционными жалюзями, а система отвода выхлопных газов - глушителем с сильфонным компенсатором.

Достоинствами конструкции модульной ДГА является надёжность и удобство в эксплуатации; полная влагонепроницаемость; устойчивость к атмосферным осадкам; уменьшение шума при работе; исключение выступающих частей и необходимости дополнительного монтажа системы выхлопа на объекте, так как полностью теплоизолирован выхлопной трубопровод.

Список литературы:

1. Коган Д.А. Электропитание устройств автоматики и телемеханики [Текст]: учебник для техникумов ж.-д. транспорта / Д.А. Коган. - М.: Альянс, 2017. – 332 с. - (Среднее профессиональное образование).
2. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. - Новосибирск: Норматика, 2015. – 464 с.
3. <https://nkass.ru/sistemy-vnutrennego-elektrosnabzheniya-dizel-generator-dga.html>

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ»

ТЕЗИСЫ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ РАБОТЕ С БАЗАМИ ДАННЫХ В ШВЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Чистякова Анастасия Игоревна

*магистрант,
кафедра художественного моделирования и технологии швейных изделий,
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство),
РФ, г. Москва
E-mail: semerikova_a i@mail.ru*

RESEARCH RESULTS OF CONSUMER PREFERENCES WHEN WORKING WITH DATABASES IN THE SEWING INDUSTRY

Anastasia Chistyakova

*student, department of Art Modeling, and garment technology,
Russian State University A.N. Kosygina (Technology. Design. Art),
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Данная работа демонстрирует результаты исследования, проведенного среди сотрудников швейной индустрии в Российской Федерации. Полученные результаты применяются к созданию структуры базы данных для отбора моделей к запуску в массовое производство.

ABSTRACT

This work demonstrates the results of a study conducted among employees of the clothing industry in the Russian Federation. The results will be applied to create a database structure for selecting models for launch in mass production.

Ключевые слова: база данных, структура, технологическая подготовка производства, отбор моделей, информация, исследование

Keywords: database, structure, technological preparation of production, selection of models, information, research.

В настоящий момент рынок швейной промышленности представлен разнообразными моделями одежды из новых, мало исследованных материалов. Жесткая конкуренция ставит вопрос ребром о востребованности выпускаемых изделий, повышения прибыли от продажи партии. Поэтому необходимо оптимизировать условия утверждения моделей к запуску в производство.

Цель исследования - проанализировать существующие методики формирования производственных партий, вывить текущие проблемы, с которыми сталкиваются реальные пользователи – сотрудники швейной промышленности, и с помощью полученных данных осуществить систематизацию критериев отбора моделей одежды для запуска в производство, что станет основой проектируемой структуры базы данных.

Основная идея исследования заключается в том, что необходимо установить связи между блоками таким образом, чтоб последовательность обращения была удобна для сотрудников каждого отдела, а также сотрудники производства должны иметь возможность своевременно заносить в базу данных актуальную информацию. Этот процесс невозможен без проведения опроса среди представителей отечественной швейной индустрии.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы были применены методы эмпирического исследования. Составлена анкета для опроса сотрудников предприятий, специализированных на производстве одежды, с целью исследования существующих способов отбора моделей на различных производствах, а также особенностей рабочего процесса и используемых в настоящий момент баз данных и осуществлен опрос сотрудников предприятий, специализированных на производстве одежды, и проведен анализ его результатов.

Результаты исследования:

1. Выявлены требования, предъявляемые к структуре базы данных для отбора моделей к запуску в массовое производство;
2. Определена необходимая информация, отсутствующая в используемых базах данных;
3. Определены необходимые функции, отсутствующие в используемых базах данных;
4. Определены наиболее трудоемкие фазы, требующие максимального упрощения и автоматизации;
5. Определен перечень информации для блока «Маркетинг и аналитика».

Вся полученная информация является необходимой и крайне полезной для создания структуры базы данных для отбора моделей к запуску в массовое производство. Однако важно понимать, что для создания удобной структуры необходимо учитывать не только данные опроса опытных сотрудников швейной индустрии, но и известные нормы и правила, опираясь на необходимые нормативные документы. Прежде всего соблюдение такой стратегии способно дать наиболее качественный результат.

Список литературы:

1. ГОСТ 4103-82 Изделия швейные. Методы контроля качества (с Изменением N 1).
2. Коблякова Е.Б., Мартынова А.И., Ивлева Г.С. и др. Лабораторный практикум по конструированию одежды с элементами САПР: учебное пособие – М.: Издательство «Легкая индустрия», 1992 – 320 с.
3. Родичкина Е.Н., Зарецкая Г.П. Формирование системы баз данных при проектировании специальной одежды с применением информационных технологий // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: XXII Международная научно-техническая конференция (Пенза, 27-28 сентября 2018). Пенза: Изд-во: Пензенский государственный аграрный университет, 2018
4. Скляр Е.Н. Маркетинговые исследования: практикум / Е.Н. Скляр, Г.И. Авдеев, В.А. Алексунин. — 2-е изд., стер. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. — 214 с.

СЕКЦИЯ «ЭНЕРГЕТИКА»

СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЭП

Васько Андрей Викторович

*студент, кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Кропачева Людмила Владимировна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Передача электроэнергии – это процесс, который сегодня человечество приравнивало к «естественному». Представить нашу жизнь без электричества просто невозможно. Электричество для современного человека – это так же важно, как воздух и вода. Только за последние десятилетия в мире были проложены под землёй и над землёй миллионы километров проводов. На исследование способов передачи электроэнергии приложены колоссальные усилия людей и огромные финансовые ресурсы.

Передача энергии на расстояния – это всегда вопрос компромисса. Что выгоднее: прокладывать линии электропередач (ЛЭП) под землёй или же над землёй? Какими преимуществами обладает каждый из способов? Исследования на эту тему продолжаются до сих пор во всём мире. Разработка улучшенных способов передачи электроэнергии – один из самых актуальных вопросов в мире энергетики на сегодняшний день.

Одним из самых важных конструктивных элементов для сборки и монтажа линий электропередач являются опоры. Производство опор ЛЭП ведется с полным соблюдением требований актуальных ГОСТов и других нормативных документов.

Поскольку эксплуатация линий электропередач проходит на открытом воздухе, и они подвержены воздействию влаги, ветра, солнечных лучей,

они требуют проведения регулярных профилактических работ. Обслуживание воздушных линий осуществляют специализированные компании.

Протяженность линий электропередачи в Беларуси на 01.01.2020 составляет 279,73 тыс. км., из них воздушных 239.03 тыс. км, кабельных 40,70 тыс. км. Легко заметить, что воздушные ЛЭП используются в пять раз больше, чем кабельные. Чем это обусловлено? Попробуем рассмотреть достоинства и недостатки кабельных и воздушных линий электропередач и понять, почему же предпочтение отдаётся вторым.

Воздушные линии (ВЛ) электропередач обладают преимуществом при использовании для передачи электроэнергии больших мощностей на дальние расстояния, например, для связи между крупными городами, для связи городов и населенных пунктов внутри области или района. В то же время, кабельные линии электропередач применяют там, где по техническим или эстетическим соображениям применение воздушных линий невозможно. Основная область применения кабельных линий(КЛ)- — это: внутренние электрические сети зданий и сооружений, электрические сети городов и поселков в районах застройки зданиями в 4 этажа и более, электрические сети мегаполисов и крупных городов, электрические сети внутреннего электроснабжения промышленных предприятий, территория которых насыщена зданиями и производственными помещениями, электрические сети, проходящие через парковые зоны, скверы, сады, а также метро. В городских районах метро - это почти единственный выбор. Здесь требуется слишком много схем, а надземное пространство слишком дорого или просто недоступно, в таких случаях и приходят на помощь кабельные линии.

По сроку длительности службы выигрывают, определённо, воздушные линии. Срок их службы составляет от 30 до 50 лет, в свою очередь, у кабельных линий срок службы варьируется от 20 до 40 лет в зависимости от типа изоляции. Подземные линии считаются более надёжными. Не последнюю роль в этом играет защищенность от неблагоприятных погодных условий и грозовых перенапряжений. А так как воздушные линии электропередачи сооружаются

на открытой местности, то они, в отличие от кабельных линий, подвергаются различным атмосферным воздействиям, которые в зависимости от географического расположения местности проявляются в разных степенях. Условия работы воздушных линий электропередачи во многом зависят от климатических условий: атмосферные перенапряжения, изменения температуры окружающей среды, действие ветра, гололедные образования на проводах, вибрации и «пляска» проводов, загрязнение воздуха, влияние геомагнитных бурь. Отказы, вызванные влиянием климатических воздействий, составляют порядка 40 %. Самыми тяжелыми являются гололедно-ветровые воздействия. И хоть кабельные ЛЭП гораздо менее подвержены действию климата, недостатком их является вероятность механических повреждений в результате проведения несогласованных земляных работ вблизи кабельной трассы. Также стоит учитывать, что чрезмерные смещения и просадки грунта могут привести к деформации, растяжению и, как следствие, повреждению кабельной линии. Здесь становится очевидным ещё один недостаток КЛ ЛЭП: для поиска и устранения повреждения у КЛ ЛЭП необходимо проведение земляных работ, наличие специализированного оборудования для поиска места повреждения, проверки изоляции линии, а также оборудование для монтажа соединительных муфт. После ликвидации повреждения требуется проверка правильности фазировки. Таким образом, поиск повреждений на кабельной линии получается достаточно сложным и долгим, вместе с этим растёт продолжительность простоя из-за долгого поиска неисправностей и долгого процесса ремонтных работ, что приводит к экономическим потерям. В свою очередь при повреждении ВЛ неисправность можно обнаружить даже визуально. Но воздушные линии электропередачи – это наиболее повреждаемые элементы электрических сетей из-за территориальной протяженности и, как говорилось выше, подверженности влиянию климатическим воздействиям. Причиной повреждаемости воздушных линий электропередачи также могут стать следующие факторы: старение оборудования и изоляции; посторонние воздействия; недостатки проектирования; дефекты конструкции и изготовления; дефекты монтажа; недостатки эксплуатации.

Аварии на воздушных ЛЭП случаются приблизительно в 9 раз чаще в год, чем аварии на кабельных линиях, поскольку у воздушных цепей больше неисправностей, они вызывают больше провалов напряжения.

По критерию безопасности воздушные ЛЭП уступают кабельным, так как при прокладке ЛЭП под землёй отсутствует доступ посторонних лиц к линии. При использовании ВЛ ЛЭП присутствует возможность поражения электрическим током в случае приближения людей к поврежденному участку ВЛ, к проводу, лежащему на земле (действие шагового напряжения). Также опасность представляет приближение к проводам исправной ВЛ на недопустимое расстояние. Безопасность при эксплуатации КЛ ЛЭП позволяет прокладывать линии электропередачи в населенных пунктах, в местах скопления людей, интенсивного движения транспорта, а также в других местах, где строительство ВЛ затруднено или невозможно.

В силу такого количества недостатков ВЛ являются более дешёвыми, по сравнению с кабельными. Строительство воздушной линии электропередачи обходится на 25-30% дешевле, чем обустройство канала для кабеля под землей. Это и является главным преимуществом воздушных линий. Подземная линия обычно стоит приблизительно в 2-2,5 раза дороже эквивалентной воздушной цепи.

Несмотря на все преимущества и недостатки обоих видов электропередач у них есть один общий и существенный недостаток – пагубное воздействие на живые организмы. Линии электропередач при работе создают в прилегающем пространстве электрическое и магнитное поля промышленной частоты. Расстояние, на которое распространяются электромагнитные поля от проводов линии достигает десятков метров. Дальность распространения электромагнитного поля зависит от величины напряжения ЛЭП, чем выше напряжение - тем больше зона повышенного уровня электромагнитного поля, при этом размеры зоны не изменяются в течении времени работы ЛЭП.

Дальность распространения магнитного поля ЛЭП зависит от величины протекающего тока или от нагрузки линии. Поскольку нагрузка ЛЭП может неоднократно изменяться как в течении суток, так и с изменением сезонов года, размеры зоны повышенного уровня электромагнитного поля также меняются.

Электромагнитные поля ЛЭП являются очень сильными факторами влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия. Например, в зоне наибольшего действия электрического поля, вблизи высоковольтных опор ЛЭП и траверс ЛЭП у насекомых проявляются изменения в поведении: так у пчел фиксируется повышенная агрессивность, беспокойство, снижение работоспособности и продуктивности, склонность к потере маток; у жуков, комаров, бабочек и других летающих насекомых наблюдается изменение поведенческих реакций, в том числе изменение направления движения в сторону с меньшим уровнем поля. У растений часто встречаются аномалии развития - меняются формы и размеры цветков, листьев, стеблей, появляются лишние лепестки.

Специфическая особенность эксплуатации ЛЭП связаны с действием на окружающую среду комплексом биологических факторов электромагнитной природы, включающей в себя:

- переменных электромагнитный потенциал на проводе;
- электрические токи утечки;
- электрические токи заземления в почве;
- коронный разряд;
- ионизирующее излучение;
- под воздушной линией электропередачи, которые распространяются на многие сотни километров, отводится большая земля, называемая "полосой отчуждения".

На организм человека влияет длительное пребывания в зоне ЛЭП. Кратковременное облучение в течение нескольких минут способно повлиять только на гиперчувствительных людей или у больных некоторыми видами аллергии. Например, хорошо известны работы английских ученых в начале 90-х годов показавших, что у ряда аллергиков под действием электромагнитного поля ЛЭП развивается реакция организма по типу эпилептической. При продолжительном пребывании (месяцы - годы) человека в электромагнитном поле ЛЭП могут развиваться заболевания преимущественно сердечно-сосудистой и нервной

систем организма человека. В последние годы в числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания людей.

Наибольшее влияние электрическое поле ЛЭП оказывает на человека в обуви, изолирующей его от земли. В этом случае на изолированном от земли проводящем теле человека наводится потенциал, зависящий от соотношения емкости тела на землю и на провода ЛЭП. Чем меньше емкость на землю (чем толще, например, подошва обуви), тем больше наведенный потенциал, который может составлять несколько киловольт и даже достигать 10 кВ.

Исходя из конструктивных особенностей линии электропередачи (провисания провода) наибольшее влияние электромагнитного поля на человека проявляется в середине пролета, где напряженность для линий сверх- и ультравысокого напряжения на уровне человеческого роста составляет 5 - 20 кВ/м и выше в зависимости от класса напряжения и конструкции линии.

У опор ЛЭП, где высота подвеса проводов наибольшая и сказывается экранирующее влияние опор, напряженность поля наименьшая. Так как под проводами ЛЭП могут находиться люди, животные, транспорт, то возникает необходимость оценки возможных последствий длительного и кратковременного пребывания людей в зоне ЛЭП, в электрическом поле различной напряженности.

В опытах, проведенных многими исследователями, обнаружено четкое пороговое значение напряженности электромагнитного поля ЛЭП, при котором наступает разительное изменение реакции организма человека. Значение определено равным 160 кВ/м, меньшая напряженность электромагнитного поля сколько-нибудь заметного вреда человеку не наносит. Ряд западных исследований свидетельствуют, что при проживании вблизи ЛЭП повышается риск ряда заболеваний, причем именно из-за магнитной составляющей. Некоторые результаты настораживают.

Так, шведские ученые установили, что у людей, проживающих на расстоянии до 800 м от ЛЭП напряжением 200 кВ, статистически чаще встречаются лейкозы, опухоли мозга, онкология молочной железы. У мужчин снижается репродуктивная функция, снижается процент рождения мальчиков. Исследователи установили,

что виной всем перечисленным проблемам – повышенный уровень магнитной составляющей электромагнитного поля, и оценили опасный порог плотности магнитного потока в 0,1 микротеслы (мкТл).

К аналогичному выводу пришли и финские специалисты. Правда, исследования они проводили в пятисотметровом коридоре от ЛЭП напряжением 110-400 кВ. Опасным порогом ученые Финляндии сочли значение плотности магнитного потока в 0,2 мкТл.

Напряженность электромагнитного поля в зонах опор ЛЭП 750 кВ на высоте человеческого роста примерно в 5-6 раз меньше опасных значений. Выявлено неблагоприятное воздействие электрического поля промышленной частоты на организм людей, обслуживающий опоры ЛЭП и подстанции ОРУ напряжением 500 кВ и выше; при напряжении 380 и 220 кВ это действие выражено слабо. Но при всех напряжениях действие поля высокой частоты на организм человека зависит от продолжительности нахождения в нем.

Как видно, основная часть недостатков выпадает всё же на долю воздушных линий электропередач.

На основании проведенных исследований разработаны санитарные нормы и правила, где указываются минимально допустимые расстояния расположения жилых построек от стационарных излучающих объектов. В ряде случаев, для защиты человека применяются громоздкие металлические экраны, в виде листов, сеток и других приспособлений.

Как видно из вышесказанного, сравнение двух видов передачи электроэнергии – это очень сложная задача, так как при прокладывании линий электропередачи обоих типов необходимо учитывать большое множество нюансов.

Исходя из анализа сравнения можно сделать вывод:

1. Кабельные линии электропередач по сравнению с воздушными являются более современными и эффективными
2. Передача электроэнергии посредством воздушных и кабельных линий электропередач устаревает

3. Воздушные и кабельные линии электропередач имеют пагубное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

Чтобы исключить вред для человека и экологию, необходимо найти и разработать другие виды передачи электроэнергии. К примеру, беспроводная передача электроэнергии – это альтернативный инновационный вариант, который позволит человечеству сделать шаг навстречу безопасной передаче электроэнергии с минимумом потерь.

Список литературы:

1. Кропачева Л.В. Принципы формирования энергосистемы и перспективы её развития: пособие /Л.В. Кропачева, В.Н. Комар, Е.А. Иванова. – Гродно: ГрГУ им. Я. Купалы, 2015. – 39 с.
2. Основные показатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnye-pokazateli/>. – Дата доступа: 25.03.2020.
3. Влияние ЛЭП на здоровье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://gamma7.ru/zashhita-ot-elektromagnitnogo-izlucheniya/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya-na-cheloveka/vliyanie-lep-na-zdorove/?doing_wp_cron=1587047677.4365429878234863281250. – Дата доступа: 26.03.2020.
4. Кабельные и воздушные ЛЭП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psk-energo.ru/vozdushnye-i-kabelnye-linii-elektroperedachi>. – Дата доступа: 20.03.2020.

ЭНЕРГОСИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И СТРАН ЕС

Злобина Юлия Валерьевна

*студент,
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Кропачева Людмила Владимировна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доцент,
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Производство, передача и потребление электроэнергии - вот «три кита» на которых держится электроэнергетика любой страны.

Развиваясь, современный мир требует от электроэнергетики перспективных, свежих решений, которые в будущем позволили бы передавать электроэнергию с минимальными потерями, а в идеальном случае – без потерь. Чтобы государству улучшить свою систему передачи электроэнергии ему необходимо, во-первых, анализировать свою нынешнюю систему: находить в ней недостатки и развивать пути их устранения, а во-вторых, необходимо проводить сравнения с мировыми энергосистемами, знакомиться с новинками и достижениями в этой области.

Рассмотрим сравнительный анализ энергосистем стран Европейского Союза и Беларуси, а также точки соприкосновения и принципиальные различия.

Электроэнергетика сегодня – это высокоавтоматизированный комплекс как в ЕС, так и в Беларуси.

В Беларуси системы электроэнергетики объединены единым режимом работы и централизованным диспетчерским управлением, которое называется РУП «ОДУ». Степень автоматизации энергосистем уже достаточно высока и продолжает расти повсеместно. Основные вопросы проектирования, строительства, создание основы действий при автоматизации энергосистемы – сложной комплексной программы, продолжают разрабатываться.

В ЕС автоматизации отведена львиная доля внимания. В автоматизацию энергосистем Европы регулярно вкладываются большие инвестиции. Их цель - уменьшения вмешательства человека и повышение эффективности работы системы.

Энергосистема Беларуси является магистрально-радиальной, закольцованной (рис.1); европейские системы в своём большинстве – так же магистральные (рис.2). Оборудование, как правило, схожее: проводники, изоляция, защитные устройства, разрядники, трансформаторы, опоры, траверсы и так далее.

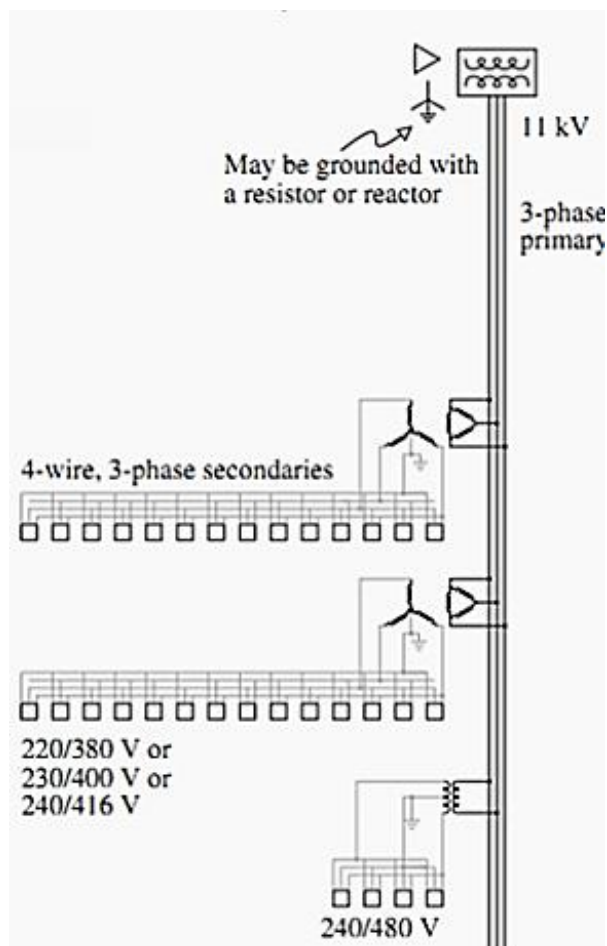
Белорусская система электроснабжения представляет собой огромную высоковольтную сеть – Объединённую Энергосистему Беларуси (ОЭС).

СХЕМА ОСНОВНОЙ СЕТИ ОЭС БЕЛАРУСИ



Источник: www.energo.by.

Рисунок 1. Схема основной сети ОЭС Беларуси.



Источник: ЕЕР – Electrical engineering portal.

Рисунок 2. Распределительные сети в ЕС.

Электрическая сеть белорусской энергосистемы на 01.01.2020 включает в себя воздушные и кабельные линии электропередачи общей протяжённостью около 280 тыс. км.

Воздушные ЛЭП делятся на напряжения 0,4 кВ; 10 кВ; 35 кВ, 110 кВ, 220 кВ и 750 кВ. Напряжение 660/380 В используется в силовых сетях объектов с мощными приемниками, передаваемая мощность в таком случае составляет 200/300 кВт на расстояние до 250 км. Напряжение 6 и 10 кВ широко используются в питающих линиях большей части объектов мощностью до 1000 кВт при длине линий до 15 км. Напряжения 35/220 кВ применяются в воздушных линиях, питающих объекты от госэнергосистемы при мощности более 1000 кВт и длине линий свыше 15 км. Они позволяют передавать

мощности 10/150 МВт на расстояния соответственно 200/500 км. Для сетей сверхвысокого напряжения с номинальным напряжением 330/750 кВ. характерна передача значительной мощности более 500 МВт на сверхдальние расстояния, т.е. более 500 км. При этом линий напряжения 750 кВ в Беларуси всего одна «Смоленская АЭС — подстанция "Белорусская"».

Европейские страны могут «похвастаться» бóльшим количеством сетей сверхвысокого напряжения 380-420 кВ. Линии 230 кВ и линии 110—150 кВ выполняют функции распределительных сетей. Напряжения 500 и 750 кВ в ЕС не используются, однако во Франции в связи с ростом нагрузок разработан проект сооружения линий напряжением 750 кВ. При этом планируется реконструировать уже эксплуатируемые линии 380 кВ для подвески одной цепи 750 кВ.

Линии ультравысокого напряжения свыше 1000 кВ не применяются ни в Европейских странах, ни в Беларуси, но в перспективе рассматривается строительство четырех крупных линий электропередачи сверхвысокого напряжения, проходящих по территории Германии.

Основные параметры сети переменного тока — напряжение и частота — различны в Европейских странах и Беларуси. Сетевое напряжение в трёхфазных сетях переменного тока Европы составляет 230/400 В при частоте 50 Гц, а в промышленных сетях — 400/690 В.

В Беларуси по линиям так же генерируется и передаётся трёхфазный ток промышленной частоты 50 Гц, повышенный до высокого 220 кВ, 330 кВ и сверхвысокого напряжения 750 кВ. К жилым домам и в сельской местности подводятся системы с межфазным напряжением 400 Вольт. В европейских системах для питания потребителей в сельской местности есть варианты использования однофазных систем.

Европейская система отличается от Белорусской более мощными трансформаторами, вместе с этим на один трансформатор приходится большее количество потребителей.

Более того, различия в энергосистемах Евросоюза и Беларуси могут быть обусловлены инфраструктурой и особенностями ландшафтов. К примеру, в таких странах как Черногория и Хорватия, где преимущественно горный рельеф, линии электропередач прокладываются буквально по горам и крепятся специальными приспособлениями. Беларусь же отличается своим равнинным ландшафтом, где нет трудностей в возведении воздушных ЛЭП. Инфраструктура в ЕС, включающая в себя автомобильные дороги, здания и сооружения, росла в зонах с развитой электрической системой, поэтому проекты приходилось «подгонять» под существующую схему, вторичная сеть обычно привязана к постройкам. А в Беларуси инфраструктура и электрические сети строились одновременно, затем лишь модернизировались.

Важным аспектом в рассмотрении линий электропередач является надёжность. Ей стоит уделить большое внимание.

Так как Европейские системы проложены, в основном, в виде одной питающей магистрали и первичных распределительных сетей там меньше, то потеря головного участка кабеля, как правило, оборачивается большой аварией, ведь отключаются сразу все потребители, подключённые к данной магистрали. Для обеспечения надёжности системы используется большее количество коммутационных аппаратов и прочих механизмов для поддержания удовлетворительного уровня надёжности.

Что же касается Беларуси, то система предотвращения нарушений устойчивости представляет собой структуру из четырёх уровней: 1) локальные устройства, которые реализуют команды от узлового устройства; 2) узловое устройство противоаварийного управления (районное); 3) системное устройство, координирующее устройства второго уровня, сохраняет устойчивость целой ОЭС; 4) центральное устройство энергообъединения, которое управляет уровнями 3 и 2.

В целом и общем, методы обеспечения надёжности энергосистем Европы и Беларуси схожи.

Надёжность электроснабжения и качество электроэнергии в Беларуси определяются при помощи термина «категории электроприёмников». То есть все электроприёмники подразделяются на следующие категории:

- Особая категория: требует непрерывного бесперебойного обеспечения электроэнергией.

- Первая категория: в нормальных режимах такие потребители обеспечиваются электроэнергией от двух независимых источников питания, так как перерыв в электроснабжении данных потребителей может повлечь опасности для жизни людей, большой ущерб производству или массовый брак продукции (вентиляционные, сталелитейные цеха, операционные в больницах).

- Вторая категория: допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания. Перерыв в электроснабжении допускается до нескольких часов. При нормальных режимах потребители должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых, взаимно резервирующих источников питания.

- Третья категория: допускается перерыв в работе около 24 часов. Электроснабжение может выполняться от одного источника питания.

В зарубежной практике такого понятия как «категории» нет, для определения надёжности электроснабжения используется система её показателей:

- SAIFI (System Average Interruption Frequency Index — средняя частота появления повреждений в системе) — характеризует среднее число раз в год, когда потребители теряли электроснабжение;

- SAIDI (System Average Interruption Duration Index — средняя продолжительность отключения) — характеризует в среднем продолжительность одного отключения в системе в год;

- CAIFI (Customer Average Interruption Frequency Index — средняя частота отключения одного потребителя) — характеризует в среднем количество отключений одного потребителя;

- CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index — средняя продолжительность отключения одного потребителя) — характеризует в среднем время восстановления питания одного потребителя.

Качество электроэнергии в любой точке мира определяет продолжительность и стабильность работы электроприборов, что объясняет высокий уровень актуальности улучшения данного критерия. В настоящее время сети электропередачи получают масштабное развитие: в них внедряются новые электрические устройства, изменяются правила эксплуатации, меняется количество числа потребителей.

Особенностью Европейских систем является то, что в них легче обнаружить короткие замыкания через высокое переходное сопротивление.

Одним из наиболее частых видов повреждений в электросетях Беларуси является замыкание одной из фаз на землю, которое составляет около 80% всех повреждений. Эти замыкания возникают вследствие пробоя изоляции или обрыва проводов воздушной линии. Пробои изоляции происходят чаще всего из-за некачественных или устаревших материалов. В Европе такие пробои встречаются реже благодаря быстрым темпам смены изоляторов на опорах на более новые из композитных полимеров.

Замыкания на землю белорусские эксплуататоры электросетей, аналогично европейским, определяют по приборам контроля изоляции. При замыкании на землю одной из фаз показания прибора равняются нулю при металлическом замыкании. При замыкании через сопротивления показания уменьшаются, а показания приборов двух других фаз возрастут в раз при металлическом замыкании и увеличатся при замыкании через сопротивление. В высоковольтных сетях Беларуси, контроль изоляции проводится при помощи трёх вольтметров.

Более 40 % общих потерь в энергосистемах (исключая потребителей) приходится на распределительные трансформаторы. Остальное приходится на кабели и ЛЭП.

Потери электроэнергии в странах Европы находятся в диапазоне 4 -7 %, а в Беларуси (на момент 02.03.2020) потери в электрических сетях составляют 7.69%.

Несмотря на то, что КПД каждого отдельного трансформатора достаточно высок, потери всё же происходят при движении электроэнергии на каждом участке, связанном с ее преобразованием по напряжению, а так как в Европе распределение идёт также на вторичную сеть, то, очевидно, количество трансформаторов там больше, потому и растут потери. Даже в самых современных сетях потери на трансформаторное преобразование достигают 10 %, причем такие потери выше при малой нагрузке.

В Беларуси потери электроэнергии приходятся по большей части на корону в линиях 110 кВ и выше, проявляются они из-за избытков реактивной мощности в часы минимума нагрузки и рост загрузки низковольтных сетей из-за увеличения доли бытового потребления электроэнергии.

Так же стоит заметить, что в энергосистемах с большим «объёмом» мелкомоторной и бытовой нагрузки относительные потери электроэнергии, как правило, значительно выше. Так как Беларусь не обладает таким большим количеством производств, относящихся к тяжёлой промышленности, как Европа, то, соответственно, большая часть нагрузки отходит на бытовой сектор, что повышает потери.

Очевидно, что производство электроэнергии – это постоянно меняющийся комплекс, от которого зависит экономика и уровень жизни в различных государствах. Структура производства электроэнергии в ЕС постоянно закономерно менялась: сначала главенствующим топливным ресурсом был уголь, на нём работали ТЭЦ, затем доля его потребления уменьшилась, но возросла роль нефти и продуктов её переработки, в частности мазута. А так как нефть – ресурс истощаемый и дорогостоящий, на смену ей затем пришли более дешёвый природный газ и экологически-чистая атомная энергия. Пиком изменений стал переход к альтернативным источникам энергии, чего потребовала от Европы, и человечества в целом, ухудшающаяся экологическая обстановка в мире.

За последние десятилетия в Европе доля альтернативных источников энергии сильно возросла и занимает приблизительно 20%. Так происходит благодаря снижению затрат на возобновляемые источники энергии и политике их поддержки в странах Евросоюза.

В Беларуси тепловые станции остаются самым популярным видом из всех, представленных на энергетическом рынке. Они используют в качестве топлива уголь, мазут, газ. Возобновляемая энергетика в Беларуси также стремительно развивается: доля ВИЭ в потреблении достигает 6%. Вскоре структура производства электроэнергии в Беларуси должна измениться с запуском БелАЭС, которая будет вырабатывать в год 18 млрд кВт.ч электроэнергии.

При этом в Европейских странах АЭС наоборот постепенно закрываются из-за неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Хотя до сих пор в европейских странах находятся в работе 143 реактора. На сегодняшний день ЕС и Беларусь относятся к категориям стран, в которых основная доля электроэнергии вырабатывается на ТЭС.

В заключение следует обобщить основные различия и сходства систем электроснабжения стран ЕС и Беларуси. Бесспорно, данные системы являются очень разными, что затруднило их анализ и сравнение. Но всё же удалось выделить их схожие черты и кардинальную разницу.

У систем электроэнергии ЕС и Беларуси, прежде всего, одинаковая задача – это надёжная доставка электроэнергии потребителю. С уверенностью можно выделить их сходство и в способах передачи электроэнергии: по кабельным и воздушным линиям электропередач. Как в Беларуси, так и в Европейских странах кабельные линии используются преимущественно в крупных городах, а воздушные линии, в основном, «соединяют» города и регионы. Одинаковы в рассматриваемых системах и частоты передаваемого тока сети. А также из вышеописанного видно, что процент потерь электроэнергии в Беларуси очень близок к Европейскому показателю.

Принципиальное отличие в системах электроснабжения ЕС и Беларуси заключается, прежде всего, в разнице финансирования модернизации и

автоматизации систем. Белорусские системы проходят модернизацию не в таких быстрых темпах, как системы Евросоюза. Страны Евросоюза уже являются достаточно развитыми в энергетическом плане, в то время, как Беларусь ещё находится на пути развития и поиска альтернативных решений для улучшения своей энергосистемы. Кроме того, различия в энергосистемах обусловлены также территориальными признаками и инфраструктурными: в Европейских странах больше крупных мегаполисов, которые нуждаются в бóльших снабжениях электроэнергией, чем районные центры Беларуси.

Энергосистемы Европы и Беларуси постепенно реконструируются и будут продолжать совершенствоваться, так как область энергетики не стоит на месте, а роль электричества в жизни человека имеет колоссальное значение и с каждым годом возрастает. Надёжность, безопасность, качество – это одни из самых важных принципов в работе энергосистем, от которых зависит качество жизни населения и экономика государства. Улучшении этих показателей и есть общая цель энергетиков Беларуси, стран Европы, а также и всех других стран мира.

Список литературы:

1. Североамериканские и европейские системы распределения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://electrical-engineering-portal.com/north-american-versus-european-distribution-systems>.
2. Государственное Производственное Объединение Электроэнергетики «Белэнерго» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energo.by/>.
3. Как рождается электроэнергия? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://news.tut.by/society/306745.html>.

ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кузьмицкая Диана Павловна

*студент, кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: kuzmitskaya.di@gmail.com*

Кропачева Людмила Владимировна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: K_LV@mail.ru*

В настоящее время в соответствии с поручением Правительства Республики Беларусь Департаментом по энергоэффективности Госстандарта совместно с Министерством жилищно-коммунального хозяйства с участием других заинтересованных сторон подготовлен проект Указа Президента Республики Беларусь «О повышении энергоэффективности многоквартирного жилищного фонда». Проект Указа разработан для обеспечения снижения удельного теплопотребления жилищного фонда республики, создания предпосылок и условий для организации тепловой модернизации жилищного фонда с привлечением средств широкого круга источников финансирования, в том числе средств собственников жилья, международных финансовых организаций (Всемирный банк, Европейский инвестиционный банк, Европейский банк реконструкции и развития и др.), создания условий, стимулирующих собственников к инвестированию собственных средств в модернизацию жилья, и установления механизмов реализации энергоэффективных мероприятий в жилищном фонде.

Планируется проводить следующие мероприятия:

- устройство систем рекуперации тепловой энергии;
- утепление конструктивных элементов здания (крыша, стены, чердачное перекрытие, перекрытие над подвалом и другие);
- реконструкция и техническая модернизация системы отопления и горячего водоснабжения здания;

- устройство приборов индивидуального учета и регулирования тепловой энергии;
- устройство систем дистанционного съема показаний и ее элементов с индивидуальных приборов учета тепловой энергии;
- устройство индивидуальных тепловых пунктов;
- замена заполнений оконных и входных дверных проемов, расположенных во вспомогательных помещениях, утепление тамбуров, вентиляционных шахт;

Существенной задачей является доведение параметров удельного теплопотребления каждого жилого многоквартирного дома до уровня не выше 90 кВт*ч/кв. метрв год. Считается, что модернизация жилищного фонда будет проводится с участием финансовых средств граждан и государственной поддержки.

Комплексное решение по рекуперации тепловой энергии при эксплуатации воздушных компрессоров.

Существенная часть промышленных предприятий использует в производстве сжатый воздух, но всего лишь 15% полезной энергии остаётся в сжатом воздухе, а остальная преобразуется в тепло. Если же не использовать систему рекуперации данное тепло выбрасывается в атмосферу, а зачастую ещё требуется и система вентиляции, которая несет дополнительные издержки для предприятий в виде потребителя электроэнергии.

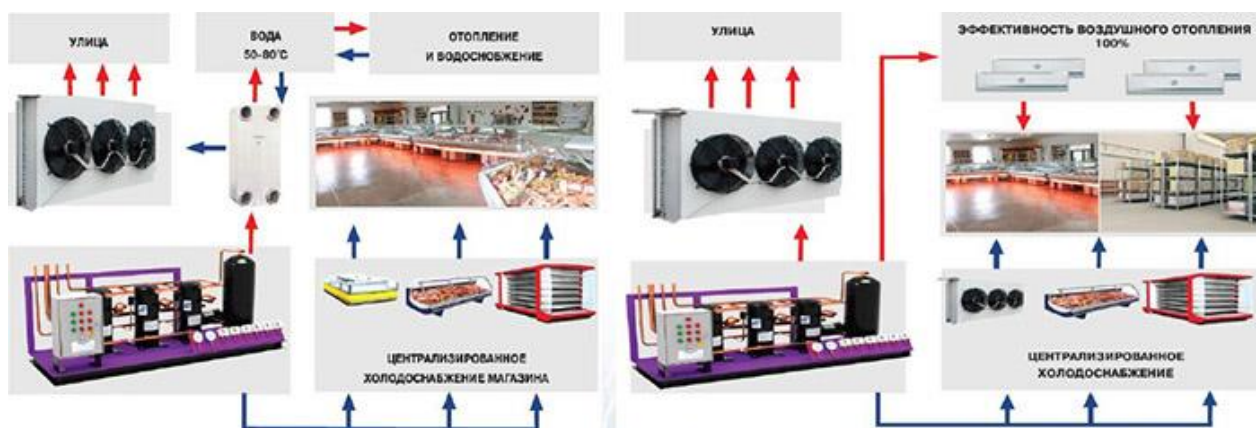


Рисунок 1. Способы использования систем рекуперации

Существенное значение имеет то, что применение систем рекуперации позволяет значительно уменьшить срок окупаемости всего парка компрессорного оборудования. Даже при использовании самых современных воздушных компрессоров срок окупаемости 2-3 года. В свою очередь, если использовать компрессорное оборудование со встроенной системой рекуперации срок окупаемости может составить меньше 1-го года.

Рассчитаем актуальную стоимость электрической энергии при использовании компрессора производительностью 700 нм³/ч с потребляемой мощностью установки около 58 кВт.

Удельный расход энергии на производство 1200 нм³ сжатого воздуха составляет:

$$\text{УРЭ} = G_{\text{сж.в.}} / N_{\text{э}} \cdot 1000 = 58 \text{ кВт} / 700 \text{ нм}^3/\text{ч} \cdot 1200 = 99,4 \text{ кВтч} / \text{тыс. нм}^3 =$$

$$24,28 \text{ кг у.т./тыс. нм}^3$$

Актуальная стоимость электрической энергии для промышленных потребителей составляет примерно 0,12 \$/кВтч. Таким образом, затраты на производство 1200 нм³ составят:

$$З_{\text{э.э.}} = \text{УРЭ} \cdot 0,12 \text{ $/кВтч} = 99,4 \text{ кВтч} / \text{тыс. нм}^3 \cdot 0,12 \text{ $/кВтч} = 11,3 \text{ $/ тыс. нм}^3$$

Аналогичные системы уже внедрены во многих предприятиях РБ (ОАО "Теплоприбор", ОАО Борисовский завод Автогидроусилитель, ОАО "ЛМЗ Универсал"). Стоит подчеркнуть, что данная система экономически выгодна для любого предприятия.

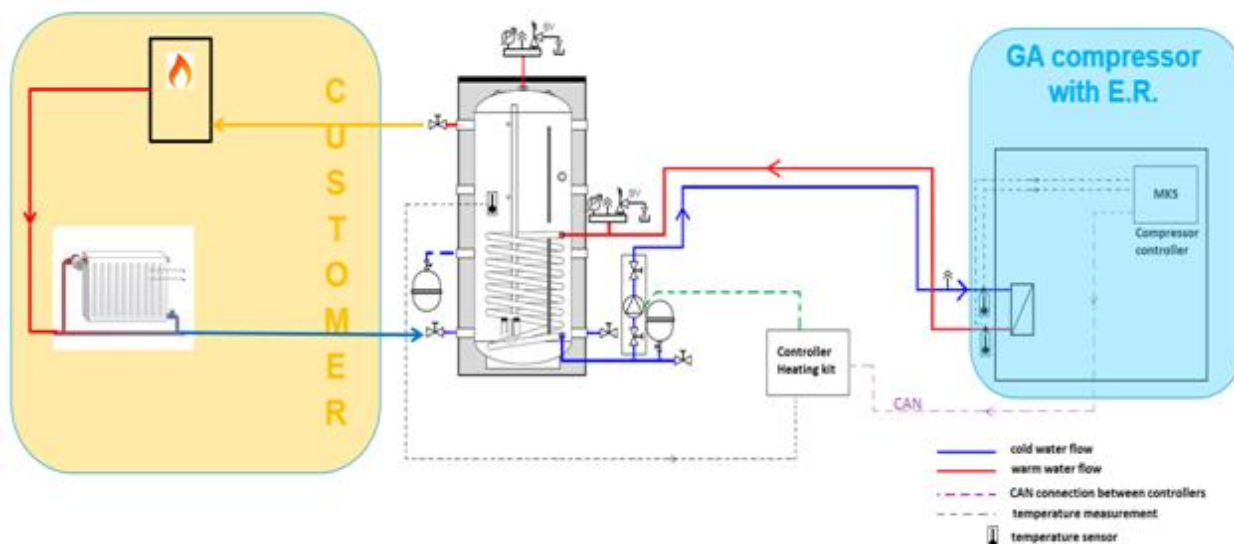


Рисунок 2. Схема системы рекуперации

Таким образом, применение систем рекуперации дает возможность повысить эффективность работы любого производства.

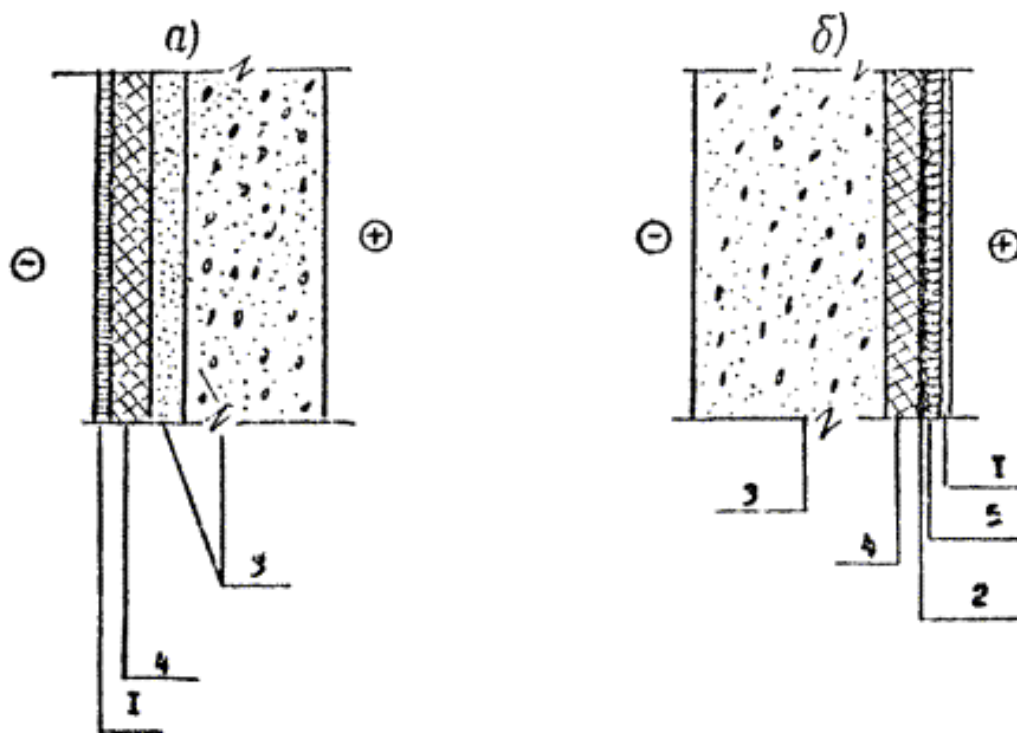
Системы рекуперации тепла позволяют:

- снизить себестоимость выпускаемой продукции, за счет экономии энергоресурсов;
- уменьшить срок окупаемости нового компрессорного оборудования;
- увеличить срок службы компрессорного оборудования за счет улучшения системы охлаждения;
- обеспечить предприятие альтернативным источником тепловой энергии, не требующим дополнительных энергоресурсов.

Рассмотрим утепление конструктивных элементов здания на примере утепления стен

Исследованиями установлено, что тепломеханические качества наружных стен ниже нормируемой величины и значительно ниже экономически целесообразного уровня.

Рассмотрим на примере утепления зданий со стороны фасадов.



Примечание: а - снаружи; б - изнутри; 1 - отделочный слой; 2 - слой пароизоляции; 3 - существующая наружная стенная панель; 4 - слой дополнительного теплоизоляционного материала; 5 - защитный слой (ДСП, сухая штукатурка);

Рисунок 3. Утепление зданий со стороны фасадов в разрезе

Устройство приборов индивидуального учета и регулирования тепловой энергии

Расчет потребления тепловой энергии по индивидуальным приборам возможен, когда регистрация доли отдельных отапливаемых помещений осуществляется с помощью теплосчётчиков (индивидуальных приборов тепловой энергии). В свою очередь расход тепловой энергии на отопления здания определяется по показаниям группового прибора учёта тепла. Это значит, что индивидуальные приборы учёта тепловой энергии целесообразно устанавливать, только если каждый потребитель имеет возможность регулировать потребление тепла в отдельной квартире с помощью радиаторных терморегуляторов или других устройств и может установить в квартире температурный режим.

Устройство систем дистанционного съема показаний и ее элементов с индивидуальных приборов учета тепловой энергии

Внедрение дистанционного съема показаний позволит полностью автоматизировать процесс снятия, передачи и обработки данных – выполнения расчета и начисления платы за жилищно-коммунальные услуги, то есть исключить необходимость в передаче населением и юридическими лицами объемов водопотребления.

Дистанционный съём имеет следующий преимущества:

- Точность снятия показаний количества индивидуальных приборов в разрезе заданного интервала времени;
- Своевременность начисления оплаты за оказанные услуги;
- Достоверность расчёта платы за услугу;
- Исключение манипуляций с теплосчётчиками;

Устройство индивидуальных тепловых пунктов (ИТП).

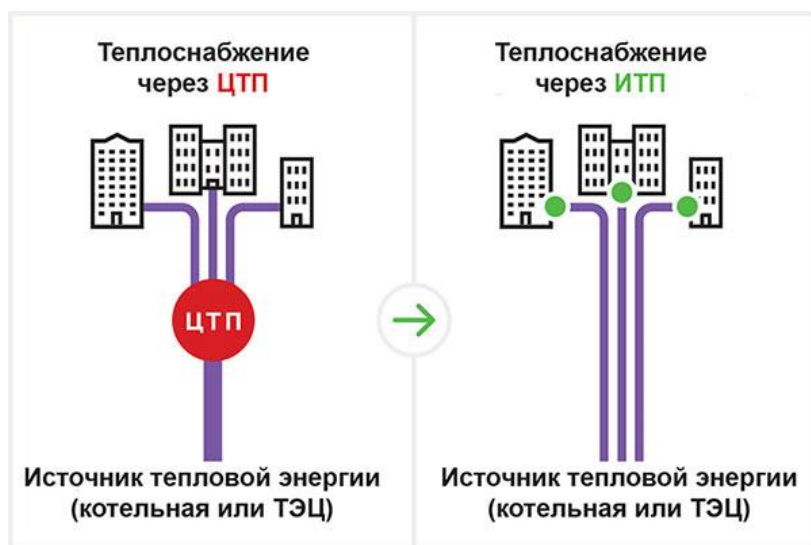


Рисунок 4. Устройство индивидуальных тепловых пунктов

Современные решения позволяют подключить каждое здание напрямую к источнику тепла, обходя центральные тепловые пункты. Данная схема даёт возможность в случае аварии или ремонта трубопровода отключать от системы только одного потребителя, а не всю группу, одновременно лишая отопления или горячей воды.

Список литературы:

1. Васильев Г.П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхности слоёв земли / Васильев Г.П. –Москва: Граница, 2006. – 176 с.
2. Трубаев П.А. Тепловые насосы / П.А. Трубаев, Б.М. Гришко. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – 142 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОБУСОВ

Кузьмич Алексей Викторович

*студент кафедры «Электротехники и электроники»,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Гаврилова Ирина Леонидовна

*научный руководитель,
ст. преподаватель кафедры «Электротехники и электроники»,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: ziu1995@mail.ru*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос возможности подключения зарядных станций электробусов к действующей тяговой сети троллейбуса с целью развития электротранспорта.

Ключевые слова: общественный транспорт, внедрение электробусов, зарядные станции, тяговая подстанция троллейбуса, суперконденсаторные батареи.

В последнее время широко стоит проблема экологии окружающей среды. Одним из источников загрязнения является химическая промышленность. Все более актуальной становится проблема обеспечения охраны окружающей среды от вредного воздействия транспортных средств, в том числе общественного транспорта. Снижение вредного воздействия всех видов общественного транспорта на здоровье человека и окружающую среду достигается за счет перехода на применение транспортных средств, работающих на экологических видах топлива и альтернативных источниках энергии, а так же снижение энергоемкости транспортных средств [4].

Особо остро эта проблема стоит в крупных городах с плотным потоком наземного транспорта. Кроме того, запасы нефти при нынешнем потреблении стремительно иссекают.

Президент Беларуси Александр Лукашенко подписал Указ "О стимулировании использования электромобилей" (Указ № 92 от 12 марта 2020 г.) [3]. Указ предусматривает меры, которые призваны стимулировать спрос на электромобили, создание в стране соответствующей зарядной и сервисной инфраструктуры.

В частности, владельцы электромобилей освобождаются от уплаты пошлины за выдачу разрешения на допуск к участию в дорожном движении. Физическим лицам не придется уплачивать НДС при ввозе в Беларусь электромобилей для личного пользования. При этом у них будет возможность вернуть уплаченную при приобретении электромобиля сумму НДС в пределах 500 базовых величин. Кроме того, владельцы электротранспорта освобождаются до 1 января 2026 года от платы за парковку в специально оборудованных местах на коммунальных автомобильных парковках.

В данной работе рассмотрим возможность внедрения электробусов в городские перевозки.

Общественный транспорт города Гродно (Республика Беларусь) представлен автобусами, работающими на углеводородном топливе, троллейбусами, а так же маршрутными такси. Протяженность маршрутной сети городского пассажирского транспорта – более 1200 км.

Принимая во внимание вышеперечисленные факторы, можно сделать вывод, что в городах с развитой системой общественного транспорта необходимо не только поддерживать существующий уровень электротранспорта, но и активно его развивать. Электрический общественный колесный транспорт (электробусы) способен перевозить значительные объемы пассажиров при минимальном воздействии на окружающую среду. Ожидается, что переход от дизельных автобусов, которые составляют значительную долю автопарка большинства городов мира, к электробусам будет устойчивым решением городских транспортных проблем.

Расширять троллейбусную инфраструктуру можно, но для этого необходимо развивать инфраструктуру. Для постройки этих сооружений требуются

значительные капиталовложения. Так же одним из «минусов» троллейбуса является зависимость от контактной сети, при выходе из строя небольшого участка контактной сети, движение полностью парализуется. И даже применение троллейбусов с возможностью автономного хода полностью проблему не решает.

Оптимальным вариантом развития городского электротранспорта может стать применение электробуса, но без развитой инфраструктуры он превращается в проблему. Заряжать электробус можно тремя разными способами: долгой ночной зарядкой, быстрой зарядкой на конечных станциях и экспресс-зарядкой на остановках [1].

Зарядные станции на остановках общественного транспорта требуются, например, электробусам на суперконденсаторах: над павильоном устанавливается контактная площадка или провода, которых автобус касается пантографом. Если суперконденсаторам хватает питания в течение нескольких секунд, то для подзарядки аккумулятора нужны хотя бы минуты. Учитывая, что современные литий-титанатные батареи Toshiba восстанавливают большую часть заряда за пять минут, на маршрутную сеть электробуса достаточно установить всего несколько зарядных станций, которые смогут поддерживать аккумуляторы автобуса заряженными [5].

Установленные зарядные станции можно запитать от действующей тяговой сети троллейбуса, что позволит сэкономить на строительстве контактных сетей.

Основными задачами внедрения электробуса являются:

1. Увеличение электротранспорта на городских маршрутах;
2. Замена автотранспорта, работающего на углеводородном топливе;
3. Снижение вредных выбросов в окружающую среду;
4. Экономия на строительстве новых тяговых подстанций для развития троллейбусной сети;
5. Экономия на строительстве дорогостоящих контактных сетей;
6. Использование незадействованных мощностей тяговой сети троллейбуса.

Для бесперебойного функционирования и удовлетворения требований работы маршрута ввиду ограниченной плотности накопленной энергии

суперконденсаторов, необходим быстрый перезаряд. В зарядном устройстве регулируется как выходное напряжение, так и выходной ток. По сути, зарядное устройство преобразует электроэнергию электрической сети в контролируемый постоянный ток [2].

Рассмотрим станцию заряда типа ЗСЭ-500Т производства ЗАО «НПП ЭНЕРГИЯ».

Станция предназначена для зарядки электробуса посредством пантографа, установленного на крыше электробуса.

В состав станции входят основные узлы:

1. шкаф для электрооборудования;
2. контактная группа;
3. электрооборудование;
4. комплект жгутов и кабелей.

В зарядном устройстве установлены: входной разъединитель в пластиковом корпусе, вводной контактор постоянного тока, контура перезаряда, изолированные блоки преобразования мощности, индуктивные накапливающие выходные фильтры постоянного тока, контактора постоянного тока.

Блок модуля преобразования мощности Busc используется для стабилизации входного напряжения питания. Изолированные блоки преобразования мощности используются для передачи постоянного напряжения с выхода, регулируя постоянный ток, пригодный для зарядки. Фильтр используется для поглощения высокочастотной составляющей выходного напряжения, уменьшая при этом помехи.

В режиме зарядки в работу включается зарядная кабина. Она производит зарядку электробуса по алгоритму, заложенному в систему управления, в автоматическом режиме при подключённом пантографе к контактным шинам с контролем выходных параметров тока и напряжения.

Информация о статусе и параметрах зарядки отображается на LCD дисплее зарядной кабины.

В городе Гродно широко развита инфраструктура троллейбуса, а так же имеются незадействованные мощности во время работы троллейбусов. Применение электробусов с суперконденсаторными батареями позволит догрузить тяговые подстанции, сэкономить на строительстве новых дорогостоящих контактных сетей. На рисунке 1 изображена схема подключения зарядной станции к тяговой сети троллейбуса. Значительно увеличится количество и маршрутная сеть электротранспорта, что существенно улучшит экологическую обстановку города с развитой промышленностью.

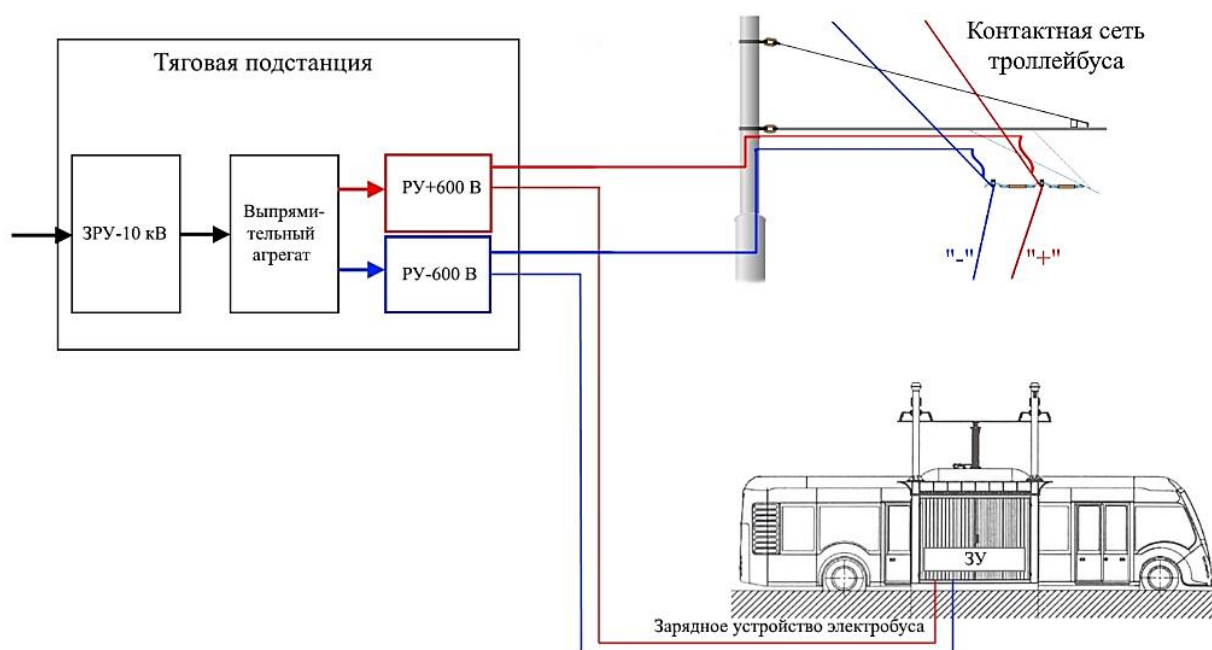


Рисунок 1. Схема подключения зарядной станции к тяговой сети троллейбуса

С развитием промышленности, совершенствованием суперконденсаторных систем, возможно, будет постепенный отказ не только от автобусов на углеводородном топливе, но и от троллейбуса, а значит и контактной сети.

Контактная сеть загромождает городскую инфраструктуру, требует на строительство больших денежных средств. Обслуживание сетей так же требует и значительных затрат на обслуживание и модернизацию.

Таким образом, применение электробусов с суперконденсаторными батареями позволит догрузить тяговые подстанции, сэкономить на строительстве новых дорогостоящих контактных сетей. Значительно увеличится количество

и маршрутная сеть электротранспорта, что существенно улучшит экологическую обстановку города с развитой промышленностью.

Зарядные станции электробуса можно размещать на конечных пунктах, территории отстоя (депо, парк), площадках производства профилактических ремонтов. Это позволит обустроить площадки на любой местности, в том числе и на территории существующих предприятий перевозчиков, таких как: УГП «Гродненское троллейбусное управление», на территории которого находится тяговая подстанция №1, «Автобусный парк г. Гродно» в непосредственной близости от которого расположена тяговая подстанция №6.

Список литературы:

1. Богданов Н.В. Перспективные направления развития городского рельсового электрического транспорта / Н.В. Богданов, В.П. Николаев, А.И. Сафонов. – Минск: Ураджай, 1999. – 63 с.
2. Минская урбанистическая платформа // Электробусы в мире и Минске [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа: <http://urbanist.by/electrobus/>. (Дата обращения: 13.04.2020).
3. Пресс-служба Президента Республики Беларусь // Указ Президента РБ №92 от 12.03.2020 «О стимулировании использования электромобилей» [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://president.gov.by/uploads/documents/2020/92uk.pdf>. (Дата обращения: 13.04.2020).
4. Шальнова Н.С. Проблемы и перспективы развития пассажирского транспорта // Молодой ученый. – 2011. – №12. Т.1. – С. 61-64. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/35/3976/>. (Дата обращения: 18.04.2020).
5. Энерговектор // Это электробус [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.energovector.com/energoznanie-eto-elektrobus.html>. (Дата обращения: 14.04.2020).

КОМПЛЕКС МЕР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Савлук Владислав Викторович

*магистрант, кафедра общей физики,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: svvstore@tut.by*

Энергия – это то, без чего сегодня нельзя представить человечество. Но помимо своего основного физического содержания, она имеет различные технические, политические, экономические и другие аспекты.

Рост населения планеты обуславливает и рост потребление энергии. За последние 50 лет количество производимой энергии возросло с 4876 МТОЕ до 13864 МТОЕ, тем самым опережая рост населения планеты, и составляет на сегодня 76 ГДж/чел. А с момента изобретения парового двигателя и электричества, основным источник добычи энергии являются традиционные ископаемые виды топлива (уголь, нефть и газ), запасы которых конечны. Ограничены также и запасы ядерного топлива.

Поэтому в связи с сокращением природных запасов традиционных энергоносителей, ростом цен и возникновением экологических проблем в энергетике наиболее перспективными направлениями на данный момент являются: использование возобновляемых источников энергии и повышение энергоэффективности.

В данной статье будет рассмотрена возможность постройки «Зданий нулевой энергии» в Беларуси с решением технических задач и подсчётом экономического эффекта.

Архитектурная концепция является одной из важных составляющих, которая при минимальных вложениях и грамотном подходе обеспечивает существенное повышение энергоэффективности здания. Так используя оптимальные архитектурные решения можно достигнуть того, чтобы здание максимально полезно использовало получаемую солнечную энергию и наиболее

эффективно использовало тепло. Так проектирование энергоэффективного здания базируется на таких принципах как:

- геометрия здания (минимальный коэффициент, отношения кубатуры здания к площади наружных стен);
- правильное расположение строения на участке, с ориентацией его по сторонам света;
- эффективная и качественная теплоизоляция здания, с исключением мостиков холода;
- максимальная герметичность здания с использованием приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией;
- оптимальные размеры остекления, включая ориентацию по сторонам света;
- защита светопрозрачных конструкций южной стороны.

Рассмотрим данные принципы на примере проектируемого здания.

Правильное расположение строения на участке, с ориентацией его по сторонам света даёт зданию свойство саморегулирования, благодаря которому получает в течение года от внешней среды оптимальное количество энергии при снижении тепловых сбросов и без перегрева в летний период. Так ориентация наиболее остекленного фасада здания позволяет получить наибольшее количество теплоты и освещения в зимний период.

Форма здания максимально приближенная к кубу позволяет уменьшить тепловые потери здания, за счёт уменьшения коэффициента отношения площадь наружных стен к объёму здания. Повышению тепловых потерь в здании также способствуют встроенные в его объём лестничные клетки, так как внутренние стены, ограничивающие их объём, по сути, являются наружными (рис.1а). Следует отказаться от подобного взамен на вариант неотапливаемой лестницы, пристроенной к строению, незадымляемой лестничной клетки из светопрозрачных наружных ограждений (рис.1б). Предлагаемый вариант позволяет снизить сметную стоимость 1м² общей площади здания при уменьшении расхода теплоты на отопление. Используя данный принцип разработаем архитектурный проект строения.

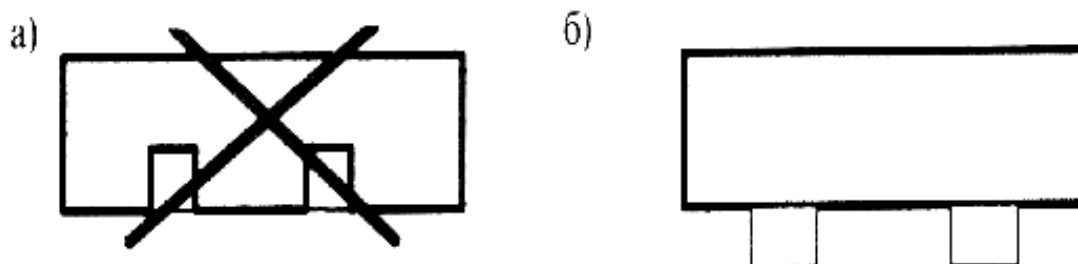


Рисунок 1. Формообразование зданий с незадымляемой лестничной клеткой: а) традиционное планировочное решение; б) предлагаемое планировочное решение

При проектировании здания надо использовать эффективные и качественные строительные и теплоизоляционные материалы, с исключением мостиков холода.

Для возведения несущих стен лучше всего подходит автоклавный газобетон — самый теплый материал из пригодных к возведению несущих стен. При средней плотности 300 кг/м^3 он обеспечивает гарантированную прочность $2,0 \text{ МПа}$, при коэффициенте теплопроводности в сухом состоянии λ_0 , не более $0,072 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, а в условиях эксплуатации $0,088 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$.

На теплоизоляционные свойства кладки из ячеистых бетонных блоков также влияют качество швов и их количество. Так использование мелкозернистого клея исключает образование так называемых "мостиков холода", - прослоек материала с высокой теплопроводностью, приводящих к снижению однородности кладки и росту теплопотерь.

Так же для исключения мостиков холода применяются легкие армированные брусковые перемычки из газобетона средней плотности 400 кг/м^3 , предназначенные для перекрытия проемов в перегородках и стенах из блоков.

А в качестве теплоизоляционного материала, обладающего наилучшими технико-экономическими показателями для применения в утеплении зданий получил экструдированный пенополистирол (XPS). Один из самых популярных материалов, обладающий высокой жесткостью и имеющий закрытую пористую структуру. Производится методом экструзии полистирола в присутствии вспенивающих агентов. При плотности $25\text{--}45 \text{ кг/м}^3$ пенополистирол экструдированного типа имеет коэффициент теплопроводности в пределах от $0,03$ до $0,035 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$.

Достоинства:

- минимальное водопоглощение;
- высокая прочность;
- экологическая безопасность;
- пожаробезопасность (низкая горючесть);
- устойчивость к воздействию низких температур.

Недостатки:

- разрушается под воздействием прямых солнечных лучей;
- слабая устойчивость к химически активным веществам.

Данный материал хорошо подходит для утепления кровли, стен, а так же фундаментов.

В фундаментах уменьшение теплопотерь и исключение мостиков холода достигается путем его изоляции по средствам теплоизолирующих материалов. Обычно применяется технология строительства «Шведская плита» (Рис.2.).

«Шведская плита» - это утепленный монолитный плитный фундамент малого заглубления. Главная особенность этой технологии в том, что всё основание дома базируется на слое утеплителя (под плитой). Под теплым домом грунт не промерзает и не пучится. Такой фундамент пригоден для любых грунтов, при любой глубине залегания грунтовых вод и наиболее энергоэффективен, обладая ещё лучшими характеристиками в сочетании с теплым полом.

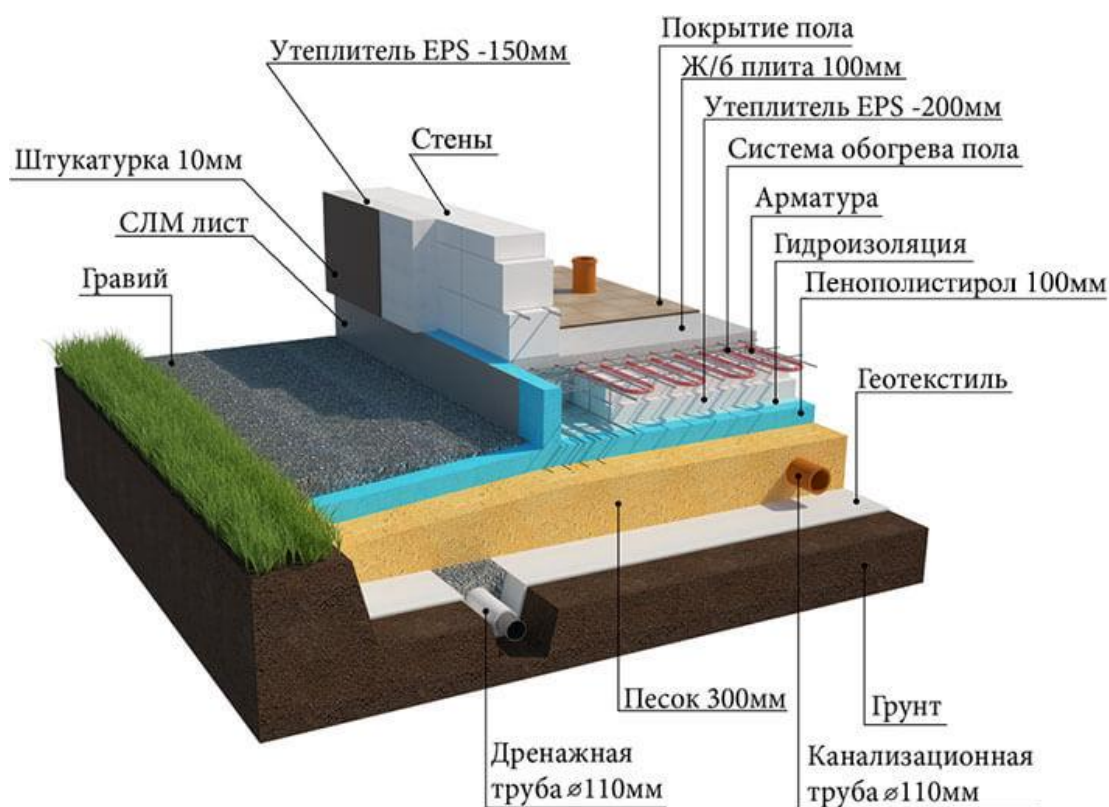


Рисунок 2. Принципиальная схема устройства фундамента по технологии «Шведской плиты».

Фундаментная плита в этом случае превращается в «печь», которая накапливает в себе тепло от носителя, а затем медленно отдает ее в помещение. Утепленное здание с таким фундаментом выдерживает до 7 дней без значительного падения температуры внутреннего воздуха с отключенным отоплением.

Для обеспечения нормальной работы утепленной шведской плиты (УШП) и предотвращения морозного пучения необходимо предусмотреть устройство системы отвода грунтовых вод (дренажная система по периметру сооружения). Важную роль играет также устройство не пучимой подготовки (подушка из крупного песка, щебня). В случае, если применяется комбинация слоев щебня и песка, необходимо предусмотреть разделение данных слоев геотекстилем (при расположении грунта мелкой фракции над более крупным). Под плиту необходимо заранее заложить все необходимые коммуникации (водопровод, электричество, канализация и т. п.) и вводы.

На Рис.3. видно, как распределяется температура под подошвой фундамента.

Так же существенную роль в теплозащите помещения играют окна и их правильный выбор, так как у них относительно большой коэффициент теплопроводности. Поэтому правильный выбор окна является хорошей мерой повышения энергоэффективности помещения.

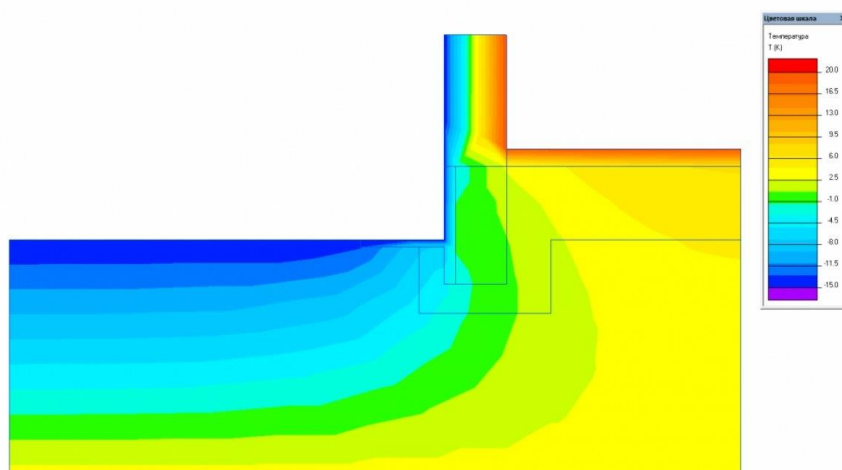


Рисунок 3. Распределение температуры под подоконной фундамента

Современное энергоэффективное окно, это многокомпонентная структура, которая состоит из следующих частей:

- ПВХ профиля (так 5-ти камерный профиль с коэффициентом сопротивления теплопередаче равным 0,80 Вт/(м·°C), по сравнению с 3-х камерного ПВХ профилем с коэффициентом сопротивления теплопередаче находящимся в пределах 0,6-0,69 Вт/(м·°C) эффективнее на 16%);

- системы выполнения остекления;
- типа стекла.

Значительно повышает сопротивление теплопередаче - использование стекла со специальным серебряным теплосберегающим покрытием, так называемого I-стекла. Это покрытие обеспечивает прохождение в помещение коротковолнового видимого солнечного излучения, но препятствует выходу из помещения длинноволнового теплового излучения, например от отопительного прибора: серебро великолепно отражает 95% длинноволнового инфракрасного теплового излучения от батареи обратно в комнату, а это не много ни мало 70% всего домашнего тепла.

Так же наибольшей эффективности энергосберегающие окна достигают в связке с использованием теплозащитных экранов-жалюзей, автоматически закрывающихся в темное время суток или в пики солнечной активности улучшая теплоизоляцию здания. Это подтвердили результаты натурных и лабораторных испытаний в климатической камере ГУП «НИИМосстрой», показавшие, что данный способ позволяет увеличить сопротивление теплопередаче оконной конструкции на величину 0,5 Вт/(м·°C).

В обычных домах вентиляция осуществляется за счёт естественного побуждения движения воздуха, который обычно проникает в помещение через специальные пазы (иногда через оконные проветриватели — клапаны приточной вентиляции) в окнах и удаляется пассивными вентиляционными системами, расположенными в кухнях и санузлах.

Так в энергоэффективном здании обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией. Принципиальная схема вентиляции с рекуперацией довольно проста и представляет собой теплообменник, в котором, встречаясь не перемешиваясь, два потока воздуха — вытяжной и приточный. Они обмениваются между собой тепловой энергией разности температур воздушных потоков. Так же удаляется влага из теплого воздуха, вследствие конденсации её на стенках теплообменника. При помощи рекуперации можно сохранить более 70% уходящего тепла.

Все вышеуказанные мероприятия имеют место быть при рассмотрении вопросов энергоэффективности малоэтажных строений, так как многоэтажные строения уже сами по себе не являются энергоэффективными.

Список литературы:

1. В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. — 1-е изд. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. — 294 с.
2. Закон Республики Беларусь об энергосбережении от 8 января 2015 г. № 239-З. — Минск, 2015. — 14 с.
3. BP Statistical Review of World Energy 2019 | 68th edition. — Centre for Energy Economics Research and Policy, Heriot-Watt University, 2019. — 64 с.

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ: БУДУЩЕЕ ИЛИ ПРОШЛОЕ?

Силюк Даниил Андреевич

*студент, кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Кропачева Людмила Владимировна

*научный руководитель, канд. физ.-мат. наук, доц.,
кафедра электротехники и электроники,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: K_LV@mail.ru*

Технологии не стоят на месте, развиваясь во всех направлениях, в том числе и в сфере транспорта. Инженеры, экспериментируя с разными энергетическими источниками, создают новые виды двигателей. В 21 веке перед конструкторами стоит нелегкая задача: создать максимально экологичный автомобиль, при этом повысив КПД всех агрегатов. Одними из самых перспективных направлений стало производство электромобилей и гибридов. Но так ли экологичны и эффективны электромобили в современных реалиях? Попробуем разобраться.

Начнем с того, какие же бывают «альтернативные» авто, доступные на белорусском рынке. Гибриды – это авто с классическим ДВС (двигатель внутреннего сгорания), а дополнительно установлен и электродвигатель. В такой машине рационально используется энергия торможения, называемая рекуперативным торможением, при котором заряжаются батареи. Также и сам ДВС заряжает батареи. Выработанная энергия, используется на низких скоростях. Гибриды в свою очередь делятся на два вида: с возможностью подзарядки (Plug-in) от розетки и без возможности. У данных ТС (транспортное средство), как и у классических авто, запас хода ограничен только наличием запаса топлива в баке, однако имеются аккумуляторы, которые увеличивают запас хода.

Продолжим... Электрокары. Tesla, Илон Маск – этот бренд и это имя сейчас на слуху у всего мира. Компания Tesla смогла собрать и воплотить все самые инновационные технологии лучших конструкторов и инженеров. Они смогли сделать один маленький шаг для компании и огромный скачок для человечества,

задав гонку постройки эконо-авто. Однако, не все так просто. Электромобили приводятся в движение благодаря только электродвигателю. К сожалению, это еще новая технология, из которой не «выжали» все соки. Несмотря на все плюсы, а это: экологичность, экономичность, хотя со всем этим можно поспорить, существует ряд огромных недостатков. У многих моделей, особенно первого поколения, низкий запас хода. Так, например Nissan Leaf первого поколения, может проехать 100-120 км после полной зарядки летом и 80-90 км в зимний период соответственно. Tesla model S 1 порадует своего владельца пробегом в 420 км (в зависимости от комплектации) без подзарядки. Думаете 420 км это неплохо, а что если вам нужно проехать 1000 км? Немного физики. Емкость батареи измеряется в киловатт-часах, пусть, если мы заговорили о TESLA, она будет 85 кВт.ч. Это значит, что на бумаге она может выдавать мощность 85 кВт на протяжении одного часа или 85 часов по 1 кВт. Чтобы зарядиться, нужно сделать обратное действие, а именно – пустить на аккумулятор 85 кВт на протяжении часа или 85 часов подавать 1 кВт. Но не стоит забывать, что это идеальный вариант, утопия, стоит учитывать и потери, поэтому зарядка идет с разной скоростью. Идем дальше. Ватт – это напряжение, умноженное на силу тока. Если мы берем обычную бытовую евровилку в 220 В и силой тока в 16 А, мы получим максимальную мощность потребителя в 3,5 кВт. Если у нас есть трехфазная розетка в 380 В, то уже не все так плохо. Сила тока в таких розетках может быть как 16 А, так и 32А. Так компания TESLA предлагает дополнительной опцией поставить еще одно зарядное устройство, что позволит увеличить суммарную мощность зарядки до 22 кВт. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что средняя продолжительность зарядки электрокара составляет от 3 до 8 часов, в зависимости от марки, комплектации, типа вашего зарядного устройства, напряжения, силы тока, погоды, как расположены звезды на небе, вероятно, тоже имеет значение. А нужны ли все эти сложности, если среднее время заправки авто до полного бака светлыми нефтепродуктами составляет около 5 минут? Для электрокаров очень важна инфраструктура, ведь не на каждом углу можно найти зарядное устройство. Однако, Республика Беларусь

активно развивается в этом направлении, так в конце 2019 года на территории страны было установлено 250 зарядных станций, к 2021 году планируется увеличить их число вдвое. Немного статистики: в Республике Беларусь одна зарядка на один электромобиль, в Норвегии одна на 20, в Украине одна на 14. Следующий вопрос, встающий перед человеком, который хочет купить себе электромобиль – цена. Так цены Tesla можно сопоставить с ценами на «топовые» авто с ДВС. Да, и у электромобилей есть бюджетный сегмент, но у бюджетных электромобилей слишком малый запас хода и дизайн непривычный нашему глазу. Стоит отметить, что правительство Республики Беларусь, поддерживая развитие инновационных технологий в стране, отменила обязательную таможенную пошлину для электромобилей.

Компания «БелДжи» совсем недавно представила свой вариант электрокара Geely Geometry A. Планируется изучить спрос на данную модель, изучить конкурентные преимущества и проверить на сколько хорошо созданы условия эксплуатации электромобилей в стране. Пока о характеристиках Geely ничего не известно, но исходя из цены (37 200 долларов), можно надеяться, что «БелДжи» сможет составить конкуренцию американскому бюджетнику – Tesla Model 3 (48 000 долларов).

Перейдем, наверное, к самому интересному и спорному вопросу, касающегося экологичности. Бесспорно, электрокары решают одну из самых больших проблем крупных городов - шумовое загрязнение. При движении, такие машины не производят вредные выбросы, не загрязняя окружающую среду едкими газами и издают минимальное количество шума. По этим причинам во многих городах мира открыт въезд в центр города, в отличие от транспортных средств, работающих на привычном нам топливе. Копнем глубже. Да, электромобили не выбрасывают в атмосферу выхлопные газы, да они используют электричество, но как оно получено?! Можно ли назвать электромобиль экологичным, если он был заправлен электричеством, выработанным путем сжигания углеводородного сырья? По самым средним данным соотношение углекислого газа в граммах на километр пути составляет: для бензинового

двигателя 340, для дизельного двигателя 275, для электромобиля 290. Эти цифры не действительны для электромобилей, заправленных энергией, выработанной «зеленой энергетикой».

Действительно, в странах, развивающие «зеленую» энергетику, выбросы при производстве электроэнергии минимальны, а значит электро-транспорт работает на благо окружающей среды. Рано или поздно и такой транспорт придет в негодность, а это значит его нужно будет утилизировать. И снова встает вопрос, а точно ли экологичны они, ведь утилизация аккумуляторов не самое дешевое и экологичное занятие. И производство самих аккумуляторов намного грязнее, чем производство пусть дизельного двигателя. Инжиниринговая компания Ricardo установила, что при производстве одного легкового авто примерно вызывает выброс 5,6 тонны эквивалента CO₂ в атмосферу, для электрокара примерно 8,8 тонны. Большая часть выбросов приходится при производстве батарей.

Тем не менее, это прорыв в инженерии, в использовании энергоресурсов. Природные ресурсы не резиновые, поэтому нужно учиться генерировать и использовать новые виды энергий, при этом не причиняя ущерба нашей планете. Возможно, уже завтра человечество сможет отказаться от «грязной энергетики», тогда электромобили, действительно станут экологичным транспортом. Это новое направление, у которого большое будущее, правда, есть вероятность, что у следующего поколения эко-транспорта будут не электродвигатели, но это уже другой вопрос...

Список литературы:

1. Кропачева Л.В, Комар В.Н., Иванова Е.А. Принципы формирования энергосистемы и перспективы ее развития: пособие. -Гродно: ГрГУ,2015. -39 с.
2. Так ли экологичны электромобили? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/413217/>

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБОРУДОВАНИЕМ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO

Сокол Дмитрий Анатольевич

*магистрант, кафедра общей физики,
Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: s7dima@yandex.ru*

Системы автоматизации в том или ином виде используются сегодня практически на всех объектах производства. Это связано с тем, что использование электроники, в конечном счете, всегда выгоднее, чем использование большего количества персонала. Системы автоматизированного управления предназначены для управления различными процессами в рамках технологического производства предприятия. Они используются в производстве уже достаточно долгое время, но практически не использовались в быту, в виду своей дороговизны, и необходимости постоянного обслуживания. Но современный темп и качество жизни накладывают свои требования ко всему, что нас окружает, а особенно к частному домовладению. Благодаря развитию новых технологий автоматизированы многие процессы, а автоматика также обеспечивает управление всеми инженерными системами в нашем доме, что мы и называем «Умный дом».

Сложность системы «Умный дом» может варьироваться в весьма широких пределах.

По своей сути она является интегрированной системой безопасности и управления, которая может включать управление освещением, бытовыми приборами, видео, контролем доступа, осуществлять отправку извещений о состоянии систем контроля вашего дома.

Эти функции могут реализовываться заранее заданным алгоритмом (по расписанию), активироваться вручную (радиоканал, GSM, интернет), включаться автоматически при возникновении определенного события (например, повышение или понижении температуры в помещении).

Сама система может быть реализована в различных вариантах - с использованием специализированного оборудования, а также на базе технических средств систем безопасности: охранно-пожарная сигнализация, видеонаблюдение, оборудование систем контроля доступа. Для создания «Умного дома» в определенных случаях могут использоваться GSM приборы.

Все эти функции можно разделить на подсистемы, каждая будет отвечать за свои задачи.

Подсистема освещения и бытовых приборов: система регулирует работу абсолютно всех электроприборов, как внутренних, так и внешних, по определенному режиму или сценарию работы.

Подсистема контроля климата: создание климата является одной из основных функций умного дома, отлажено должны работать системы отопления, кондиционирования, увлажнения и вентиляции. В данном случае «Умный дом» также может создавать необходимые климатические условия по заранее запрограммированному алгоритму.

Подсистема безопасности: безопасность – это очень важная составляющая умного современного дома, которая позволяет избежать несанкционированного доступа посторонних лиц на территорию вашего дома, а так же может контролировать протечки воды, утечки газа и возникновение пожара. Благодаря размещению специальных датчиков она может включать тревожные сигналы

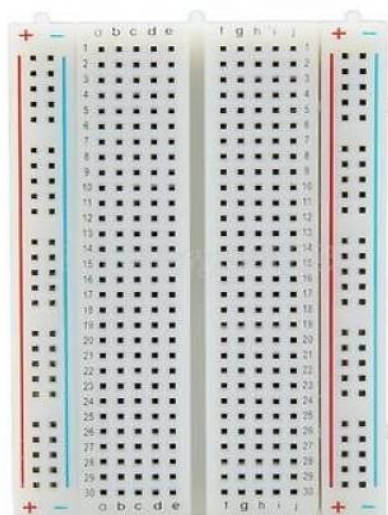
В целом эти системы включают в себя:

- технические средства обнаружения (извещатели);
- технические средства сбора и обработки информации (приборы приемно-контрольные, системы передачи извещений и т.п.);
- технические средства оповещения (звуковые и световые оповещатели, модемы и т.п.);
- программные средства;
- системы технического зрения.

Для принятия решений на основе информации, поступающей из разных узлов системы, используется центральный блок управления. Для каждого процессора существует язык программирования его логики. Arduino и Arduino-совместимые платы спроектированы таким образом, чтобы их можно было при необходимости расширять, добавляя в устройство новые компоненты. Эти платы расширений подключаются к Arduino посредством установленных на них штыревых разъёмов. Существует ряд плат с унифицированным конструктивом, допускающим конструктивно жесткое соединение процессорной платы и плат расширения в стопку через штыревые линейки. Кроме того, выпускаются платы уменьшенных габаритов (например, Nano, Lilypad) и специальных конструктивов для задач робототехники. Независимыми производителями также выпускается большая гамма всевозможных датчиков и исполнительных устройств, в той или иной степени совместимых с базовым конструктивом Arduino. Микроконтроллеры для Arduino отличаются наличием предварительно прошитого в них загрузчика (bootloader). С помощью этого загрузчика пользователь загружает свою программу в микроконтроллер без использования традиционных отдельных аппаратных программаторов. Загрузчик соединяется с компьютером через интерфейс USB (если он есть на плате) или с помощью отдельного переходника UART-USB. Поддержка загрузчика встроена в Arduino IDE и выполняется в один щелчок мыши.

Другой достаточно известной платой является Raspberry. Raspberry Pi представляет собой полнофункциональный компьютер, на котором может быть запущена операционная система Linux, поддерживающая многозадачность. К USB-портам можно подключать различные устройства, например для беспроводного подключения к сети Интернет.

Для сбора макета комплекса для автоматизации управления удобно использовать макетную плату (рисунок 1). Макетная плата — универсальная печатная плата для сборки и моделирования прототипов электронных устройств.



***Рисунок 1. Макетная плата для цифровых устройств,
для монтажа без пайки***

Макетные платы подразделяются на два типа: для монтажа посредством пайки и без таковой. Есть несколько различных типов макетных плат:

- Универсальные — имеют исключительно металлизированные отверстия, которые разработчик должен соединять перемычками.
- Для цифровых устройств — намечены возможные места для микросхем, по всей плате проведены шины питания.
- Специализированные — для устройств на микросхеме конкретной модели. На таких платах есть как заранее разведённые стандартные цепи, так и матрица отверстий и дорожек для нестандартных. Например, для микроконтроллерных устройств стандартными цепями будут посадочное место для микросхемы, питание, «земля», кварцевый резонатор и линии внутри-схемного программирования.

Макетная плата представляет собой несколько групп контактов, замкнутых между собой. Отверстия в пластиковом корпусе макетной платы позволяют установить радиодетали на макетную плату и соединять выводы между собой с помощью специальных проводов или перемычек. Расстояние между контактными отверстиями составляет стандартные 2,54 мм, что позволяет без проблем установить на макет почти любые микросхемы, датчики и модули.

На рисунке 2 показан способ подключения Arduino и светодиода к монтажной плате.

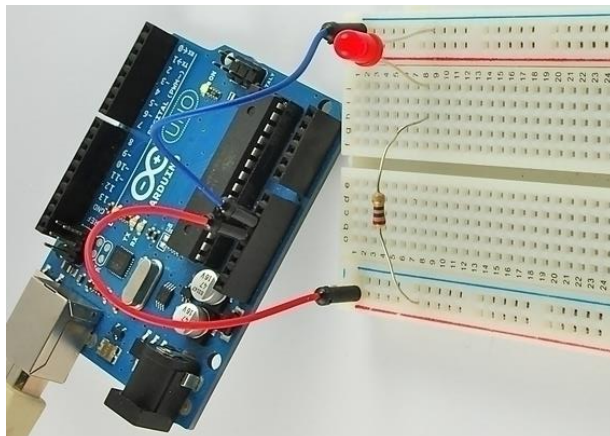


Рисунок 2. Подключения Arduino и светодиода монтажной плате

Синий и красный провод служит магистралью для подключения питания. На красный подается +5V с платы Arduino, а на синий подключается ноль(GND).

Так как у датчика достаточно длинные коннекторы 0.1", можно устанавливать его непосредственно на макетную или монтажную плату (рисунок 1.3).

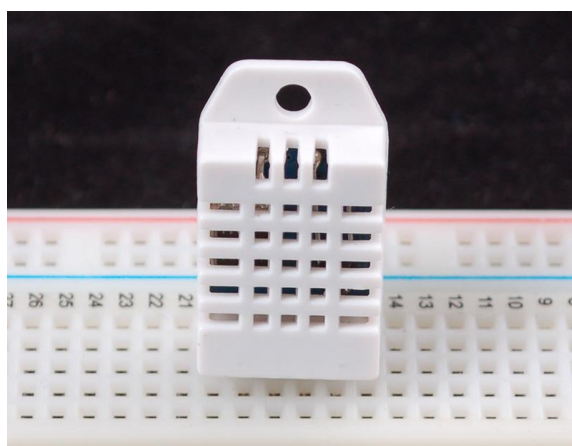


Рисунок 3. DHT на макетной плате

Непосредственное подключение к Arduino простое. На сенсоре 4 коннектора:

- Питание (VCC) - от 3 до 5 В.
- Вывод данных.
- Не подключается.
- Земля (GND).

Коннектор 3 не подключается. Желательно подключить подтягивающий резистор на 10 кОм между питанием и сигналом. На Arduino есть встроенные резисторы, но их номинал 100кОм не подойдет.

На рисунке 4 приведена схема подключения DHT к Arduino через монтажную плату.

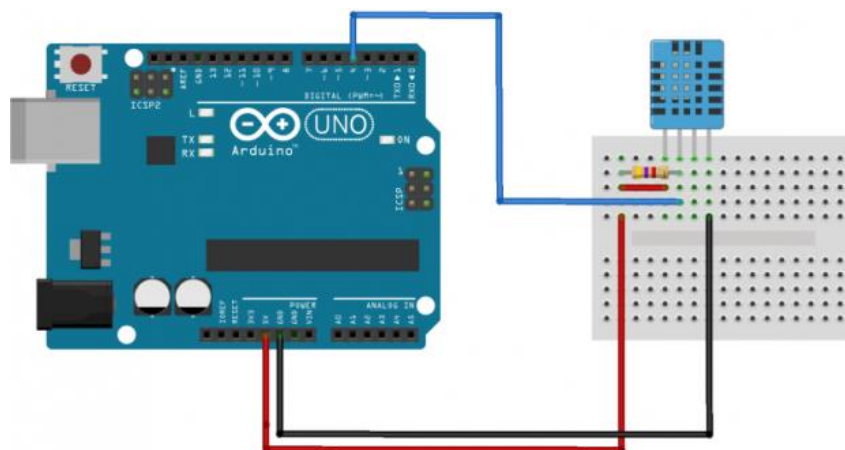


Рисунок 4. Подключение DHT к Arduino через монтажную плату

Разработка аппаратной части системы для автоматизированной системы управления энергооборудованием возможна с использованием простых датчиков, что повлияет на конечную стоимость продукта. Также подключение датчиков и извещателей весьма простое и при изучении инструкций и спецификаций не станет проблемой для обслуживающего персонала. Это повлияет как на стоимость разработки, так и поддержки готовой системы. В готовом продукте макетная плата может быть заменена на печатную или разработанную самостоятельно для более лёгкого подключения и замены датчиков и извещателей.

Список литературы:

1. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. - БХВ-Петербург, 2014. – 401 с.
2. Брайан В. Адамс. Arduino блокнот программиста. - США, 2007. – 40 с.

НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Стенько Василий Александрович

*студент, физико-технический факультет,
Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно
E-mail: diego.asd@yandex.ru*

Гаврилова Ирина Леонидовна

*научный руководитель,
ст. преподаватель кафедры «Электротехники и электроники»,
Гродненский государственный университет имени Я. Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

UPGRADE DIRECTIONS OF HIGH-VOLTAGE SWITCHING EQUIPMENT

Vasil Stenko

*student, physics and technology faculty,
Grodno State University named after Y. Kupala,
Republic of Belarus, Grodno*

Irina Gavrilova

*scientific director of the department
“Electrical Engineering and Electronics”,
Grodno State University named after Y. Kupala,
Republic of Belarus, Grodno*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются направления совершенствования высоковольтных коммутационных аппаратов, представлены примеры достижений в этих направлениях на сегодняшний день и указаны перспективы дальнейшего развития коммутационных аппаратов.

ABSTRACT

The article considers the directions of improvement of high-voltage switching devices, presents examples of achievements in these directions to date and indicates prospects for further development of switching devices.

Ключевые слова: коммутационное оборудование; элементы коммутационного оборудования; привод; изоляторы; диэлектрические среды; «интеллектуальные» аппараты.

Keywords: switching equipment; elements of the switching equipment; drive; insulators; dielectric environments; "intelligent" devices.

К высоковольтному коммутационному оборудованию относят все аппараты, работающие на высоких напряжениях, которые автоматически или вручную осуществляют замыкание и размыкание контактов электрической цепи. Они являются одними из самых важных устройств любой станции и подстанции, обеспечивающие не только коммутацию, но и защиту электрических сетей от аварийной ситуации. Коммутационные аппараты были изобретены и стали использоваться в конце девятнадцатого века, за сто с лишним лет появилось много их разновидностей. Со временем менялись не только сами аппараты, но и требования к ним.

На сегодняшний день коммутационные аппараты должны соответствовать современным требованиям: надёжности, низким энергопотреблением, экологичности, малыми габаритами и уменьшенными затратами на материал [1, с. 196]. В связи с существующими требованиями компании по производству высоковольтного оборудования занимаются поиском новых решений в усовершенствовании коммутационного оборудования.

На данный момент ведутся разработки в направлении:

- изменение конструкции коммутационных аппаратов;
- совершенствование элементов оборудования;
- поиск новых диэлектрических сред;
- разработка систем для создания «интеллектуальных» аппаратов.

Рассмотрим подробно эти направления.

Изменение конструкции оборудования

Основным поводом для изменения конструкций коммутационных аппаратов является уменьшение их габаритных размеров и, как следствие, уменьшения

занимаемой ими площади на подстанции. Для этой цели проводятся разработки по объединению нескольких коммутационных аппаратов, выполняющие разные функции, в один. На данный момент существуют выключатели – разъединители, разъединители – заземлители, выключатели с прозрачными изоляторами [1, с. 200].

Наиболее перспективным в этом направлении является комплектные распределительные устройства (КРУ). В шкафу КРУ могут располагаться несколько коммутационных аппаратов, контрольно-измерительное оборудование, устройства защиты и автоматического управления. В зависимости от встраиваемого коммутационного оборудования КРУ могут иметь небольшие габариты.

Совершенствование частей оборудования

Изменение коммутационных аппаратов происходит с совершенствованием его отдельных частей: привода, изоляторов, дугогасящих камер и др.

Согласно нынешним требованиям энергосбережения и надёжности современные приводы должны иметь низкое энергопотребление, цифровое управление, системы диагностики и мониторинга. Примером нового привода может служить Motor Drive™ 1.4, разработанный компанией ABB. Он осуществляет автоматическое бесшумное управление. Имеет системы диагностики и мониторинга. Надёжность работы привода обеспечивается благодаря его питанию от специальных высоковольтных конденсаторов [3].

Одним из развивающихся направлений в улучшении элементов коммутационного оборудования – создание композиционных изоляторов. Применение новых материалов в производстве изоляторов проводится для создания более лёгких, не требующих обслуживания. Так, например, новые изоляторы из кремнийорганической резины. Этот материал обладает уникальными свойствами: гидрофобностью, стойкостью к УФ излучению. Благодаря тому, что вода не создаёт сплошной плёнки на изоляторе, они меньше подвержены загрязнению и ток утечки ниже, чем у фарфоровых и стеклянных изоляторах. Такие композиционные изоляторы могут применяться в самых тяжёлых климатических условиях, включая промышленно загрязнённые зоны [2, с. 85].

Поиск новой диэлектрической среды

В качестве диэлектрической среды для выключателей напряжением выше 20 кВ используется в основном: элегаз, вакуум, масло, воздух. В течение последних 30 лет наибольшее распространение получили элегазовые выключатели. Однако элегаз (SF_6) был внесён в Киотский протокол ввиду пагубного его влияния на окружающую среду. Для решения экологической проблемы компания General Electric (GE) совместно с 3М разработала газовую смесь g^3 («зелёный» газ для сети), который является альтернативой элегаза. Как утверждает GE, высоковольтное оборудование с g^3 будет иметь те же характеристики и тот же размер, что и с газом SF_6 , давая при этом на 98% меньше потенциала глобального потепления. Проведенные испытания и проверки g^3 позволяют использовать газовую смесь для коммутационного оборудования напряжением от 72 кВ и выше [4].

Уже теперь элегазовые выключатели до напряжения 220 кВ заменяются экологически чистыми вакуумными, а с внедрением газовой смеси g^3 возможна замена их свыше 220 кВ.

Создание системы автоматического управления

В настоящее время все новые оборудования станций и подстанций оснащаются системами диагностики, мониторинга, автоматического управления и защиты. Аппараты, в которых объединены все эти системы, называют «интеллектуальными». Они практически не нуждаются в обслуживании. Системы «интеллектуальных» аппаратов выполняются на микропроцессорной технике. Измерительные аппараты и датчики посылают необходимую информацию о состоянии оборудования микропроцессору, который в соответствии с заданным алгоритмом выполняет необходимое управление, осуществляет диагностику составных частей оборудования. Также в систему входит функция защиты оборудования от опасных бросков тока и перенапряжения.

На качество работы системы значительное влияние оказывает современность используемых в оборудовании измерительных аппаратов, датчиков, приводов.

Заключение

Разработки в сфере энергетики, а именно нового коммутационного оборудования, продолжаются, и по сей день. Каждая компания стремится выпустить новую и качественную продукцию, соответствующую нынешним требованиям. Основной сложностью в создании новых коммутационных аппаратов является выполнении всех поставленных современных требований.

Перспективными направлениями дальнейшего развития коммутационного оборудования являются: создание многофункциональных аппаратов, применение новых материалов, внедрение новых диэлектрических сред, улучшение систем «интеллектуальных» аппаратов.

Установка современных коммутационных аппаратов на электростанциях и подстанциях позволит уменьшить не только затраты на эксплуатацию их, но и улучшить надёжность и безопасность электроэнергосистемы в целом.

Список литературы:

1. Бурман А.П., Розанов Ю.К., Шакарян Ю.Г. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учеб. пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 336 с.
2. Выключатели колонковые элегазовые АББ / Справочник покупателя. 2-е изд., 2004. – 100 с.
3. Привод Motor Drive TM 1.4. – инновационное и надёжное решение для цифровых подстанций [Электронный ресурс] / ABB. URL: <https://new.abb.com> (дата обращения: 11.04.2020).
4. G3 – is GE's green gas a perfect solution? [Электронный ресурс] / Power Technology. 18 July 2018. URL: <https://www.power-technology.com> (дата обращения: 17.04.2020).

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ

*Хворов Александр Сергеевич
выпускник-бакалавр, энергетический факультет,
Московский Политехнический Университет,
РФ, г. Москва
E-mail: askhvorov@yandex.ru*

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL VIOLATIONS IN CABLE NETWORKS 6-10 KV

*Khvorov Alexander
graduate bachelor, power engineering faculty,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow*

АННОТАЦИЯ

Статистика технологических нарушений в кабельных сетях 6-10 кВ, причины и меры по снижению повреждаемости.

ABSTRACT

Statistics of technological violations in cable networks 6-10 kV, causes and measures to reduce damage.

Ключевые слова: технологическое нарушение; кабельные линии; электроснабжение; надежность; снижение повреждаемости.

Keywords: technological violation; cable lines; power supply; reliability, reduction of damage.

Московская область является одним из крупнейших субъектов РФ, на территории которого расположено множество организаций сферы услуг, науки и культуры, предприятий легкой, обрабатывающей и строительной промышленности. Для стабильного развития региона, реализации инвестиционной программы по обновлению изношенных распределительных кабельных сетей, повышения надежности электроснабжения промышленных потребителей и

населения было принято решение о консолидации электросетевого имущества путем объединения разрозненных распределительных сетей муниципалитетов под управлением единой сетевой компании.

Объектом исследования в данной статье являются распределительные кабельные линии электропередачи (КЛ) напряжением 6-10 кВ на территории следующих административно территориальных образований Московской области: Егорьевск, Шатура, Рошаль, Павловский Посад, Электросталь, Электрогорск, Орехово-Зуево, Куровское.

На основе рапортов оперативно-диспетчерской службы о технологических нарушениях (ТН), произошедших за период с 01.01.2017 по 31.12.2019 гг., выполнен анализ причин аварийности на КЛ 6-10 кВ и рассмотрены меры по их предупреждению. Всего за указанный период произошло 552 ТН. Из данных статистики видно, что в 2019 году их количество снизилось на 11% по сравнению с периодом 2017 года (рис. 1).

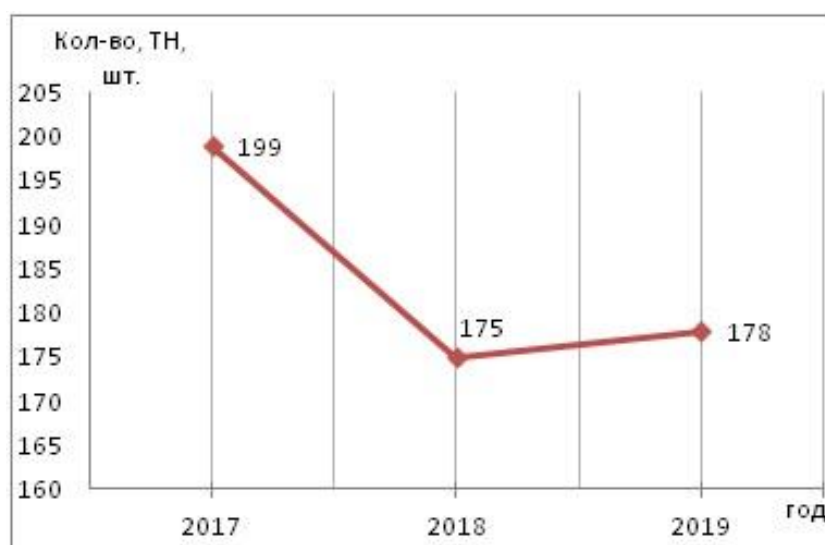


Рисунок 1. График изменения количества ТН за рассматриваемый период

В 2019 году благодаря введенной в промышленную эксплуатацию автоматизированной системы управления распределительными сетями «Модус» повысилась оперативность реагирования на аварии оперативно-диспетчерского персонала и, как следствие, среднее время восстановления электроснабжения потребителей сократилось до 1 часа 2 минут. В 2017 году этот показатель

составлял 1 час 17 минут. Около 8 % всех произошедших за рассматриваемый период ТН не приводили к нарушению электроснабжения потребителей, что обусловлено наличием и успешной работой АВР.

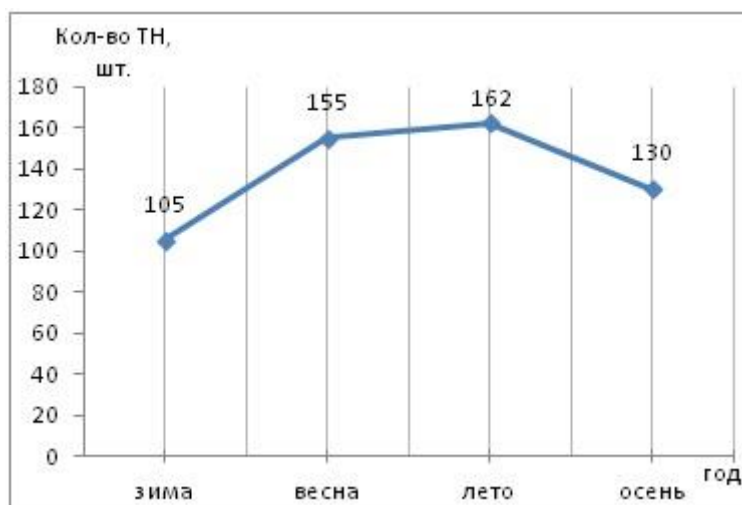


Рисунок 2. Количество ТН за рассматриваемый период по временам года

Распределение ТН на КЛ 6-10 кВ по временам года дает следующую картину: зима - 19%, весна - 28%, лето - 30%, осень - 23 % (рис. 2).

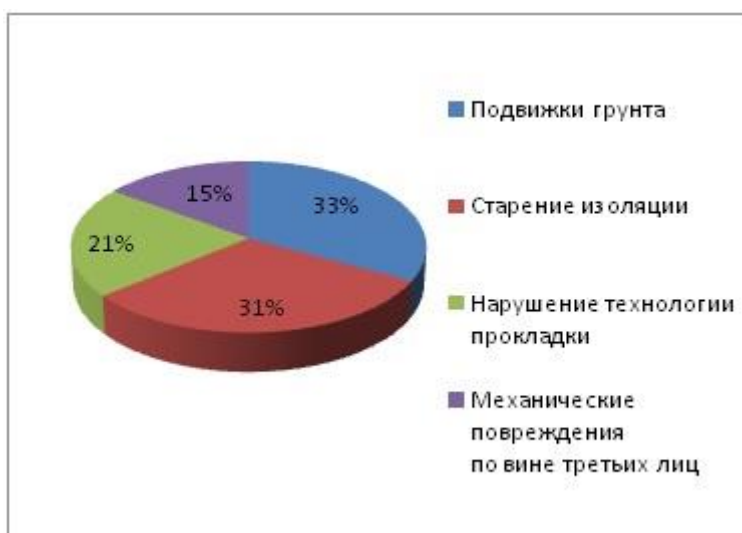


Рисунок 3. Классификация ТН за рассматриваемый период

В результате анализа причин ТН (рис.3), установлено, что наибольшее количество повреждений КЛ 6-10 кВ происходит вследствие подвижек грунта - 33% и старения изоляции - 31%. Количество ТН по причине нарушения технологии при прокладке - 21 %, из-за механических повреждений - 15%.

По временам года больше всего ТН происходили весной (28%), в период начала подвижек грунта, и летом (30%), в период большого количества механических повреждений КЛ вследствие проведения активных строительных и земляных работ сторонними организациями (рис. 2).

Снижение повреждаемости за рассматриваемый период (рис.1) связано с принятием единой технической политики компании к требованиям, предъявляемым при новой прокладке и ремонтно-эксплуатационном обслуживании кабельных сетей 6-10 кВ.

Для снижения ТН на КЛ 6-10 кВ рекомендованы следующие мероприятия:

- замена физически изношенных, часто повреждающихся участков кабельных сетей с бумажной маслопропитанной изоляцией и прокладка новых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена;
- особый контроль при осмотре трасс кабельных сетей (ТКС) в весенний период в части проседания (провалов) грунта и наличия несанкционированных объектов на ТКС;
- взаимодействие с администрацией муниципалитетов по вопросу информирования, надзора и контроля за сторонними организациями, выполняющими строительные и земляные работы на территории муниципальных образований;
- выполнение требований нормативно-технических документов при прокладке кабельных сетей подрядными организациями;
- применение современных методов диагностики КЛ 6-10 кВ [1, с. 118-120].

Список литературы:

1. Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г., Николаев А.М. Организация технического диагностирования силовых кабелей неразрушающими методами // Материалы V межд. научно-практ. конф. — 2014. — С. 118–120.

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ХЛЕБОПЕКАРНОГО ЦЕХА

Эйсмонт Ян Антонович

*студент кафедры «Электротехники и электроники»,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Кропачева Людмила Владимировна

*научный руководитель,
доц. кафедры «Электротехники и электроники»,
Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Республика Беларусь, г. Гродно*

Василишки - агрогородок в Щучинском районе Гродненской области с населением 2678 жителей [1]. Агрогородок не имеет собственного хлебозавода. Хлеб завозится из соседних городов – Щучина и Лиды, расположенных на расстоянии более 20 километров от агрогородка. Сегодня инфраструктура города обновляется, поэтому важно построить хлебозавод и обеспечить жителей свежим хлебобулочным ассортиментом.

Хлебозавод относится к предприятиям средней мощности [2], рассчитан на выработку 30 тонн хлебобулочных изделий в сутки при ежедневном односменном режиме работы. Продолжительность работы одной смены 8 часов.

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПЭУ) по обеспечению надежности электроснабжения, хлебозавод относится ко 2-ой категории [3].

Непосредственным объектом проектирования является хлебопекарный цех (состоит из отдельных цехов – мукомольного, тестоприготовительного и сырьевого). Хлебопекарный цех (пекарня) представляет собой здание площадью 1800 м². Высота составляет 6 м. Питание потребителей хлебопекарного цеха осуществляется от трансформаторной подстанции. Внутри пекарни находится сырьевое, вентиляционное отделение, моечные, горячий цех, отдел приготовления теста и другие помещения. Генплан хлебопекарного цеха представлен на рисунке 1.

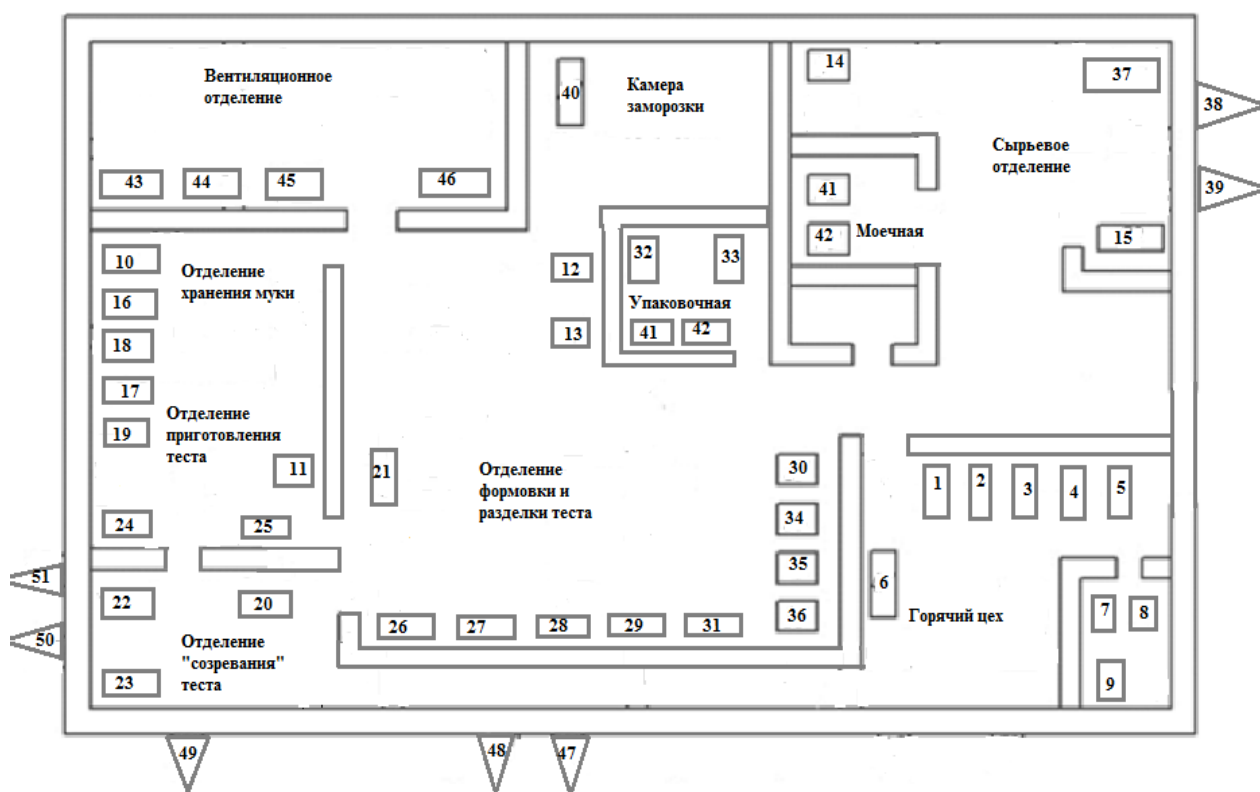


Рисунок 1. Генплан хлебопекарного цеха

Внутрицеховые сети можно разделить на питающие и распределительные. Они могут быть выполнены как по магистральным, так и по радиальным схемам. На выбор схемы электроснабжения цеха влияют такие факторы как категория потребителей по надежности электроснабжения, взаимное расположение электроприёмников по площади цеха. При выборе схем учитывается также связанность электроприемников единым технологическим процессом и их мощность. Важнейшим фактором, влияющим на выбор схем электронабжения цеха, является характеристика окружающей среды цеха.

В хлебопекарном цехе электроприёмники связаны единым технологическим процессом – приготовлением и выпечкой хлеба. В некоторых отделениях хлебопекарного цеха есть много электроприёмников, равномерно распределённых по площади отделения. В таких случаях используется магистральная схема электроснабжения предприятий.

Питание электроприёмников цеха осуществляется согласно схеме, представленной на рисунке 2.

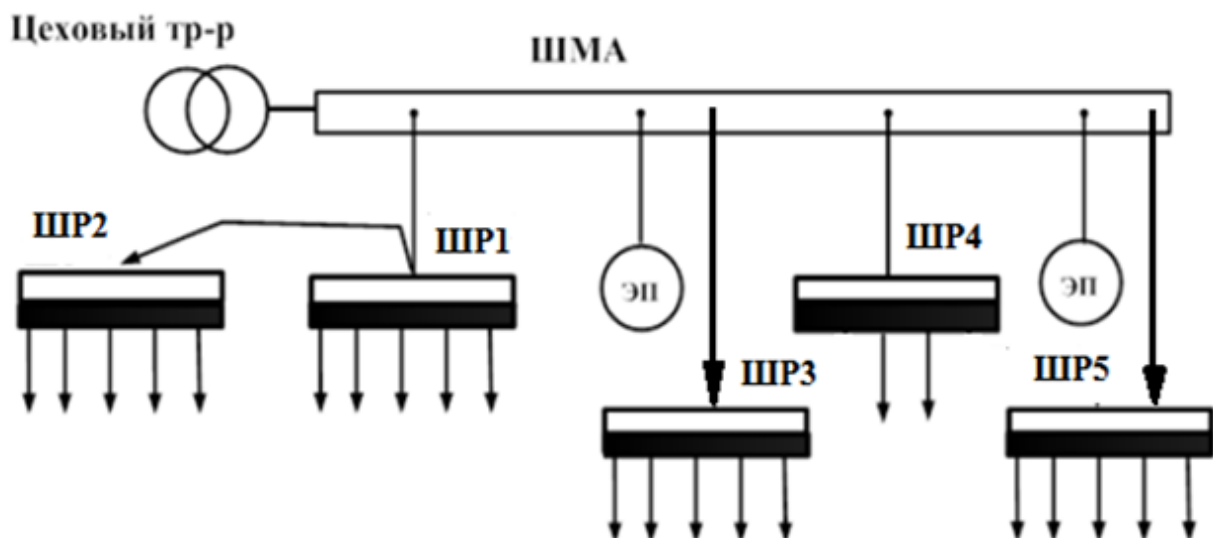


Рисунок 2. Принципиальная схема электроснабжения электроприёмников цеха

Питание электроприёмников производится от цехового трансформатора по магистральной шине к пяти распределительным шкафам. От шин распределительного шкафа ШР1 питание получает оборудование отделения приготовления и хранения муки. От ШР2 – оборудование отделения созревания теста. От ШР3 – оборудование отделения формовки, разделки и упаковки. От ШР4 – оборудование вентиляционного отделения. От ШР5 – оборудование горячего цеха.

При проектировании систем электроснабжения применяют различные методы определения электрических нагрузок.

При проектировании промышленных предприятий электрические нагрузки определяют по средней мощности и коэффициенту расчетной мощности (методом коэффициента расчетной активной мощности):

$$P_p = P_c \cdot K_p ,$$

Метод коэффициента расчётной активной мощности наиболее точен и применяется для расчета нагрузок на всех ступенях системы электроснабжения, но при условии наличия данных о каждом приемнике узла [4].

Исходные данные, необходимые для расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Исходные данные для определения электрических нагрузок

номер на ген. плане	наименование электроприёмника (ЭП)	Количество ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	Коэффициент использования, $K_{и}$	Коэффициент мощности, $\cos \varphi$
Распределительный пункт ШР1					
16	Мукопросеиватель	1	1.8	0.8	0.8
17	Автомуковоз марки К-1040-э	1	22	0.06	0.5
18	Роторный питатель	1	1.1	0.8	0.8
19	Подъемник-загрузчик ПМ-ФЗ-01	1	2.8	0.06	0.5
24,25	Тестомесильная машина Восход Прима-300Р	2	17.6	0.16	0.5
10,11	Установка «Климат-050	2	20	0.7	0.9
Распределительный пункт ШР2					
20	Подъемник-загрузчик ПМ-ФЗ-01	1	2.8	0.06	0.5
22,23	Шкаф расстоечный Восход Бриз 3,0	2	2.2	0.75	0.85
50,51	Кондиционер ALV-N753H	2	20	0.65	0.8
47,48	Кондиционер	2	10	0.65	0.8
49	Кондиционер	1	3.5	0.65	0.8
Распределительный пункт ШР3					
21	Подъемник-загрузчик ПМ-ФЗ-01	1	2.8	0.06	0.5
26	Миксер планетарный Miratek MG-20	1	1.1	0.7	0.8
27	Тестораскаточная машина Восход Ролл-автоматик М1	1	1.7	0.16	0.5
28,29	Тестоотсадочная машина ОДМ-1-600 Киви с вращением насадок	2	1	0.16	0.5
31	Пищевой принтер Пищевик-4	1	0.05	0.16	0.5
30	Хлеборезка ручная EVA Junior 54	1	0.37	0.16	0.5
12,13	Установка «Климат-050	2	20	0.7	0.9
32,33	Вертикальная упаковочная машина BRONKOMATIS-520T	2	5.5	0.16	0.5
41	Стерилизатор ПМ-ФС1	1	7	0.3	0.4
42	Аппарат для мойки HD-658	1	2.8	0.3	0.4

Окончание таблицы 1.

номер на ген. плане	наименование электроприёмника (ЭП)	Количество ЭП	Установленная мощность ЭП, кВт	Коэффициент использования, $K_{и}$	Коэффициент мощности, $\cos \varphi$
Распределительный пункт ШР4					
43,44, 45,46	Вытяжная вентсистема	4	15	0.65	0.8
40	Камера холодильная сборная	1	10	0.7	0.85
14,15	Установка «Климат-050	2	20	0.7	0.9
37	Приточная установка «Эльф 9»	1	15	0.7	0.9
38,39	Кондиционер ALV-N753H	2	20	0.65	0.8
Распределительный пункт ШР5					
1	Котёл КПЭ-60	1	3.5	0.6	1.0
2,3	Ротационная печь электрическая Восход Муссон-ротатор модель 33	2	23.5	0.5	0.95
4,5	Конвекционная печь «ФОТОН 3.0»	2	19	0.5	0.95
6	Холодильная машина	1	4	0.7	0.85
7	Вытяжная установка	1	7	0.65	0.8
8,9	Приточная установка	2	4.5	0.7	0.9
Магистральный шинопровод – отдельные ЭП					
34,35, 36	Линия производства хлебобулочных изделий	3	30	0.5	0.7

Произведём расчет для группы электроприёмников, питающихся от распределительного шкафа 1 (ШР1).

Определяем установленную мощность группы электроприёмников:

$$\Sigma P_{н} = 1.8 + 22 + 1.1 + 2.8 + 2 \cdot 17.6 + 2 \cdot 20 = 102.9 \text{ кВт}$$

Зная коэффициенты использования $K_{и}$ каждого электроприёмника группы, а также коэффициенты мощности, определяем расчетные величины $\Sigma K_{и} \cdot P_{н}$; $\Sigma K_{и} \cdot P_{н} \cdot \operatorname{tg} \varphi$ и $n \cdot p_{н}^2$:

$$\Sigma K_{и} \cdot P_{н} = 1.8 \cdot 0.8 + 22 \cdot 0.06 + 1.1 \cdot 0.8 + 2.8 \cdot 0.06 + 2 \cdot 17.6 \cdot 0.16 + 2 \cdot 20 \cdot 0.7 = 37.44 \text{ кВт}$$

$$\Sigma K_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 1.8 \cdot 0.8 \cdot 0.75 + 22 \cdot 0.06 \cdot 1.73 + 1.1 \cdot 0.8 \cdot 0.75 + 2.8 \cdot 0.06 \cdot 1.73 + 2 \cdot 17.6 \cdot 0.16 \cdot 1.73 + 2 \cdot 20 \cdot 0.7 \cdot 0.484 = 27.61 \text{ кВар}$$

$$\Sigma n \cdot P_n^2 = 1 \cdot 1.8^2 + 1 \cdot 22^2 + 1 \cdot 1.1^2 + 1 \cdot 2.8^2 + 2 \cdot 17.6^2 + 2 \cdot 20^2 = 1916$$

Определяем эффективное число электроприемников по выражению:

$$n_{\Sigma} = \frac{\Sigma P_n}{\Sigma n \cdot P_n^2} = 5.527$$

Округляем n_{Σ} до ближайшего меньшего числа, т.е. до $n_{\Sigma}=5$. По табл 3.3 [с.72,1] для $n_{\Sigma}=5$ и $K_n=0,43$ (средний из имеющихся) определяем коэффициент расчетной нагрузки $K_P = 1.16$.

Расчетная активная нагрузка определяется по выражению:

$$P_p = K_P \cdot \Sigma K_n \cdot P_n = 43.43 \text{ кВт}$$

Расчетная реактивная нагрузка по выражению (при $n_{\Sigma} < 10$):

$$Q_p = 1.1 \cdot \Sigma K_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \varphi = 30.37 \text{ кВар}$$

Расчетная полная нагрузка по выражению:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = 52.996 \text{ кВА}$$

Расчетный ток определим по формуле:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = 80.519 \text{ А}$$

Аналогично производим расчет для оставшихся распределительных шин (ШР), расчетные данные заносим в таблицу 2.

Таблица 2.**Электрические нагрузки цеха.**

Шина	Активная нагрузка P_p , кВт	Реактивная нагрузка Q_p , кВар	Полная нагрузка S_p , кВА	Расчётный ток I_p , А
ШР1	43.43	30.37	52.996	80.519
ШР2	49.217	36.622	61.348	93.208
ШР3	48.016	29.877	56.522	85.922
ШР4	110.5	78.896	135.775	206.289
ШР5	61.745	24.398	66.391	100.87
ШМА	60.3	50.49	78.647	119.492

Определение электрических нагрузок является лишь начальным, но очень важным этапом проектирования любой системы электроснабжения. В случае занижения расчетных нагрузок произойдёт уменьшение пропускной способности сети. В результате нарушается нормальное функционирование предприятия. Завышение расчетных нагрузок приводит к излишним капиталовложениям в строительство сетей электроснабжения. Поэтому точное определение расчетных нагрузок является одним из основополагающих этапов проектирования любой электрической сети в промышленности [4].

Список литературы:

1. Василишки – агрогородок в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wiki2.org/ru/Василишки> (Дата обращения: 07.05.2020).
2. Классификация промышленных предприятий по мощности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/8_69554_klassifikatsiya-predpriyatiy-i-ee-prakticheskoe-znachenie.html (Дата обращения: 07.05.2020).
3. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения согласно ПУЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://poznproekt.ru/nsis/Pue/Izd_7/pue_7_1_2.htm (Дата обращения: 07.05.2020).
4. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебное пособие. / Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО СТУДЕНТОВ XXI СТОЛЕТИЯ.
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

*Электронный сборник статей по материалам LXXXIX студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 5 (88)
Май 2020 г.

В авторской редакции

Издательство ООО «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 5.
E-mail: mail@sibac.info



СибАК
www.sibac.info