

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ПРАВИТЕЛЬСТВО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
МЕЖВУЗОВСКИЙ ЦЕНТР СОДЕЙСТВИЯ  
НАУЧНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
СТУДЕНТОВ И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ  
54-й МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**МНСК–2016**

**16–20 апреля 2016 г.**

**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

**Новосибирск  
2016**

УДК 62  
ББК 31

Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Электротехнические комплексы и системы / Новосиб. гос. техн. ун-т. Новосибирск, 2016. 126 с.

ISBN 978-5-4437-0514-9

Конференция проводится при поддержке Сибирского отделения Российской академии наук, Правительства Новосибирской области, инновационных компаний России и мира, Ассоциации выпускников «СОЮЗ НГУ».

**Научный руководитель секции** – д-р техн. наук, проф. Щуров Н. И.

**Председатель секции** – канд. техн. наук, доцент Гурова Е. Г.

**Ответственный секретарь секции** – Макаров С. В.

ISBN 978-5-4437-0514-9

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2016

**NOVOSIBIRSK NATIONAL RESEARCH STATE UNIVERSITY  
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES  
NOVOSIBIRSK OBLAST GOVERNMENT  
NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERISTY  
INTERUNIVERSITY CENTER FOR SUPPORT OF THE  
SCIENTIFIC  
AND INNOVATION ACTIVITIES OF THE STUDENTS  
AND YOUNG SCIENTISTS**

**PROCEEDINGS  
OF THE 54th INTERNATIONAL STUDENTS'  
SCIENTIFIC CONFERENCE**

**ISSC-2016**

**April, 16–20, 2016**

**ELECTROTECHNICAL COMPLEXES AND SYSTEMS**

**Novosibirsk, Russian Federation  
2016**

Proceedings of the 54<sup>th</sup> International Students Scientific Conference.  
Electrotechnical complexes and systems / Novosibirsk State Technical  
University. Novosibirsk, Russian Federation. 2016. 127 pp.

ISBN 978-5-4437-0514-9

The conference is held with the significant support of the Siberian Branch of  
the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Oblast Government, innovative  
companies of Russia, NSU Alumni Union.

**Section scientific supervisor** – Dr. Tech., Prof. Schurov N. I.

**Section head** – Cand. Tech., Assoc. Prof. Gurova E. G.

**Responsible secretary** – Makarov S. V.

## **Prospects of cooperation of Russia and China in the field of railway transport**

Kazakova A. A.

Siberian Transport University, Novosibirsk

The problem of fast and safety transporting good and carriage of passengers is one of the most actually important issue. Today the paramount goal is to ramp up commercial and economic ties between Russia and China. The border between Russia and China is 4,000km long, yet it lacks any bridges, save for two railway-based border crossings.

Therefore, to achieve sustainable economic and political ties between the two countries it is necessary to create a well-developed railway network. The creation of such infrastructure requires good material-technical base and human resources. The main task of Russian and Chinese engineers will be to develop the most advantageous and economical plan of construction, taking into account the topology of the terrain on the border of the two countries.

Close cooperation between Russia and China in the Far East has a negative side such as a security threat, both political and economic, undermine economy, density of European railway network above the Russian, the industry is close to sea and river routes, Europe has a fairly well-organized road network - making the transport of these shipments unprofitable.

Summing up all the above, we can conclude that the relations of Russia and China in the field of railway transport have their advantages and disadvantages. Such cooperation with competent diplomacy can be mutually beneficial as long as the same basic privileges has the Chinese side.

Supervisor – Assoc. Prof. Chusovlyanova S. V.

## **Present state of container traffic in Russia**

Volegzhanina E. M.

Siberian Transport University, Novosibirsk

As known, the main advantages of the containers are their standard and mobility. Container transport is one of the most convenient and inexpensive way to deliver cargo. Nowadays the majority of goods around the world are delivered to their destination by this way. In world practice containerization of general cargo for today is almost 100%, while in Russia containerized import has reached 90%, and export - only 12-15%. Therefore it is necessary to consider the level of containerization in Russia.

In general the level of containerization of cargo flows on the Russian Railways is critically low and, despite its dynamic growth, it will not be able to lift up to the world level without creating the necessary infrastructure and new transport products in the near foreseeable future. According to experts, Russia is currently lagging behind the level of containerization of exports to the rest of the world by four times, which implies that the considerable potential of container traffic growth in Russia lies in the export containerization. At present drivers of growth level of containerization is highly containerized cargo. At the same time the container traffic flows are insufficiently involved other containerized cargo. Withdrawal from circulation of medium- and small-tonnage containers will increase this potential market segment.

Now consider the situation with the container traffic in the domestic Russian market. The volume of the Russian market of container transportation has been grown by 20-25% annually for the last three years. However export shipments began to develop together with imports. The ratio between the volumes of container traffic on the import and export directions is 60 to 40.

In addition to import and export, there is a growth of transit and internal transport flows. However the flow of goods through the land crossings is small because of expensive carriage.

Thus, at present the level of containerization in Russia is still low and requires development.

Supervisors – Cand. of Sc. (Education), Assoc. Prof. Volegzhanina I. S.,  
Arakcheyeva E. D.

## **Регулирование выходной мощности ветрогенератора с высоковольтным синхронным двигателем.**

Алейников И.А.

Новосибирский государственный технический университет

В регионах с неразвитой инфраструктурой электрических сетей, а также там, где строительство ГЭС или ТЭЦ не целесообразно в виду отсутствия рек или в связи с затруднением поставки топлива, стало актуальным использование альтернативных источников энергии таких как энергия ветра. Эта особенность наиболее значима для регионов со стабильным потоком ветра в течение года.

В настоящее время при проектировании ветрогенераторных установок применяются различные типы электрических машин. Широкое распространение получили синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением, и с возбуждением от постоянных магнитов. Основной проблемой подобных систем генерирования электрической энергии, является изменение мощности на выходе установке при изменении скорости ветра.

В докладе к обсуждению представлена генераторная ветроустановка с высоковольтным синхронным двигателем и возбуждением от постоянных магнитов. Регулирование выходной мощности электрической сети осуществляется с помощью высоковольтного преобразователя частоты. Силовая схема преобразователя подразумевает несколько параллельно включенных активных выпрямителей напряжения и несколько последовательно включенных автономных инверторов напряжения. Система управления построена по принципу системы подчиненного регулирования, состоящая из контура регулирования тока нагрузки и контура регулирования напряжения.

Результаты синтеза исследованы в программном пакете MATLAB Simulink. Проведен анализ показателей качества статических и динамических характеристик системы управления синхронным двигателем с возбуждением от постоянных магнитов, а также энергетических показателей системы энергоснабжения в целом. Так же, будет проведен сравнительный анализ характеристик разработанной системы генерирования с известными.

Проектирование системы ветрогенераторной установки с применением высоковольтного синхронного двигателя и многоуровневого преобразователя частоты, позволит решить проблему энергоснабжения отдаленных районов Российской Федерации.

Научный руководитель – канд. техн. наук Котин Д.А.

**Выбор оптимального варианта перевозки минеральных удобрений**

Алешина А. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г.Новосибирск

Одним из самых важных клиентов ОАО «РЖД» в Кемерово является АО «СДС Азот», который входит в пятерку крупнейших производителей азотных удобрений в России, в том числе аммиачной селитры, 70% которой отправляется на экспорт.

Цель работы – выбрать оптимальный способ перевозки аммиачной селитры железнодорожным транспортом по критерию минимальная стоимость.

Для перевозки аммиачной селитры была разработана сложная цепь поставки: грузоотправитель КОО «Азот» (цех) - конвейер - пункт концентрации погрузки – станция Предкомбинат – ж. д. транспорт – пункт перевалки (порт Новороссийск) – морской транспорт – грузополучатель.

В настоящее время КОО «АЗОТ» перевозит селитру 6 способами: насыпью в вагонах – минераловозах; в крытых универсальных вагонах в мешках (50 кг); в универсальных контейнерах, затаренная в специализированные мягкие контейнеры по 1250 кг; в полувагонах, затаренная в специализированные мягкие контейнеры по 500, 900 и 1000 кг, с применением защитного вагонного вкладыша для защиты от попадания влаги.

Анализ существующих способов перевозки селитры аммиачной показал возможность применения и других вариантов транспортировки:

- перевозка селитры аммиачной в полувагонах, затаренной в специализированные мягкие контейнеры МК – 14-10, грузоподъемность которых составляет 14 т;
- перевозка насыпью в универсальных контейнерах с использованием лайнер – бега (контейнерный вкладыш).

Для выбора оптимального варианта перевозки были выполнены расчеты себестоимости перевозки 1 т аммиачной селитры (маршрутная отправка 71 вагон на расстояние 4414 км от станции Предкомбинат до Новороссийска) по всем восьми вариантам. Также учтены расходы на тару, упаковку, элементы крепления (сайты производителей) и перевалку в порту.

Таким образом, самым оптимальным способом перевозки аммиачной селитры по критерию минимальная стоимость является вариант № 7 – перевозка селитры в полувагоне, затаренная в мягкие специализированные контейнеры МК 14-10. Такой вариант перевозки позволяет существенно сократить расходы на погрузо – разгрузочные работы и обеспечить сохранность груза.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Зачешигирива М.А.



## **Исследование на модели электропусковой системы автомобиля на базе интегрированного стартер-генератора**

Алимбеков М. Н., Иванников Ю.Н., Кауров С. Ю.  
Самарский государственный технический университет

В последние годы значительное развитие получили гибридные автомобили, а так же автомобили, содержащие интегрированные стартер-генераторные устройства (ИСГ).

ИСГ устанавливается непосредственно на коленчатый вал ДВС, что позволяет увеличить надежность системы за счет отказа от большого числа изнашиваемых частей. Сэкономленный вес может достигать до 10 кг в одном транспортном средстве.

Основными задачами проектирования электрической машины для ИСГ в условиях регулируемого пуска ДВС являются: определение конструктивных параметров ЭМ; расчет тока, потребляемого ИСГ при пуске ДВС; определение времени разгона двигателя до частоты пуска (время запуска ДВС); расчет электромагнитного момента при пуске ДВС; получение удовлетворительной динамики работы всей системы ИСГ-ДВС во время запуска.

Поставленная задача была решена распространенным и развитым средством моделирования, достаточно полно реализующие задачи моделирования мехатронных систем Matlab Simulink в пакете Sim Power System.

Результаты моделирования и сравнения с экспериментом позволяют сделать следующие выводы: представленное математическое описание описание БДПТ в режиме пуска эквивалентным ДПТ, позволяет исследовать динамику работы работы ИСГ при различных моделях нагрузки ДВС; Меняя конструктивные параметры БДПТ, можно быстро и эффективно решать задачи рационального проектирования ИСГ; Анализ осциллограмм процесса управляемого пуска показывает, что время разгона ДВС до частоты запуска незначительно увеличивается (10%) по сравнению с временем при прямом пуске; значительные пусковые токи в начальный момент в фазах БДПТ говорит о необходимости введения в систему ограничения по току с целью уменьшения токов, протекающих по фазам инвертора (коммутатора) в момент пуска.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Макаричев Ю. А.,  
канд. техн. наук, доцент Мигунов А. Л.

## **Влияние времени нахождения на станции транзитных вагонов с переработкой на работу сортировочных комплексов**

Арбузова А.А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Одним из важных качественных показателей работы сортировочных станций является простой вагонов с переработкой. Большую часть времени в этом показателе занимает простой вагонов под накоплением. На процесс поездообразования влияет суточная величина вагонопотока, величина поступающих групп вагонов, количество вагонов, оставшихся после накопления составов, график движения поездов. Существенное влияние на процесс оказывает и неравномерность поступления грузовых поездов на станцию. Поэтому возможно уменьшить время накопления составов иногда только оперативным воздействием на работу сортировочной станции. К таким мерам относятся: формирование поездов с числом вагонов, превышающей установленную норму; планирование очередности работы с поездами. При планировании очередности рекомендуется ускорение обработки поездов, где имеется замыкающая группа вагонов; подвод крупных групп вагонов к концу периода накопления.

Анализ модели работы парка приёма, горки, сортировочного парка станции Входная Западно-Сибирской железной дороги показал, что отцепка вагонов с различных станций сети в плановые виды ремонта, неравномерный подход разборочных поездов в парк приема (основной подход поездов в период с 14 часов до 21 час) приводит к увеличению простоя вагонов, как в сортировочном парке, так и простоя транзитного вагона с переработкой в целом по станции. На простоях в сортировочном парке влияет такой фактор, как увеличение количества назначений. Это приводит к уменьшению мощности накопления струй инвентарного парка. Кроме того, на невыполнение простоя в сортировочном парке влияет простой поездов в парке отправления в ожидании локомотивов. В связи с этим перестановка составов из сортировочного парка в парк отправления затрудняется.

В настоящее время большинство сформированных поездов на сортировочных станциях отправляется не по расписанию, как пассажирские поезда, а по ближайшей нитке графика. Отправление поездов по твёрдым ниткам графика повышает пропускную способность сортировочной станции, позволяет разгрузить сортировочный парк и горку, а также снизить простоях в парке отправления и общий простоях транзитных вагонов с переработкой.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Панк Р.В.

## **Комплексное взаимодействие видов транспорта при организации доставки грузов**

Бакенов И. М.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Одним из возможных вариантов доставки грузов, являются комбинированные контрейлерные перевозки, в реализации которых участвует железная дорога и автотранспорт. Обладая большим потенциалом, контрейлерные перевозки могут совмещать в себе преимущества обоих видов сообщения, они гарантируют жесткий график доставки груза получателю, а также контроль и обеспечение безопасности в пути следования.

На сегодняшний день контрейлерные перевозки в Российской Федерации не развиты. Инициатором их создания является ОАО «Российские железные дороги». В 2012 году разработана концепция создания транспортно – логистических центров на территории РФ. В настоящее время ОАО «РЖД» планирует построение сети контрейлерных терминалов, состоящей из 41 терминала, следовательно, возникает необходимость в развитии технологии данных перевозок.

В настоящее время остро встала проблема введения новой системы взимания платы за проезд грузовиков по федеральным трасам «ПЛАТОН». По подсчетам Минэкономразвития, вводимая плата может повысить транспортные издержки на 15-20%, что по мнению автоперевозчиков поднимает конечную стоимость продукта более чем на 15%. Также расходы компаний, чей автопарк состоит не менее чем из 100 машин, увеличатся на 2 млн. рублей в месяц. В связи с данными событиями, переход на железнодорожные перевозки становится более актуальным.

Целью данной работы является экономическое обоснование введения контрейлерных перевозок в России.

В ходе работы была смоделирована существующая технология доставки грузов и предложена новая, дан их сравнительный анализ. Был выполнен расчет стоимости перевозки, а также расчет ряда экономических показателей. Определена эффективность предлагаемых мер. Предложенная технология позволяет экономически обосновать введение контрейлерных перевозок, прочнее закрепиться на рынке, а также возможность разгрузить самые напряженные дороги страны.

Данная работа, учитывая острую экономическую ситуацию, имеет практическую ценность не только для железной дороги, но и для смежных видов транспорта, а также грузовладельцев и потребителей продукции.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Псеровская Е. Д.

## Способы повышения энергоэффективности транспортных средств

Баранова Е. М.

Новосибирский государственный технический университет

Городской электрический транспорт на сегодняшний день является одним из крупнейших потребителей электрической энергии. Однако выбор транспортных средств на электрической тяге является более чем обоснованным. Современные модели трамваев обладают повышенной вместимостью, комфортностью, являются безопасными и экологичными. К тому же при наличии обособленного дорожного полотна способны развивать скорость до 80 км/ч, что существенно снижает загруженность транспортных магистралей города и позволяет увеличить объемы перевозок.

В связи с тем, что энергетическая составляющая в электрическом транспорте достигает 50 %, актуальной становится проблема поиска новых путей энергосбережения в этой области. Один из которых это применение на подвижном составе силовой полупроводниковой техники. Внедрение ИСУ позволяет не только разработать принципиально новые тяговые приводы, но и достигнуть существенной экономии энергии, затрачиваемой на нужды электрической тяги.

Другой важный аспект применимый к рациональному использованию энергии это модернизация и унификация уже разработанных моделей трамваев. Анализ кривых движения и удельного расхода энергии показывает, что существует некоторое значение мощности тягового электродвигателя, при котором удельный расход энергии достигает своего минимума. Для трамвая оптимальная величина мощности находится на уровне 80 кВт.

Кроме этого на энергопотребление скоростных электропоездов существенное влияние оказывает аэродинамическая составляющая удельного основного сопротивления движению. На больших скоростях аэродинамическая составляющая практически равна полному сопротивлению движения подвижного состава, так как зависит от квадрата скорости. Задача по разработке оптимальной формы поезда является одной из важнейших проблем скоростного транспорта. Исследования показывают, что установка различного рода обтекателей и перекрытий межвагонного пространства, а также совершенствование надстроечных элементов кузова, существенно снижают энергопотребление поезда.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Бирюков В. В.

## **Разработка имитационной модели рекуперированного поезда городского электрического транспорта**

Басаргина Г. С.

Новосибирский государственный технический университет

Одним из эффективных способов снижения энергетической составляющей затрат на перевозочный процесс в городском электрическом транспорте (ГЭТ) является использование рекуперативного торможения. На сегодняшний день широкое распространение на подвижном составе ГЭТ получили импульсные системы управления тяговыми двигателями, позволяющие реализовать рекуперативное торможение в широком диапазоне скоростей. Вместе с тем имеется проблема, связанная с тем, что повсеместное внедрение подобных систем не всегда приводит к экономии энергии в ожидаемых объемах. Для определения причин неэффективного использования энергии рекуперации необходим глубокий анализ электромагнитных процессов, протекающих в тяговой сети при рекуперации.

Целью исследования является разработка имитационной модели в среде MatLAB Simulink для исследования электромагнитных процессов в системе тягового электроснабжения при реализации режимов рекуперативного торможения. В работе решаются следующие задачи: разработка имитационных моделей рекуперированного поезда и поезда, находящегося в режиме тяги, модели тяговой сети. Разработанная модель позволит исследовать формы токов и напряжений, имеющих место при реализации рекуперативного торможения как в пределах одной секции тяговой сети, так и для случая передачи энергии на соседние секции через шины тяговой подстанции. Анализ результатов имитационного моделирования позволит разрабатывать рекомендации по изменению алгоритмов управления рекуперированным поездом для повышения эффективности рекуперации. Кроме того, разработанная модель позволит оценивать потери энергии в элементах тяговой сети при рекуперативном торможении, а также оценивать влияние рекуперации на форму токов тяговых подстанций, и, в конечном итоге, на изменение показателей электромагнитной совместимости тяговых подстанций и питающей сети переменного тока.

Исследование проводится при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Грант №16-08-00656).

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Спиридонов Е. А.

## **Повышение энергоэффективности использования энергии рекуперативного торможения**

Бахвалова А. В.

Новосибирский государственный технический университет

Одним из крупнейших электропотребителей является электрический транспорт, на долю которого приходится до 10% всей вырабатываемой в стране электроэнергии. Поэтому вопросы энергосбережения и эффективного использования электрической энергии являются актуальными.

Одним из способов повышения энергетической эффективности на электрическом транспорте является рациональное использование энергии электрических торможений.

В данной работе на примере троллейбуса показана эффективность использования энергии рекуперации. Для этого был выполнен тяговый энергетический расчет.

В результате проведенных расчетов было показано, что энергия рекуперации может достигать от 30 % до 50% от потребляемой троллейбусом энергии на тягу в зависимости от режима движения.

В работах д.т.н., проф. Н.И. Щурова, к.т.н., доц. Е.А. Спиридонова, М.В. Ярославцева, показано, что вероятность использования энергии рекуперации передаваемой в тяговую сеть очень низка и не превышает 0,14.

Поэтому для повышения эффективности использования энергии торможений предлагается применять накопительные устройства. Это позволит в режиме торможения запастись всю энергию рекуперативного торможения в накопительном устройстве, а в режиме тяги по мере необходимости использовать эту энергию.

В данной работе предлагается применять гибридный накопитель энергии, т.е. аккумуляторную батарею и суперконденсатор, работающие в буферном режиме. Это объясняется тем, что оба накопителя имеют свои достоинства, позволяющие увеличить энергоэффективность транспортного средства в целом.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Щуров Н. И.

## **Преимущества грузовых перевозок внутренним водным транспортом**

Беккер Р. В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Внутренний водный транспорт является важным стратегическим звеном транспортной системы Западной Сибири. Однако в настоящее время он сократил объемы транспортировки грузов при увеличении доли автомобильных перевозок, несмотря на существенное отставание уровня развития автомобильных дорог от уровня автомобилизации.

С целью оценки экономической целесообразности использования речного транспорта для перевозки грузов было проведено исследование по выявлению затрат на перевозку 50-ти тонн гравийного щебня различными видами транспорта из Новосибирска в Лабитнанги.

Так, согласно тарифам компании «AService», стоимость перевозки данного груза речным транспортом по указанному маршруту составит около 102500 руб., а железнодорожным транспортом – 220000 руб., что связано с большой протяжённостью существующего маршрута следования по железной дороге. При использовании автомобильного транспорта стоимость составит 460000 руб. (по расценкам компании «ТЭС»).

Таким образом, существенным достоинством использования речного транспорта является более низкая стоимость грузовых перевозок по сравнению с автомобильными и железнодорожными.

К особенностям речных перевозок относятся значительные временные затраты, обусловленные низкой скоростью движения судов. Поэтому доставляют таким способом только несрочные грузы. Чаще всего это щебень, песок, лес, кирпич, сибит, трубы, цемент. Относительно велики также перевозки нефти и каменного угля.

Перевозка грузов с использованием водного транспорта выгодна с финансовой точки зрения. Несмотря на значительные временные затраты, это один из самых экономичных способов доставки груза до места назначения при условии перевозки груза большого объема. Кроме того, водные перевозки играют важную роль в транспортной логистике при отсутствии альтернативных способов доставки грузов.

Научный руководитель – Зайцева Т. С.

## **Сравнительный анализ структурных моделей железнодорожного транспорта**

Бердышева Ю. А., Пономарева А. В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Разнообразные потребности современного человека в его взаимодействии с обществом являются той основой, на которой развиваются методы и подходы в решении задач удовлетворения различных потребностей при использовании им железнодорожного транспорта для передвижения. Следовательно, стоит акцентировать внимание на определении динамики изменений качества услуг, показатель которой может быть сформулирован следующим образом: возрастание пассажиропотока на железнодорожном транспорте между двумя объектами при неизменных значениях численности населения и экономических показателей региона определяет возросший сервис, включая сервис скорости, на указанном участке дороги. Опыт зарубежных стран при эксплуатации скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей, а также организации комфортной среды на этом виде транспорта представляется весьма существенным.

Во всех рассматриваемых нами моделях формирование пакета услуг, в том числе новых услуг, основывалось на том, что увеличение скорости является главной задачей, решение которой обеспечивалось изменением организации управления, а также изменением технологических параметров дороги и подвижного состава. Именно под углом технологических возможностей, управленческих решений и в какой степени различные услуги сопровождают скоростное движение, как критериев оценки эффективности функционирования той или иной модели, мы рассмотрим опыт Германии, Китая и России.

В последнее время вследствие реформ и инвестиций в действующие железнодорожные пути и разработанной стратегии Германия сумела увеличить высокоскоростные магистрали с четырех в 2005 году (2664 км) до тринадцати линий в 2015 году (3088 км). Двадцатилетним техническим и организационным реформам предшествовал детальный анализ структурных моделей железнодорожного транспорта в других странах, с точки зрения не только технической эффективности функционирования, но и с точки зрения повышения сервиса для пассажиров. На решение использовать интегрированную модель, в которой государство имеет полный контроль за всей структурой железных дорог, по нашему мнению, повлиял отрицательный опыт других стран со смешанными и раздельными моделями управления в Великобритании, Голландии, Швеции, Венгрии и



Франции. Интегрированная модель предполагает единое оперативное управление и стратегическое планирование железнодорожных перевозок. При использовании смешанной модели допускается существование отдельных железнодорожных линий под управлением частных компаний. Раздельная модель предполагает, что государство может только вырабатывать общие стандарты для частных операторов железных дорог. Проведенный анализ работы железных дорог с раздельной моделью в Великобритании и Голландии относительно процента сбоев в расписании движения и стоимости перевозок на один км пути позволил сделать вывод о явном преимуществе интегрированной модели по сравнению с раздельной и смешанной. Другим важным показателем, характеризующим взаимосвязь структурных реформ с повышением сервиса, является снижение стоимости оказываемых услуг. В этой позиции интеграционная модель по сравнению с раздельной или смешанной моделью обеспечивает наилучший результат. При этом в интегральной модели германских железных дорог произошло снижение, в то время как в смешанной модели SNCF Франции стоимость возросла на 113%, а в раздельной модели Network Rail Великобритании цена километра перевозки возросла на 224 процентов.

В то время как сохранение интегрированной модели обеспечивает максимально эффективное использование имеющихся ограниченных ресурсов, способствует созданию оптимальных процессов функционирования различных инфраструктурных подразделений, не позволяет расти дополнительным затратам, увеличивает показатели по объемам перевозок, приросту инвестиций, росту выручки на одного сотрудника, стабилизации показателя «пунктуальности» движения на железных дорогах.

Важным преимуществом интегрированной модели выступают единые технические стандарты, принимаемые внутри структуры и не требующие дополнительных затрат на согласование.

Интегрированная модель по данным «Двенадцатого пятилетнего плана железных дорог Китая» включает эксплуатацию 120 тысяч километров железнодорожного полотна. Строительство высокоскоростных дорог оказалось настолько эффективно, что это стало локомотивом для развития регионов Китая и вывело страну в лидеры по количеству километров ВСМ.

С этой точки зрения оценка небольшого опыта развития высокоскоростных магистралей в России также представляет интерес для нашего исследования. Как при оценках немецких и китайских ВСМ, так и при исследовании российских высокоскоростных дорог главным критерием выступает скорость перемещения пассажиров.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Жаркова Е. А.

**Оценка экономической эффективности электрификации участка  
железной дороги при организации перевозки пассажиров на  
направлении Новосибирск – Бийск**

Валькова А. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Санкции, введенные против Российской Федерации, резкое падение курса рубля относительно доллара и евро сделали привлекательным местный туризм. В Сибирском Федеральном Округе еще большую популярность приобрели такие зоны отдыха как «Горный Алтай» и город-курорт федерального значения Белокуриха. Летом 2015 года на трассе Барнаул – Бийск наблюдались проблемы продвижения потока транспортных средств, а в гостиницах, санаториях и базах отдыха отсутствовали свободные места.

Основными конкурентными преимуществами железнодорожного сообщения по сравнению с другими видами транспорта при перевозке туристов скоростными поездами по маршруту Новосибирск – Барнаул – Бийск должны стать: независимость от погодных условий, следование пассажирских поездов строго по расписанию, высокая частота движения поездов на основных направлениях, расположение вокзалов в центральных районах крупных городов и т.д.

Анализ инфраструктурных особенностей железнодорожного полигона выявил барьерное место – в настоящее время участок Присягино – Бийск обслуживается тепловозной тягой. В связи с предложением о запуске в обращение скоростного поезда на базе подвижного состава DesiroGus (Ласточка) или Сапсан, появляется необходимость в оценке экономической эффективности электрификации данного участка.

При этом экономический эффект устанавливается только для сопоставимых стоимостных показателей, учитывающих капитальные затраты на электрификацию участка; расходы, связанные с условным топливом и электроэнергией, со временем работы поездных локомотивов и бригад, с пробегом локомотивов, с платой за выброс в атмосферный воздух загрязняющих веществ.

Произведенные расчеты показали, что при существующих объемах перевозок сравнительный экономический эффект на участке Присягино – Барнаул от перехода с тепловозной тяги на электровозную составит порядка 170 млн. руб./год (без учета введения в обращение скоростного пассажирского поезда).

Научный руководитель – канд. экон. наук Климова Е. В.

## **Развитие информационных технологий – вклад в будущее пассажирского транспорта города**

Грухина Е. Ю.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Повышение качества транспортного обслуживания населения является приоритетной задачей отраслевого департамента мэрии. Оптимизация работы пассажирских маршрутов с максимальным удобством для горожан удается благодаря применению современных технологий организации перевозочного процесса. В век информационных технологий спутниковые системы работают не только на благо космических исследований, но и для повышения комфорта жизни обычных людей.

Использование спутниковой системы навигации ГЛОНАСС в целях оптимизации сферы городского транспорта приоритетно для города. При помощи спутниковой системы стало возможным увидеть передвижение транспорта на улицах Новосибирска в режиме реального времени. Эта опция очень полезна как для горожан, так и властей.

Еще один реализуемый инновационный проект – мобильная лаборатория лазерного сканирования. С помощью 3D-сканера, который производит замеры размеров трещин на дорогах с высокой точностью, можно увидеть все проблемные участки дорог. Данный метод сбора информации позволяет сэкономить до нескольких миллионов рублей. Машина с 3D-сканерами обрабатывает 10 километров трассы за 10 минут. Эта технология позволит оперативно подготовить необходимую документацию для дорожно-ремонтных дорог.

На сегодняшний день новосибирскими транспортниками предлагается горожанам использовать еще одну современную услугу, которую предоставляет сервис через интернет-сайт Центра управления горавтоэлектротранспортом.

Пройдя по ссылке [www.nskgortrans.ru](http://www.nskgortrans.ru), посетителям сайта предоставляется возможность в текущий момент времени на городской спутниковой карте отслеживать время прибытия на ближайшую остановку любого городского пассажирского маршрута – автобуса, троллейбуса, маршрутного такси, и их местонахождение. Обновление информации на сайте осуществляется с интервалом одна минута.

Таким образом, современные информационные технологии позволяют повысить качество транспортного обслуживания населения, оптимизировать работу пассажирских маршрутов с целью дальнейшего совершенствования работы пассажирского транспорта.

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент Жаркова Е. А.

**Информационно-справочная система  
«Памятка норм закрепления состава»**

Казакова А.В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Настоящая работа посвящена задачам повышения безопасности движения, безопасности и эргономичности труда работников железнодорожного транспорта, решаемым локально средствами новых информационных технологий.

Автоматизированные системы заняли особое место в работе всех служб и дирекций ОАО «РЖД», идет непрерывное совершенствование работы, но, на наш взгляд, некоторые имеющиеся резервы, остаются вне поля зрения разработчиков автоматизированных систем управления (АСУ).

Профессию составителя поездов можно отнести к одной из творческих. От опыта и навыков составителя поездов, а также скорости выполнения операций зависит дальнейшая работа как смежных служб, так и транспорта в целом. По экспертной оценке, за двенадцатичасовую смену составитель поездов совершает в среднем 300 технологических операций. На каждую операцию по технологическому процессу существуют нормы времени, и даже незначительное промедление может привести к увеличению простоя вагонов и составов поездов. Определенную долю этого времени (примерно 10%) составитель поездов тратит на закрепление состава на путях тормозными башмаками.

В инструкции по движению поездов указано, что необходимое количество тормозных башмаков допускается определять с использованием АСУ расчета норм закрепления, тем не менее, на практике, до сих пор используются бумажные варианты памяток «О нормах закрепления вагонов на путях станции».

Поиск предусмотренное нормами закрепления нормы числа тормозных башмаков в памятке (объемом более 60 страниц) неудобен, например, в ночное время, когда ухудшаются факторы видимости и восприимчивости информации.

Разработана структура мобильного приложения, которое, после ввода данных о номере пути и числе осей в составе, отвечает на запрос количества тормозных башмаков, требуемых для закрепления конкретного состава. При этом, обеспечивается безопасность движения поездов и улучшается эргономичность труда.

Научный руководитель – д-р техн. наук Медведев В. И.

## **Совершенствование технологии работы железнодорожной станции Черепаново**

Клоков Д. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Станция Черепаново расположена на направлении Новосибирск–Барнаул. По основному характеру работы станция является участковой, по объему и сложности выполняемых работ отнесена к станции второго класса. Станция является стыком двух родов тока – постоянного и переменного.

В настоящее время основные затруднения в работе станции возникают при смене локомотивов различных родов тока, одной из целей программы развития станции на период 2016-2017 гг. является устранение этих затруднений.

Согласно ей планируется электрификация главного пути № 14 и секционирование приемоотправочного пути № 3. Путь № 14 предлагается специализировать, как ходовой. В настоящее время заезд локомотива осуществляется по одному из приемоотправочных путей, для чего необходимо всегда иметь свободный путь. Предлагаемый вариант переустройства позволит ускорить процесс смены локомотивов у транзитных грузовых поездов и высвободит приемоотправочный путь. Секционирование пути № 3, на который осуществляется прием пассажирских поездов, также позволит сократить время их стоянки.

С целью обоснования предложенного проекта переустройства в работе выполнен анализ технико-экономических показателей работы станции, определены коэффициенты загрузки ее путевого развития и горловин. Обоснована актуальность данных мероприятий.

Кроме того, произведен анализ схематического плана станции, рассмотрены другие варианты совершенствования технологии работы станции, сделан вывод о целесообразности применения электрификации и секционирования путей.

В результате повторных расчетов получены меньшие значения коэффициентов загрузки путевого развития станции и ее горловин, что доказывает эффективность переустройства. Предложенные мероприятия позволят разгрузить четную и центральную горловины станции, что обеспечит большую их пропускную способность, а также позволит отделить грузовое движение от пассажирского.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Карасева А. А.

## **Защита тяговых сетей от токов короткого замыкания**

Леонов А.С.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время железнодорожный транспорт является стратегически важным объектом экономики государства, оказывающим значительное влияние на развитие страны в целом. Грузооборот на Российских железных дорогах, за последние десять лет, значительно увеличился, возросли и массы составов, обновился парк локомотивов, увеличилась участковая скорость, повысились требования к надёжности работы системы электроснабжения. Повышение массы поездов привело к увеличению токов нагрузки в контактной сети. Токи нагрузки стали соизмеримы с токами короткого замыкания (КЗ) в удаленной точке тяговой сети, что снизило надёжность работы системы тягового электроснабжения.

В настоящий момент проведён анализ существующих видов защит: токовых, потенциальных и специальных, применяемых на российском и зарубежном железнодорожном и городском электрическом транспорте (ГЭТ). Рассмотрены наиболее широко применяемые токово-импульсные защиты (МИЗ), а так же защиты по скорости нарастания и приращения тока, реализованные в терминалах цифровых защит, которые в настоящее время внедряют на железных дорогах РЖД, ГЭТ и за рубежом. Потенциальные и специальные защиты, реагируют на косвенные признаки КЗ, сопровождающие аварийные режимы работы ТС: изменение напряжения, температуры, сопротивления.

Выявлено, что системы защиты, работающие по скорости нарастания и приращения тока выполняют свою задачу недостаточно эффективно-аварийный режим работы выявляется не в 100% случаев. Повысить селективность работы данных систем можно путем внедрения в их микросхему микроконтроллера, работающего на высоких тактовых частотах. Однако, это удорожит стоимость и усложнит производство и наладку таких защит.

Экспериментальные исследования переходных процессов будут проводиться в условиях работы системы электроснабжения, приближенных к реальным. Расчеты выполняются с помощью математического моделирования в среде «MATLAB». Достоверность научных положений и результатов работы обосновывается теоретически и результатами экспериментальных исследований.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Мятёж С. В.

## **Обеспечение надежности пути на участках обращения тяжеловесных поездов**

Леуто А. Н., Матанцев М. Е.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Для повышения эффективности перевозочного процесса на сети железных дорог ОАО «РЖД» реализуется программа повышения веса поезда.

Очень важным фактором стало появление на сети инновационных вагонов с повышенной нагрузкой 25 тонн на ось. На сети сейчас уже 35 тыс. таких полувагонов. Они не требуют технического обслуживания в пути следования, что значительно ускоряет их продвижение, а заодно сокращает затраты на их осмотр на станциях. Немаловажно использование инновационного подвижного состава в кольцевых маршрутах. Например, можно перевозить в этих вагонах уголь из Кузбасса на Дальний Восток поездами с повышенной весовой нормой в 7 тыс. 100 тонн. Тяжеловесные поезда массой 9 тыс. тонн следуют из Кузбасса до станции Лужская. Однако известно, что инновационные вагоны оказывают негативное воздействие на инфраструктуру.

Повышение надежности работы верхнего строения пути в современных условиях эксплуатации осуществляется в двух направлениях: первое – разработка и внедрение более совершенных элементов конструкций пути – рельсов, креплений, железобетонных шал; второе – широкое применение мероприятий, направленных на максимальное использование резервов работоспособности существующих конструкций.

Вопросы повышения качества и эксплуатационной стойкости рельсов всегда занимали одно из центральных мест в важнейших разработках как в нашей стране. В настоящее время рельсы отечественного производства существенно уступают рельсам из передовых стран Европы, США и Японии: по сроку службы (у отечественных – 600-700 млн т брутто, у зарубежных – 1,5-2,5 млрд т брутто).

На железных дорогах многих стран в пути с железобетонными шпалами уже давно успешно применяют упругие бесподкладочные крепления. Такие конструкции внедряются на российских железных дорогах и в настоящее время уложены примерно на 38 % развернутой длины главных путей сети. В связи с этим выполнена сравнительная оценка состояния геометрии рельсовой колеи на пяти опытных участках пути Западно-Сибирской железной дороги с различными конструкциями рельсов и промежуточных креплений по разработанной в СГУПС методике.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Карпущенко Н. И.

## Компенсация реактивной мощности на метрополитене

Логутенко Н.С., Петров А.А.

Новосибирский государственный технический университет

К электроснабжению метрополитена предъявляются высокие требования, связанные с качеством электроэнергии, негативное влияние на которое оказывает высокий уровень потребления реактивной мощности электротехническим оборудованием подстанций.

Самым энергоемким потребителем метрополитена является тяга поездов. Неравномерная нагрузка, значительные и кратковременные токи при пуске поездов, работа в недогруженном состоянии асинхронных двигателей и питающих тягу трансформаторов, фазовый сдвиг характеристик тока, который связан с наличием индуктивности в электротехническом оборудовании, а также высшие гармоники, вызванные выпрямителями – все это способствует ухудшению качества электроэнергии.

Оснащение подстанций метро люминесцентными лампами позволило снизить потребляемую полную мощность, но уровень реактивной мощности вырос из-за наличия выпрямителей и дросселей, которые являются неотъемлемой частью этих ламп.

Вентиляция и насосные установки, в состав которых входит аналогичное оборудование, столкнулись с идентичными проблемами.

Низкое значение  $\cos\varphi$  влечет за собой увеличение потребляемой полной мощности; искажение характеристик тока; рост потерь; снижение напряжения у потребителей электроэнергии и увеличение ежемесячной оплаты за электроэнергию.

Справиться с проблемой низкого качества электроэнергии можно с помощью активного компенсатора реактивной мощности на базе IGBT – транзисторов. Максимально близкое расположение устройства к потребителю реактивной мощности позволяет достичь коэффициента мощности, составляющего 0.97-0.98, а также избавиться от сдвига по фазе и нелинейных искажений в системе.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Калугин М. В.



## **Рост отказов железобетонных шпал в процессе эксплуатации**

Малецких С. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

На Среднесибирской магистрали были выбраны несколько участков для оценки динамики роста отказов железобетонных шпал.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности детали или системы в целом.

Выбранные участки Среднесибирской магистрали имеют различный пропущенный тоннаж, в т.ч. сверхнормативный.

На I пути Сузунской дистанции выделено 5 участков (общая длина 63 км) 1 класса, группы А, 3 категории (грузонапряженность – 107,6 млн. т км бр./км в год; скорость движения грузовых поездов – 80 км/ч, пассажирских поездов – 100 км/ч), с бесстыковой конструкцией пути и промежуточными рельсовыми скреплениями типа КБ-65, с величиной пропущенного тоннажа в пределах 880-1065 млн. т брутто.

Участки, находящиеся на II пути не рассматривались по причине малого срока эксплуатации.

По всем выбранным участкам были построены графики зависимости роста отказа железобетонных шпал от срока эксплуатации (пропущенного тоннажа).

Анализ полученных графиков показал, что рост отказов железобетонных шпал на Среднесибирской магистрали напрямую зависит от срока эксплуатации, при этом зависимость имеет вид геометрической прогрессии:

- при тоннаже 400 млн. т – 1-1,5 шт./км;
- при тоннаже 700 млн. т – 4-5 шт./км;
- при тоннаже 1000 млн. т – 9-11 шт./км.

С увеличением срока службы интенсивность отказов шпал увеличивается на каждом из 3 этапов эксплуатации (шаг 300 млн. т):

- 0,42 шт./100 млн. т;
- 1,08 шт./100 млн. т;
- 1,83 шт./100 млн. т.

В тоже время итоговый уровень отказов железобетонных шпал имеет сравнительно небольшую величину – 0,6% (даже в условиях пропуска сверхнормативного тоннажа 1 млрд. т), что подтверждает их высокую эксплуатационную надежность.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Величко Д. В.

## **Методы и средства диагностики для повышения надежности подвижного состава метрополитена.**

Манаев Д. В.

Новосибирский государственный технический университет

Основой надежной работы подвижного состава является своевременный профилактический и восстановительный ремонт. Подвижной состав метрополитенов в настоящее время ремонтируется с учетом новых норм межремонтных пробегов и ремонтных циклов, все капитальные ремонты выполняются по новой системе. Увеличивающиеся размеры движения на метрополитене, высокие требования к безопасности перевозок заставляют совершенствовать конструкцию и надежность подвижного состава.

Опыт эксплуатации вагонов подвижного состава позволил автору выявить некоторые слабые узлы и предложить схему модернизации этих вагонов, которая позволит повысить их надежность. При оценке надежности подвижного состава следует учитывать, что в процессе эксплуатации вагона его выходные характеристики изменяются в результате износа деталей и узлов, а также вследствие длительного воздействия внешних факторов, влияющих на эксплуатацию подвижного состава. Имеются установленные пределы допускаемых изменений исходных параметров исходя из требований обеспечения безопасности движения, минимума эксплуатационных расходов при безусловном выполнении графика движения поездов. Состояние подвижного состава может быть описано функцией. Результат работы метровагона может быть оценен с помощью функционала, который является случайной величиной. В качестве количественной оценки результатов эксплуатации метровагона можно принять математическое ожидание этого функционала.

Диагностика надежности подвижного состава является важным элементом контроля над неисправностями и техническим состоянием подвижного состава. Информация о техническом состоянии вагонов постоянно поступает в центр управления. О любой неисправности сразу становится известно дежурному персоналу в центре управления, и здесь решается вопрос о снятии неисправного состава с маршрута

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Малозёмов Б. В.

## **Разработка автоматизированной программы формирования технологических карт выполнения маневровых операций**

Михайлюк И. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Технологические сроки оборота вагонов используются перевозчиком, владельцем инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования, грузоотправителями, грузополучателями, владельцами или пользователями железнодорожного пути необщего пользования при разработке единого технологического процесса работы железнодорожного пути необщего пользования и железнодорожной станции примыкания. А так же он устанавливается в договорах на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования.

При расчете технологического срока оборота вагонов учитываются следующие элементы операций с вагонами: маневровая работа; выполнение грузовых операций; приемо-сдаточные операции; прочие операции.

Расчетное время на выполнение маневровых операций на железнодорожном пути необщего пользования определяется с помощью разработки технологических карт.

Создание технологической карты – весьма трудоёмкий процесс, который требует предельной внимательности при расчётах и обращении к различным нормам времени на ту или иную операцию. Кроме того, высокий вагонооборот на ПНОП требует создания множества технологических карт, что отнимает ценное время работников.

Для определения расчетного времени на выполнение маневровых операций на железнодорожном пути необщего пользования была создана программа. Цель данной программы (проекта) в максимальной степени упростить и ускорить работу составителя технологических карт, сведя её до выбора операции и ввода простых данных (число вагонов, длины дистанции, длины прохода составителя, номера переведённых стрелок, число ТБ). Программа подходит для любой схемы путевого развития пути необщего пользования.

При выборе операции технологическая карта дополняется, формируя таблицу установленной формы. Так же в программу встроены такие функции как: Очистка - убирает все записи и выделяет ячейку с вводом числа вагонов; Сохранение - создаёт новый лист и помещает туда технологическую карту; Отмена последней операции; Печать технологической карты - посредством данной функции происходит вывод технологической карты на принтер, установленный по умолчанию.

Научный руководитель – канд. техн. наук Зачешигрива М.А.

## **Исследование сопротивления движению подвижного состава рельсового транспорта**

Огнева Т. Д.

Новосибирский государственный технический университет

Городской электрический транспорт является крупным потребителем электроэнергии. Поэтому даже незначительное снижение расхода электроэнергии на транспорте имеет существенное значение. Работа, совершаемая тяговыми двигателями по преодолению сопротивления движению рельсового транспорта, составляет значительную часть от полезной работы, поэтому величина его оказывает большое влияние на потребление энергии при движении подвижного состава. Величина сопротивления движению в значительной степени влияет на расход электроэнергии.

В настоящее время величины сил сопротивления движению принято определять, главным образом, по эмпирическим формулам, полученным в результате экспериментальных исследований.

Для получения универсальных аналитических зависимостей удельного сопротивления движению в данной работе предлагается заменить полигонные испытания расчетами коэффициентов формулы Дэвиса, а аэродинамические составляющие получать в результате математического моделирования движения подвижного состава.

Сопротивление движению включает в себя следующие параметры:

- Сопротивление от трения осей в буксовых подшипниках
- Сопротивление от трения качения колес по рельсам
- Сопротивление от трения скольжения колес по рельсам
- Сопротивление от рассеяния энергии в пути
- Сопротивление механических потерь в двигателях и передаче
- Аэродинамическое сопротивление

Все значения этих параметров можно рассчитать с помощью формул, кроме значения аэродинамического сопротивления.

Цель работы: исследование влияния параметров сопротивления движению на его значение и получение зависимостей всех составляющих сопротивления движению от его общего значения.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Калугин М. В.

## **Управление неодимовым корректором жесткости виброизолятора при изменении уровня вибрации**

Панченко Ю. В.

Новосибирский государственный технический университет

Данная научная работа посвящена разработке виброизолятора на неодимовых магнитах работающего согласно эффекту нулевой жесткости. И реализации на нем системы управления корректором жесткости способной подстраиваться под необходимый уровень колебаний.

Предлагаемый виброизолятор с системой перестройки выполненной на основе неодимовых магнитов разрабатывается в рамках гранта РФФИ 16-32-80134 Мол\_Эв\_а. Принцип работы системы перестройки базируется на изменении жесткости встречно включенных неодимовых магнитов, управление которыми будет обеспечено, если один из магнитов будет отклонен (повернут) от другого на определенный угол. Величина угла будет зависеть от массы защищаемого объекта. Поворот на определенный угол супермагнитов позволит изменять жесткости корректора от 0 до максимальной (в зависимости от массы защищаемого объекта).

Неодимовый магнит известный своей большой силой притяжения и стойкостью к размагничиванию, он хорошо зарекомендовал себя во многих областях техники, в том числе и в виброзащите.

Преимущества разрабатываемой установки состоят в том, что данный корректор жесткости обладает большим усилием при этом имея малые массогабаритные показатели. То есть, в этом случае масса защищаемого объекта может быть достаточно большой – от одного кг до нескольких тонн в зависимости от области применения. Что позволят использовать его не только в стационарных установках, но и в транспортных средствах.

Области применения: станки, двигатели на транспорте, трансформируемые космические конструкции.

Для управления корректором жесткости предлагается реализовать 2 варианта системы перестройки в зависимости от применения: 1 вариант - ручное управление (например ручник в автомобиле), которое позволит подстраивать виброизолятор с неодимовым корректором жесткости под массу человека (защищаемую массу); 2 вариант - управление автоматической системой перестройки с использованием любого точного управления параметром движения - сервопривода или шагового двигателя.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Гурова Е. Г.

## **Математическая модель пассажиропотока железнодорожного транспорта на направлении Омск-Новосибирск**

Позднякова Д. С.

Сибирский государственный университет путей сообщения  
г. Новосибирск

На направлении Омск - Новосибирск пассажирские перевозки осуществляются тремя видами транспорта: железнодорожным, автомобильным и авиационным. Основными сегментами пассажиропотока являются: рабочие (служащие) – 28%, специалисты – 20% и пенсионеры, доля которых в общем пассажиропотоке составляет 18%. Размеры движения следующие: всего обращается около 36 пар пассажирских поездов, из них 27 скорых круглогодичного обращения, семь скорых сезонного обращения, два местных, один из них ускоренный; выполняется один автобусный рейс в сутки и три авиационных рейса в неделю.

На долю железнодорожного транспорта приходится 87,5%, авиатранспорта – 1% и автомобильного – 11,5% от общего количества перевезённых пассажиров. Железнодорожный транспорт более привлекателен для пассажиров за счет частоты движения и сравнительно низкой стоимости, но длительное время в пути (8ч) снижает его конкурентоспособность.

Подвижность населения за последние пять лет в городах Омск и Новосибирск на железнодорожном транспорте практически не изменилась (0,36 и 0,27 поездок в год соответственно).

Для исследования величины пассажиропотока на рассматриваемом направлении предлагается использовать регрессионный анализ. При этом учитывается численность агломераций, валовой региональный продукт и размер пассажиропотока. Получены следующие результаты. Коэффициенты корреляции имеют положительные значения, близкие к единице. Это говорит о тесной связи величины пассажиропотока и рассматриваемыми факторами влияния. Для описания математической модели пассажиропотока предлагается использовать общее уравнение множественной линейной регрессии. По F-критерию определена значимость уравнения (критерий дисперсионного анализа), т.е. нулевая гипотеза. В результате регрессионного анализа получены значения пассажиропотока железнодорожного транспорта на направлении Омск-Новосибирск. Они имеют преимущественно плавный рост и близки к статистическим данным пассажиропотока за пять лет с 2010 года по 2014 год. Данные выводы возможно использовать при прогнозировании пассажиропотоков.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Панк Р. В.

## Разработка технического решения по оптимизации присадочных компонентов в моторных маслах

Почкайло К. А.

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Необходимым условием повышения ресурса современных двигателей, является обеспечение минимальной скорости изнашивания узлов. Обеспечение жидкостного трения достигается как конструктивными, так и технологическими методами. В связи с этим актуален вопрос производства отечественных противоизносных присадок, не уступающих по эффективности зарубежным аналогам и пригодных при производстве импортозамещающей продукции.

*Цель работы* – разработка технического решения по оптимизации присадочных компонентов.

*Задачи:*

- 1) Разработать состав беззольной противоизносной присадки.
- 2) Изготовить опытный образец противоизносной присадки.
- 3) Испытать эксплуатационные свойства разработанной присадки.

*Объект исследования* – индустриальное масло И-20А, пакет присадок FENOM, стеариновая кислота, *n*-аминофенол,

*Разработка метода синтеза беззольной противоизносной присадки.*

Амиды наиболее легко образуются при нагревании аммонийных солей карбоновых кислот. Вторичные амиды можно получить нагреванием солей карбоновых кислот с веществами, содержащими аминогруппу.

Из веществ, содержащих аминогруппы и используемых для получения жидких кристаллов, наиболее доступен *n*-аминофенол. Содержание в возможном продукте взаимодействия фенольного и амидной групп может обеспечить высокую адсорбционную активность по отношению к большинству конструкционных металлов, используемых для изготовления узлов трения. Структуру продукта реакции устанавливали методом ИК - спектроскопии с помощью спектрометра Spectro FTIR Q410 Alpha. Испытания трибологических характеристик проводили на машине трения.

*Выводы:* Доказано, что в качестве противоизносных компонентов смазочных масел могут быть использованы беззольные ПАВ определенной структуры. Наличие в составе ПАВ таких элементов, как цинк, фосфор, сера и хлор, не является обязательным условием обеспечения высоких трибологических характеристик смазочного материала. Оптимальные антифрикционные свойства достигаются при использовании ПАВ с большей длиной углеводородных радикалов, чем у наиболее распространенной в отечественных маслах присадки ДФ-11.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Дыскина Б. Ш.

## **Экспериментальное определение температуры нагрева пуско-тормозных реостатов подвижного состава метрополитена**

Резниченкина А.Д.

Новосибирский государственный технический университет

Своевременное удаление вредностей и подача требуемого количества свежего воздуха зависит от эффективности и конструктивного совершенства систем вентиляции. Поэтому тоннельной вентиляции метрополитена отводится важная роль по поддержанию требуемого состояния микроклимата, теплового баланса в подземных сооружениях.

Энергопотребление тоннельной вентиляции уступает только потреблению подвижного состава, что составляет 0,9 – 1,3 млн. кВт\*ч в год на 1 км линии. При этом на удаление теплоизбытков, выделяющихся от подвижного состава, затрачивается около 53% электроэнергии, расходуемой системой тоннельной вентиляции.

Основным источником тепловыделения в метрополитене является подвижной состав. Источниками тепла на подвижном составе являются: пускотормозные реостаты, тяговые электродвигатели, резисторы регулирования поля электродвигателей и тормозные колодки на колесных парах. Наибольшее количество тепла выделяется в ПТР при подходе метropоезда к станции (реостатное торможение тяговых двигателей) и при разгоне поезда (выведение ступеней сопротивлений, сопровождающееся повышенным током электродвигателей).

Суть эксперимента заключается в определении температуры нагрева пуско-тормозных реостатов в момент прибытия на станцию и в момент отъезда подвижного состава с помощью тепловизора. С помощью полученной разности температур, возможно рассчитать количество теплоты, выделяемое на станцию подвижным составом метрополитена за время стоянки поезда на станции.

Полученное количество теплоты, выделяемое от подвижного состава метрополитена в режиме торможения, поступает на платформу станции, что влияет на режим работы системы вентиляции. Без своевременного удаления вредностей, на станциях и в тоннелях происходит накопление в виде избыточного тепла, газовых выделений, пыли и т.д.

Поэтому, необходимо разработать энергоэффективную систему вентиляции, которая позволит удалять теплоизбытки от подвижного состава напрямую, а также снизит количество электроэнергии, затрачиваемое основной системой вентиляции на проветривание станций.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Спиридонов Е.А.



## **Определение температурных границ зоны интенсивного морозного пучения в глинистых грунтах**

Сафронова С. О

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Эксплуатация железных дорог в условиях резко-континентального климата осложнена таким явлением, как морозное пучение. Воздействие низких температур вызывает промерзание грунта и как следствие увеличение в объеме замерзающей в нем воды. В результате появляются неровности, затрудняющие обеспечение безопасного движения поездов.

Целью данной работы является повышение точности расчетов параметров противопучинных устройств железных дорог.

Для реализации поставленной цели был решён ряд практических задач: конструирование измерительного комплекса, проведение измерений температур и деформаций, анализ результатов измерения.

Опытные наблюдения проведены в лабораторных условиях (камера «холод»), отражающих основную характеристику климата Северного полушария – низкие температуры. Модель исследований представляет собой жестко соединенную конструкцию, состоящую из цилиндрической емкости с крышкой, изготовленной из листового металла, в которую помещен образец грунта и терморезисторы. Значения деформаций фиксируются с помощью тензодатчика, расположенного на поверхности крышки. Измерительная схема имеет выход на компьютер для обеспечения автоматической фиксации показаний датчиков.

На основе полученных данных построены графики зависимости деформаций металлической пластины, подверженной пучению грунта, от температуры, анализ которых, позволил определить значения температур интенсивного морозного пучения промерзающего грунта.

В дальнейшем запланировано получение зависимости сил морозного пучения от влажности грунта и различных структур строения скелета грунта.

Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Исаков А. Л.

## **Увеличение срока службы бесстыкового пути на участках с пропуском сверхнормативного тоннажа**

Севостьянов А. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Цель работы: Предложить меры по увеличению срока службы бесстыкового пути на участках Транссибирской магистрали с пропуском сверхнормативного тоннажа, путем выявления и анализа основных дефектов, влияющих на срок службы верхнего строения пути.

Исходя из результатов анализа дефектов, видно, что на всех участках большая доля дефектов приходится на дефекты первой группы, основные из которых отслоение и выкрашивание металла на поверхности катания (46,31 %) и выкрашивание металла на боковой рабочей выкружке рельсов (9,94 %). Также значительная доля отказов произошла по причине поперечных трещин головки рельса, вследствие недостаточной контактно-усталостной прочности металла (20,45 %).

Для отдельных участков проводилась оценка надёжности по усечённой выборке отказов, по результатам которого получен прогноз выхода рельсов, при наработке тоннажа 1200 млн. т, который составил 5,5 шт./км, а при пропуске 1500 – 11 шт./км.

По результатам анализа предлагаются следующие меры по продлению срока службы пути:

1. Мероприятия для снижения числа контактно-усталостных дефектов, а именно профилактическое шлифование рельсов, с периодическим применением рельсошлифовальных поездов (РШП-48). Увеличение высоты головки рельсов позволит проводить профилактическое шлифование рельсов более длительный период.

2. Мероприятия по повышению качества стали, применяемой для рельсов значительно повысит срок службы рельсов. Для увеличения срока службы верхнего строения пути необходимо использовать новые марки стали, а также бейнитную сталь.

3. Использование новых технологий производства рельсов, стойких к контактно-усталостным деформациям, в частности рельсов, из среднеуглеродистой легированной стали бейнитного класса. Также необходимо улучшение геометрических характеристик рельсов, в том числе увеличение длины рельсов до 50-100 м.

4. Увеличение длины бесстыковых плетей до длины с перегон и блок-участок, а также уменьшение мест временного восстановления рельсов бесстыкового пути сократит число отказов рельсов при пропуске нормативного тоннажа.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Величко Д. В.

**Проект контейнерной площадки закрытого типа в условиях низких температур наружного воздуха (на примере станции Нижний Бестях)**

Сизова Л. Н.

Транспортный техникум, Республики Саха (Якутия)

Зима – наиболее трудный и ответственный период для работников железнодорожного транспорта. При низких температурах и заносе подъездных путей снегом резко возрастает удельное сопротивление движению вагонов и кранов, застывают смазки, учащаются случаи заклинивания колесных пар, ухудшается видимость и слышимость сигналов, сокращается световой день. Все это способно резко замедлить и нарушить технологический процесс работы контейнерной площадки.

Цель научного проекта – разработка проекта контейнерной площадки на станции Нижний Бестях в условиях низких температур наружного воздуха.

На контейнерной площадке станции Нижний Бестях, выгрузка и погрузка контейнеров осуществляется с помощью козлового крана типа МККС-32М грузоподъемностью 32 т.

В связи с тем, что Якутия относится к резко-континентальному климату, средняя температура в зимнее время составляет  $-45^{\circ}\text{C}$ . По нормативным документам эксплуатация козловых кранов при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  запрещена.

В результате прибывшие контейнеры простаивают на контейнерной площадке в ожидании выгрузки.

Для решения данной проблемы, предлагается запроектировать контейнерную площадку закрытого типа.

Конструкция: Ангар каркасный прямоугольного типа (утепленный), отопление воздушное, освещение – прожектора со световым потоком не менее 13000 люмен.

В ходе данной работы произведены расчеты времени на выполнение операций с контейнерами на станции Нижний-Бестях в данных условиях и при разработке контейнерной площадки закрытого типа; сопоставлены затраты на оборудования и выгода станции при реализации данного проекта.

Общие затраты на проектирование контейнерной площадки закрытого типа на станции Нижний Бестях составят в среднем около 26 миллионов рублей.

Научный руководитель – Нестерова С. М.

## **Система оценки траектории и скорости движения автомобиля для судейства соревнований по дрифту.**

Сикора Р. А.

Забайкальский государственный университет, г. Чита

Дрифт – техника прохождения поворотов, характеризующаяся использованием управляемого заноса на максимально возможных для удержания на трассе скорости и угла траектории. Оценка одиночных дрифтовых заездов осуществляется судьями по критериям: траектория, угол, скорость и зрелищность.

Сложность судейства данного вида спорта заключается в том, что при оценке качества участников возникают ошибки, из-за человеческого фактора, предвзятости судей и другим причинам. Поэтому в данном виде спорта нужны компетентные и профессиональные судья.

В настоящее время в городе Чита Забайкальского края и соседних регионах стоит острая нехватка профессиональных судей. Эффективным способом решения данной проблемы является использование автоматических комплексов оценки качества прохождения трассы. Существует определенные варианты разных систем, но они достаточно дорогие, и у них есть свои недостатки. Например, у системы Drift Vox неудобное расположение в автомобиле при цене около 75 000 руб.

Цель данного проекта заключается в создании устройства, которое будет содержать датчики и программное обеспечение, позволяющие оценивать следующие параметры:

- 1) Скорость входа на инициации.
- 2) Точность соблюдения идеальной траектории движения.
- 3) Угол и резкость его постановки.

Все эти данные будут анализироваться и преобразоваться в определенный балл, в справедливости которого можно будет убедиться при помощи рассмотрения информации, полученной с датчиков. Соответственно, реализуемая разработка существенно облегчит работу судей по вынесению адекватной оценки.

Кроме того, пилоты смогут использовать данную систему не только на соревнованиях, но и на тренировках. Оценка заезда дрифтера превратится в чёткую цифру, как время круга для пилота кольцевых гонок. Это позволит поднять уровень пилотирования, так как результат своих стараний будет виден сразу после заезда, в чётких цифрах строгого электронного судьи.

Научный руководитель – Палкин Г. А.

## **Особенности и перспективы утилизации старых автомобилей в России и сравнением с Европейской практикой.**

Сирота П. А.

Новосибирский государственный аграрный институт

Количество автомобилей в мире постоянно растёт, средний срок эксплуатации транспортных средств различных категорий находится в пределах 5-7 лет. В Российской Федерации этот порог составляет 12-15, после указанного срока автомобиль должен быть утилизирован, так как его элементы, отвечающие за безопасность могут перейти за границу безопасности ремонтпригодности. Автомобиль состоит из большого количества элементов. Они в свою очередь состоят из материалов, которые различны по составу, качеству, токсичности, и иных факторов, негативно влияющих на окружающую среду и на процесс утилизации транспортного средства.

В развитых странах мира с проблемой утилизации столкнулись в 70-е годы прошлого века, тогда возникла проблема, что утилизировать автомобиль целиком невозможно и экономически не целесообразно. Были созданы системы утилизации автомобиля, которые позволяли осуществить многоцелевую переработку, направив на повторную переработку: металлические элементы, резинотехнические изделия, пластмасса и другие, тем самым снизив затраты на утилизации и даже в некоторых случаях выйдя за пределы убыточности этого процесса. В Российской Федерации проблема утилизации возникла около 10 лет и с каждым годом приобретает всё более и более проблемный характер.

К сожалению, сегодня в России отсутствуют научно обоснованные экономические системы организации утилизации подержанных автомобилей. В докладе рассмотрен опыт программы утилизации в разных развитых странах мира, а также основные подходы, к этой проблеме, выстраиваемые в регионах Российской Федерации и в том числе в Новосибирской области. Анализируется опыт реализации утилизационных мероприятий и проблемы возникающие при этом.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Федюнин П. И.

## **Повышение эффективности системы пуска ДВС с использованием накопителей энергии**

Смирнов М.А.

Новосибирский государственный технический университет

Наиболее важной системой, определяющей надежность автомобильного транспорта, является система пуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Эта система должна выполнять надежный запуск ДВС в значительном диапазоне температур, предусматривать возможность нескольких попыток запуска ДВС, иметь приемлемые массогабаритные показатели.

При непосредственном соединении аккумуляторной батареи (АБ) в электрическую цепь со стартером, через АБ протекают большие значения токов, негативно сказывающихся на ее ресурсе.

Применения дополнительного звена, согласующего элементы системы пуска ДВС, позволит в большей мере удовлетворить предъявляемым требованиям к системе пуска. К числу таких требований, относятся оптимальные значения токов и напряжения в каждом элементе системы. Значимой трудностью является сильное различие ампер-секундных характеристик, а именно: требуемых стартером для запуска ДВС, и желаемых для АБ. Различие характеристик состоит в амплитудах токов, а также в желаемой и необходимой длительности процесса запуска. В конечном счете, это определяет необходимость присутствия в согласующем звене реактивного элемента – накопителя электрической энергии, на который будет переложена пиковая токовая нагрузка. В настоящее время по минимальным требованиям этому отвечает конденсатор с двойным электрическим слоем (КДЭС), или суперконденсатор.

Согласование элементов возможно с помощью импульсного преобразователя на основе полупроводниковых транзисторов, переключающих небольшую индуктивность с высокой частотой между накопителем и нагрузкой, в роли которой выступает стартер.

В настоящее время для согласования характеристик предпочтительно использовать импульсное преобразование на полупроводниковых транзисторах.

Научные руководители - канд. техн. наук, доцент Мятёж А. В.,  
Макаров С.В.

## **Токораспределение в тяговых сетях постоянного тока электрического транспорта при различных напряжениях источников питания**

Стрельникова Д. М.

Новосибирский государственный технический университет

Тяговые сети электрического транспорта получают питание от большого числа источников энергии. К числу таких источников относятся тяговые подстанции, рекуперирующий подвижной состав, пункты повышения напряжения, автономные источники.

Все источники питания имеют заметные различия в параметрах и уровнях напряжения, а их взаимодействие приводит к случайным распределениям напряжения на токоприемниках.

К настоящему времени не исследованы взаимодействия между источниками питания, не разработаны методы расчётов токораспределения. Не определены также условия для рекуперативных торможений подвижного состава, целесообразных схем тяговой сети.

Основная задача данной работы состоит в исследовании процесса токораспределения в сетях с многократными источниками питания.

При рациональных режимах движения транспортных средств рекуперация в разных системах электротранспорта позволяет на 30...50 % уменьшить энергоёмкость перевозочного процесса, однако вследствие особенностей тягового электропотребления показатель рекуперации энергии в электросетях существующих систем электротранспорта сегодня не превышает 5...10 % [1]. В этой связи развитие методов и принципов оптимизации процесса токораспределения при максимальном использовании энергии электрических торможений, повышающих эффективность использования энергии рекуперации в системе неавтономного электротранспорта является актуальным направлением научных исследований.

Данное исследование направлено на разработку расчетных схем тяговых сетей постоянного тока различных типов подвижного состава с токораспределением при различных напряжениях источников питания.

---

1. Сопов В.И., Курнаева Н.А., Иванов А.В. Способы повышения использования энергии электрического торможения подвижного состава // Онлайн Электрик: Электроэнергетика. Новые технологии, 2012.–URL: <http://www.online-electric.ru/articles.php?id=43>

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Сопов В. И.

## **Целесообразность изменения технического оснащения и логистической цепи на ОАО «Евразруда»**

Сурков М. Д.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

К 2018 году будет полностью завершена модернизация Горно-Шорского рудника, что позволит увеличить добычу руды до 4,8млн тонн в год, с текущих 1,5млн тонн. Первичное обогащение марганца происходит в Шерегеше, для вторичного обогащения руда отправляется в г. Новокузнецк на станцию Новокузнецк-Восточный. Обогащение происходит на Аглофабрике принадлежащей ОАО «Евразруда».

В работе проведен анализ различных вариантов логистических цепей доставки руды: вагонами собственности ОАО РЖД и большегрузным автотранспортом. Расчетами подтверждена экономическая выгода от использования железнодорожных вагонов, она заключается в меньшей себестоимости перевозки груза, а также в использовании меньшего количества погрузочно-выгрузочной техники участвующей в перевозочном процессе.

Станция Новокузнецк-Восточный является внеклассной и имеет огромное значение в плане погрузки на Западно-Сибирской железной дороги и сети в целом. В работе проанализировано техническое оснащение железнодорожных путей необщего пользования, обслуживаемых станцией. В результате анализа, выявлено, что ОАО «Евразруда» имеет устаревшие вагоноопрокидыватели, предназначенные для выгрузки угля и руды, которые не позволяют обрабатывать запланированные объемы добычи, а также несут существенные экономические издержки. Экономические издержки складываются из затрат на энергоснабжение, подвижной состав, налоги на имущество, амортизацию, фонд заработной платы и т.д.. Также существующее оборудование не позволяет производить обработку с 8-осными вагонами и вагонами с нагрузкой в 25 т на ось и более, которые являются перспективой развития вагонного парка на сети железных дорог. Были проанализированы варианты замены одного из двух установленных вагоноопрокидывателей на более современный, с приведением обоснованной технической и экономической выгодой. Итогом работы стал выбор одного из предложенных вариантов.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Гришкова Д. Ю.



## **Совершенствование путевого развития железнодорожной станции Новосибирск-Южный**

Сущенко Д. С.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Станция Новосибирск-Южный расположена на направлении Новосибирск – Барнаул, входит в состав Новосибирского узла. С соседними станциями соединена двухпутными перегонами, с односторонней автоматической блокировкой. Станция по характеру работы является грузовой и отнесена ко второму классу.

В результате анализа технического оснащения и технологии работы станции выявлены затруднения в маневровой работе. Со станции Инская прибывает нечетный грузовой поезд длиной 71 вагон на приемоотправочный путь, длина которого рассчитана на 52 вагона. Поэтому состав выходит за пределы пути, занимает стрелочный перевод, который является часть маневрового маршрута станции. Возникает враждебность маршрутов.

Для решения данной проблемы предлагается укладка съезда, изолирующего маневровую работу на станции.

В качестве обоснования целесообразности укладки съезда производится расчет загрузки четной горловины станции, с целью выявления наиболее загруженных элементов. Для этого составляется перечень всех передвижений в горловине с указанием размеров движения и времени занятия элементов горловины, схема горловины разбивается на элементы.

Производится анализ плана горловины с использованием данных аэрофотосъемки местности, в результате которого выявляется возможность укладки съезда с соблюдением всех нормативных требований. С помощью графической программы производится укладка съезда стрелочными переводами, которые связывают соединительный путь с погрузочно-разгрузочными путями.

Укладка съезда является целесообразной. Это мероприятие позволит решить проблему враждебности маршрутов, а именно изолировать маневровую работу на погрузочно-выгрузочных путях от работы с поездами на приемоотправочных путях станции. Предлагаемое переустройство станции обеспечит большую безопасность движения поездов и приведет к сокращению загрузки горловины станции, следовательно, увеличит ее пропускную способность.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Карасева А. А.

## **Совершенствование перевозок железобетонных изделий**

Чуйков А. В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Немаловажную роль в организации перевозок железобетонных изделий (ЖБИ) играет железнодорожный транспорт. На железнодорожном транспорте ЖБИ перевозятся на открытом подвижном составе (ОПС) на основании следующих нормативных документов: «Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах» и Приложения 3 к СМГС «Технические условия размещения и крепления грузов». В соответствии с их требованиями для перевозки данной категории грузов клиент должен разработать пакет технической документации: Технические условия (ТУ), Местные технические условия (МТУ), Непредусмотренные технические условия (НТУ), эскизы.

Оценка качества организации перевозки ЖБИ на Западно-Сибирской железной дороге, была произведена на основании анализа коммерческих неисправностей выявленных на станциях сети в 2014-2015 гг. Установлены следующие нарушения: продольный сдвиг груза, трещины в подкладках, обрывы растяжек, увязок перетертые нити растяжек, выбитые бруски.

Для выявления причин возникновения коммерческих неисправностей была проанализирована техническая документация на погрузку груза в вагон. Среди изученных МТУ, НТУ, эскизов коммерческие неисправности чаще всего выявлялись при перевозке вагонов, погруженных по эскизам погрузки разработанным в соответствии с положениями главы 4 Приложения 3 к СМГС.

В рамках анализа причин так же были выполнены расчеты размещения и крепления ЖБИ в соответствии с требованиями главы 1 ТУ, Приложения 14 к СМГС и рекомендациями пособия по разработке и расчету схем размещения и крепления грузов в вагонах. Произведенные расчеты позволили определить нагрузочную способность растяжек и сделать вывод, что растяжки не выдерживают продольного сдвигающего усилия.

На основе выполненных расчетов рассмотрены несколько вариантов совершенствования существующей схемы размещения и крепления груза и даны рекомендации, с экономическим обоснованием, по устранению выявленных недостатков.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Чуйкова О.Ю.

## **Контактно-аккумуляторный маневровый локомотив с повышенной мощностью тягового электропривода**

Ярославцев М. В.

Новосибирский государственный технический университет

Рост стоимости топлива и ужесточение экологических требований к железнодорожному транспорту стимулируют поиск технических решений, повышающих энергетическую эффективность маневровых локомотивов, обладающих наименьшим эксплуатационным КПД по сравнению с локомотивами, занятыми в поездной работе. Так, продолжительность работы двигателя эксплуатируемых тепловозов на холостом ходу, как правило, достигает 70-75% и в отдельных случаях больших значений.

Возможным решением проблемы является применение на электрифицированных линиях железных дорог контактно-аккумуляторных маневровых электровозов с накопителями энергии (НЭ) на основе литий-ионных аккумуляторов. Автором выполнен расчет параметров накопителя по методике [1] для локомотива на основе существующего тепловоза ТЭМ18 для случая, в котором 40% 8-часовой смены локомотив работает с номинальной мощностью, из них 60% времени в автономном режиме. Расчетная энергоемкость НЭ равна 7 ГДж. Оценочная масса НЭ составляет 35 т., а его объем 30 м<sup>3</sup>, что позволяет разместить НЭ на локомотиве с учетом демонтажа дизель-генераторной установки (ДГУ).

Автором выполнена оценка экономии топлива, предложена функциональная схема маневрового электровоза. Наличие резерва по мощности источника энергии как в автономном, так и в контактном режимах делает оправданным увеличение часовой мощности локомотива. Замена ДГУ аккумуляторной батареей обеспечивает свободу компоновки локомотива, позволяет существенно сократить затраты на его техническое обслуживание и достичь экономии за счет меньшей стоимости электроэнергии по сравнению с дизельным топливом. При сравнении стоимость жизненного цикла контактно-аккумуляторного тепловоза с локомотивом на газовом топливе показатели становятся близки. В то же время, прогнозируемое снижение стоимости литий-ионных НЭ делает перспективным создание локомотивов по предложенной схеме.

---

1. Ярославцев М. В. Выбор основных параметров тягового привода гибридного транспортного средства // Электротехника. Энергетика. Машиностроение (ЭЭМ–2014): сб. науч. тр. 1 междунар. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 2–6 дек. 2014 г. В 3 ч.– Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014.– Ч. 1. Секция «Электротехника».– С. 290-293.

Научный руководитель – канд. техн. наук Штанг А. А.

## **Определение энергоёмкости накопителя гибридного транспортного средства по экспериментальным записям его цикла движения**

Ярославцев М. В.

Новосибирский государственный технический университет

По мере развития средств накопления и преобразования энергии, повышения уровня требований по защите окружающей среды и роста стоимости энергоресурсов приобретает возрастающую актуальность создание гибридных транспортных средств (ТС). Такие транспортные средства имеют энергоустановку, состоящую из первичного источника энергии (теплового двигателя либо топливного элемента) и промежуточного её накопителя (литий-ионного аккумулятора либо суперконденсатора).

Высокая стоимость накопителей энергии определяет необходимость выбора основных параметров и способов управления энергетической установкой, обеспечивающих минимизацию необходимой энергоёмкости накопительного устройства (НЭ). Автором предложен метод определения необходимой энергоёмкости НЭ по циклу его движения [1]. При решении этой задачи на основании зависимости скорости движения ТС от времени находится потребляемая тяговым электроприводом мощность. Необходимая энергоёмкость определяется интегрированием мощности тягового привода с учетом работы первичного источника энергии. При решении задачи принят алгоритм работы тягового привода, предусматривающий ограничение длительности работы первичного источника энергии с целью поддержания запаса энергоёмкости НЭ на прием энергии торможения.

Для определения энергоёмкости НЭ гибридного автобуса использованы экспериментальные записи циклов движения троллейбуса, работающего по одному из маршрутов в г. Новосибирске. Выполнен анализ потребления мощности тяговым приводом как случайного процесса, показаны его стационарность и эргодичность. Получена зависимость энергоёмкости накопителя энергии от мощности первичного источника энергии гибридного транспортного средства.

---

1. Ярославцев М. В. Эффективное использование энергии буферного накопителя гибридного транспортного средства / Н. И. Щуров, М. В. Ярославцев // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сб. тр. 5 междунар. науч.–практ. конф., Юрга, 22–23 мая 2014 г.– Томск: Изд-во ТПУ, 2014.– Т. 2.– С. 312-315.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Аносов В. Н.

## Расчет коэффициентов теплоотдачи возбудителя двухкаскадного генератора

Алимбеков М. Н., Иванников Ю. Н.

Самарский государственный технический университет

При разработке высокоиспользуемых электромеханических преобразователей существует проблема оценки их теплового состояния на стадии проектирования. Применяемые в настоящее время методики теплового расчета в большинстве своем являются приближенными и не учитывают реального распределения температурного поля. Поэтому уточнение значений тепловых нагрузок является актуальной задачей совершенствования электромеханических преобразователей.

Для решения тепловой задачи необходимо: во-первых, разработать геометрическую модель генератора и задать её физические свойства, во-вторых, выявить все источники тепла и определить объёмные мощности тепловыделения в активных частях машины, в-третьих, определить коэффициенты теплоотдачи поверхностей.

В работе рассматривается задача поиска коэффициентов теплоотдачи с поверхностей возбудителя двухкаскадного генератора, который представляет собой электрическую машину с относительной длиной  $\lambda = 0,06$ . Для таких коротких машин не корректно моделировать тепловые процессы в двумерной постановке. Поэтому была построена 3D модель, а задача решена в программной среде *Ansys Workbench*.

Генератор и возбудитель располагаются на одном валу и имеют принудительное воздушное охлаждение забортным воздухом с температурой  $T = 120^\circ\text{C}$ . При этом по условию технического задания расход воздуха составляет  $G = 297,7 \text{ м}^3/\text{час}$ , а частота вращения ротора  $n = 4000 \div 7200 \text{ об/мин}$ . Математическое моделирование проводилось для более сложного с точки зрения условий охлаждения режима – при  $n = 4000 \text{ об/мин}$ .

В результате решения задачи газодинамики были найдены значения скоростей воздуха, циркулирующего вследствие вращения ротора и принудительного охлаждения электрической машины. Полученные результаты будут использоваться для решения тепловой задачи по поиску наиболее нагретых зон возбудителя.

Научные руководители – д-р. техн. наук, доцент Макаричев Ю. А.,  
канд. техн. наук, доцент Зубков Ю. В.

**Проектирование системы генерации магнитного поля и системы охлаждения стимулирующего зонда портативного устройства транскраниальной магнитной стимуляции**

Барышев Г. К., Ефремов В. В., Королев М. Ю., Барышева Е. А.  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

На сегодняшний день есть неоспоримые данные по воздействию магнитного поля на кору головного мозга, способствующее уменьшению болевого синдрома от головных и радикулярных видов боли. Наиболее распространенным методом безоперационного воздействия на участки головного мозга является транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС).

Сейчас методика ТМС используется только в условиях стационарных клиник с применением дорогостоящих аппаратных комплексов и сложного программного обеспечения. Недостатками таких установок является обязательная необходимость медицинского персонала для проведения процедуры, вес и размеры прибора. Актуальной проблемой является создание портативного устройства, которое возможно будет применять в том числе и в амбулаторных условиях. Существует несколько зарубежных компаний, которые занимаются разработкой такого типа устройств, в то время как на российском рынке таких продуктов нет. Разработка отечественного устройства определяется важностью решения национальной проблемы по импортозамещению специальных изделий продукцией российского происхождения.

В работе представлены результаты проектирования системы генерации магнитного поля и системы охлаждения стимулирующего зонда портативного устройства транскраниальной магнитной стимуляции. Выполнен анализ аналогов и прототипов, сформулированы технические требования, осуществлен выбор физического принципа действия, представлена принципиальная схема и технические характеристики системы генерации магнитного поля и системы охлаждения стимулирующего зонда портативного устройства ТМС. Исследование выполнялось при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 3092).

Научный руководитель – канд. социол. наук, доцент Берестов А. В.

## Особенности поведения магния в неводных растворах

Бахытжан Е.Г., Кайдар А.А.

Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, г. Алматы,  
Казахстан

Магний является альтернативной заменой электрода лития, который потенциально может обеспечить очень высокую плотность энергии. Однако, магний в чистом виде в промышленности применяется очень редко, так как основным его недостатком является низкая коррозионная устойчивость.

В данной работе были исследованы процессы формирования коррозионных пленок в неводных диметилформамидных (ДМФА) растворах перхлората магния. Вспомогательным электродом служила платиновая пластинка, а электродом сравнения – хлорсеребряный, помещенный в капилляр с насыщенным электролитным раствором КСl в ДМФА. Поляризационные измерения проводили на потенциостате Elins-8 N58EX3.

Визуальные наблюдения показали, что в электролитах поверхность металла быстро темнеет. Это говорит о том, что за счет взаимодействия магния с электролитом образуется поверхностная пассивирующая пленка. Так же об образовании пленки свидетельствуют микрофотографии, полученные с помощью методов оптического анализа и сканирующей электронной микроскопии. Результаты рентгенспектрального метода анализа показывают неоднородный состав пленки.

Для описания электрохимических свойств магниевое электрода было использовано уравнение переноса заряда в полях высокой напряженности. По полученным поляризационным кривым в зависимости от концентрации электролита, времени развертки, времени экспозиции электрода в растворе были рассчитаны сопротивление и толщина пленки. С увеличением концентрации соли и времени экспозиции толщина пленки растет. Это можно объяснить большим участием компонентов электролитной матрицы в формировании пассивирующего слоя и изменением соотношения его катионной и электронной проводимостей. С увеличением скорости развертки сопротивление пленки уменьшается, т.е. при больших скоростях на поверхности электрода формируются пленки малой толщины, характеризующиеся меньшим сопротивлением.

Полученные научные результаты вносят существенный вклад в развитие химических источников тока на основе магниевое анода.

Научный руководители – канд. хим. наук, доцент Аргимбаева А. М.

## **Энергоэффективный синхронный двигатель с постоянными магнитами и электронным управлением**

Вакулин А. В.

Новосибирский государственный технический университет

Стоимость потерь электроэнергии в электродвигателе за его жизненный цикл превосходит стоимость самого электродвигателя и работ по его обслуживанию. Поэтому снижение потерь в электродвигателе является весьма актуальной задачей. Добиться этого можно обеспечив двигателю оптимальный режим работы (применением регулирования частоты вращения), а также разработкой и внедрением в серийного производства энергоэффективных управляемых магнитоэлектрических двигателей.

В настоящее время в регулируемых электроприводах в основном применяют асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, однако необходимость поддерживать в таких машинах намагничивающий ток снижает эффективность их применения. В данной работе предлагается и делается обоснование замены общепромышленных асинхронных электродвигателей магнитоэлектрическими машинами, работающих как вентильные электродвигатели совместно с преобразователем частоты.

Разрабатываемые двигатели имеют приблизительно в два раза меньшую материалоемкость и в два раза меньше потерь энергии, чем асинхронные, что и определяет их высокую энергоэффективность. И не смотря на то, что в предлагаемых электродвигателях используются постоянные магниты, суммарная стоимость их материалов оказывается меньше, чем у асинхронных двигателей.

Отсутствие намагничивающего тока позволяет повысить активную составляющую потребляемого тока и тем самым увеличить момент и мощность машины при сохранении электромагнитных нагрузок, например, как в асинхронном электродвигателе.

Отсутствие обмоток и токов в роторе снижает общий уровень потерь в машине, что позволяет повысить ее электромагнитные нагрузки, а тем самым снизить габариты и вес машины.

Использование дробных зубцовых обмоток позволяет реализовать высокую полюсность машины, а также существенно сократить вылет и длину лобовых частей обмотки, упростив технологию ее укладки.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Шевченко А. Ф.



## Специальный магнитоэлектрический генератор

Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.

Новосибирский государственный технический университет

В последнее время большое внимание уделяется применению генераторов с возбуждением от постоянных магнитов. Интерес к этому классу генераторов обусловлен их лучшими по сравнению с другими электрическими машинами массоэнергетическими показателями, простотой конструкции, большим сроком службы, надежностью, способностью работать при высоких частотах вращения в тяжелых условиях эксплуатации.

Специальный магнитоэлектрический генератор предназначен для аварийного динамического торможения крановой установки для АЭС и представляет собой синхронный генератор с возбуждением от постоянных магнитов и дробной зубцовой обмоткой на статоре. Магнитоэлектрический генератор предназначен для резервного питания крановой установки при аварийном отключении электропитания и невозможности возобновления подачи электроэнергии в требуемые сроки для опускания груза, застопоренного электромагнитными тормозами. Генератор закреплен на валу редуктора крановой установки, и приводится в движение в аварийном режиме посредством силы тяжести поднятого груза. Вырабатываемая электроэнергия через выпрямитель питает обмотки статора асинхронного двигателя, обеспечивая тем самым режим динамического торможения. При этом сам генератор находится фактически в режиме короткого замыкания из-за малой величины активного сопротивления обмотки асинхронного двигателя.

Преимуществами такого решения являются:

- 1) автономность, т.е. не требуется электропитание на возбуждение;
- 2) бесконтактность и отсутствие узлов, требующих обслуживания;
- 3) высокие удельные показатели (малая масса при высокой мощности).

Таким образом, синхронный генератор с постоянными магнитами и дробной зубцовой обмоткой имеет ряд достоинств по сравнению с классическими машинами, которые позволяют повысить технико-экономические показатели, а также дает ряд возможностей повысить безопасность в отрасли атомной энергетики.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Приступ А. Г.

## **Разработка и исследование специального магнитоэлектрического генератора**

Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.

Новосибирский государственный технический университет

Машины, совершающие преобразование механической энергии в электрическую или обратное преобразование, называются электрическими машинами. Основное отличие электрических машин от других преобразователей в том, что они обратимы, т.е. одна машина и та же машина может работать в режиме двигателя, преобразуя электрическую энергию в механическую, и в режиме генератора, преобразуя механическую энергию в электрическую.

В последнее время с развитием техники и оборудования возникает потребность в различных специальных электрических машинах. Кафедра «Электромеханики» НГТУ занимается разработкой электрических машин с возбуждением от постоянных магнитов и дробно-зубцовыми обмотками статора. Проектирование таких электрических машин требует использования методов проектирования, которые учитывают конструктивные особенности электрических машин и их режимы работы.

Одной из основных задач проектирования является выбор геометрических и обмоточных данных, свойств материалов и анализ на их основе характеристик электромагнитного устройства. Традиционные методы проектирования представляют методика из набора относительно простых формул и соотношений, которые позволяют произвести расчет. Однако при использовании классических методов расчета применяются допущения, которые имеют достаточную для практики точность, однако дают и повышенную погрешность. Поэтому для эффективного проектирования электромеханических устройств целесообразно применять методики с использованием современных программных продуктов.

На кафедре «Электромеханики» НГТУ разработан генератор, предназначенный для системы аварийного динамического торможения подъемного крана для атомных электростанций.

Применение постоянных магнитов с высокой энергией обеспечивает повышение ряда технико-экономических показателей по сравнению с электромагнитным возбуждением.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Приступ А. Г.

**Исследование специального магнитоэлектрического генератора с помощью современных программных продуктов**

Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.

Новосибирский государственный технический университет

В последнее время большое внимание уделяется применению генераторов с возбуждением от постоянных магнитов. Интерес к этому классу генераторов обусловлен их лучшими по сравнению с другими электрическими машинами массоэнергетическими показателями, простотой конструкции, большим сроком службы, надежностью, способностью работать при высоких частотах вращения в тяжелых условиях эксплуатации.

Генератор аварийного динамического торможения крановой установки представляет собой синхронный генератор с возбуждением от постоянных магнитов и дробной зубцовой обмоткой на статоре и предназначен для резервного питания крановой установки при аварийном отключении электропитания и невозможности возобновления подачи электроэнергии в требуемые сроки для опускания груза, застопоренного электромагнитными тормозами.

Генератор является единственным источником энергии в аварийном режиме для динамического торможения.

Для исследования магнитного поля в машине использованы программы FEMM и COMSOL Multiphysics.

Моделирование магнитного поля в программных пакетах позволяет:

1) отказаться от части формул в расчете и получить в программе более точный результат, например, значение индукций в зазоре, ярме статора и зубце статора;

2) подтвердить или опровергнуть данные, полученные в ходе расчета.

В ходе моделирования магнитного поля в программах получены значения индукций в воздушном зазоре, ярме и зубце статора.

Тепловой расчет произведен для синхронного генератора с постоянными магнитами в программе MotorCAD, в которой использована тепловая схема замещения.

Таким образом, магнитоэлектрический генератор с постоянными магнитами и дробной зубцовой обмоткой имеет ряд достоинств по сравнению с классическими машинами, которые позволяют повысить технико-экономические показатели, а также дает ряд возможностей повысить безопасность в отрасли атомной энергетики.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Приступ А. Г.

## **Синхронный электропривод газоперекачивающего агрегата с векторным регулированием координат**

Копылов А.М.

Новосибирский государственный технический университет.

В докладе рассматриваются принципы построения системы векторного управления синхронным двигателем с постоянными магнитами. По сравнению со скалярным способом управления электрическими машинами переменного тока, принцип векторного подхода обладает рядом преимуществ. Основные из них: высокая точность регулирования координат электропривода, независимое регулирование частоты вращения и момента на валу электродвигателя, плавный старт и равномерное вращение двигателя во всем диапазоне частот вращения и нагрузок, быстрая реакция на возмущающие воздействия.

Если управляющие воздействия на токи статора (якоря) двигателя или на вызывающие их напряжения формировать во вращающейся системе координат  $d, q$ , продольная ось  $d$  которой ориентирована по направлению магнитного потока от постоянных магнитов, то есть по ротору (индуктору) двигателя, то синхронный двигатель с постоянными магнитами представляет собой двухканальный объект управления, законы управления которым могут быть синтезированы по аналогии с электроприводом постоянного тока.

Поперечная составляющая тока статора или напряжения статора должны использоваться для формирования электромагнитного момента и управления координатами механического движения, скоростью, либо углом поворота ротора.

Продольная компонента тока статора может использоваться для оптимизации процессов управления электрической машины, а так же для регулирования модуля вектора потокоцепления статора во второй зоне регулирования. А также для увеличения частоты вращения при постоянстве напряжения приложенного к обмотке статора.

В докладе будут представлены: математические модели синхронной машины с постоянными магнитами в неподвижной и вращающихся системах координат; методика структурного синтеза регуляторов замкнутых контуров для синхронного электропривода с постоянными магнитами, а так же результаты цифрового моделирования его режимов работы. Будут рассмотрены вопросы двухзонного регулирования скорости синхронного электропривода с автоматическим ослаблением магнитного потока двигателя.

Научный руководитель - канд. техн. наук Котин Д. А.

## Электромагнитный ударный узел скважинного виброисточника

Кордубайло А. О., Полищук А. Е.

Институт горного дела СО РАН, г. Новосибирск  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

В связи с переходом основных нефтяных месторождений России в заключительную стадию разработки приобретают актуальность вопросы максимально возможного извлечения нефти из продуктивных пластов. Известно, что вибросейсмическое воздействие на нефтяные пласты увеличивает их нефтеотдачу. В большинстве российских месторождений нефтяные пласты залегают на глубине более 2-3 км, что способствует созданию именно скважинного виброисточника.

В институте горного дела ведётся разработка скважинного электромагнитного импульсного виброисточника на базе гидравлического силового элемента (ГСЭ), преобразующего гидравлическое давление масла в силу, распирающую внутренние стенки обсадной трубы скважины, и электромагнитного ударного узла (ЭУУ), создающего импульсы гидравлического давления в ГСЭ, который излучает сейсмическую волну непосредственно в нефтяной пласт. ЭУУ состоит из корпуса, установленных в нём двух катушек и бойка, совершающего возвратно-поступательные движения вдоль направляющей под действием электромагнитных сил катушек. В конце каждого рабочего хода боёк наносит удар по специальной детали ГСЭ, что создаёт импульс гидравлического давления.

Испытаниями ГСЭ установлена требуемая от ЭУУ энергия удара бойка, создающая деформацию обсадной трубы скважины в направлении действия распорной силы порядка 0,8-1мм, а, следовательно, вызывает сейсмическую волну с амплитудой равной деформации трубы. Для получения требуемой энергии удара разработан опытный образец ЭУУ. При испытании которого получены основные параметры: тяговая характеристика, т.е. зависимость электромагнитной силы катушек от силы тока в них и рабочего зазора (расстояние от торца катушки до торца бойка), значения токов и напряжений в катушках во время рабочего цикла, а также скорость бойка в момент удара.

Выводы:

-на созданной модели достигнута энергия удара до 200-250 Дж при частоте ударов до 3 Гц;

-проведённые исследования показали целесообразность создания предлагаемого импульсного виброисточника.

Научные руководители – д-р. техн. наук Симонов Б. Ф., Погарский Ю. В.

**Разработка конструкции планировщика откосов для машины ВПО-3000**

Корец И. Г.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Балластная призма железнодорожного пути предназначена для восприятия, упругой переработки и передачи на земляное полотно динамического давления от колес подвижного состава. В процессе эксплуатации происходит постепенное засорение балластной призмы, как сыпучими грузами с проходящих поездов, так и мелкими фракциями грунта, а также мелкими частицами щебня при его разрушении под воздействием поездной нагрузки. При этом балластная призма теряет свои первоначальные свойства, а также ухудшается её дренажная способность.

Необходимо своевременно производить очистку щебня, либо его замену. Для этих целей существуют специальные щебнеочистительные машины (СЧ-600, СЧ-601, RM-80, RM-2002 и т.д.). При ремонте пути с сохранением разделительного слоя балластной призмы – дорогостоящего геотекстиля и пенополистирола, уложенных ранее – щебнеочистительными машинами загрязненный щебень вынимается из верхней части (на высоте 5-7 см над разделительным слоем) призмы. Рабочая площадка пути планируется таким образом, чтобы разделительный слой был несколько выше, чем планируемая обочина. Это обеспечивает вымывание дождевой водой, просачивающейся через очищенную призму, вновь попадающих засорителей.

По данным Дирекции по ремонту пути Западно-Сибирской железной дороги в настоящее время начальная загрязненность щебеночного балласта по весу при укладке в путь составляет 10%. Это обусловлено не только наличием некоторого количества засорителя во вновь отсыпанном щебне, а в основном остатками неочищенного щебня в балластной призме. Так после прохода щебнеочистительной машины остаётся неочищенный участок (валик) с полевой стороны призмы, препятствующий оттоку воды, что негативно сказывается на состоянии призмы в целом.

Применение вновь разработанного планировщика откосов балластной призмы в технологическом процессе модернизации железнодорожного пути позволяет устранить неочищенный участок (валик) с полевой стороны призмы и, соответственно, обеспечить снижение себестоимости производимых работ (исключается дополнительная машина для его уборки из технологической цепочки), а также увеличить срок службы балласта.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Глотов В. А.

## **Секция импульсного питания фокусирующих линз линейного индукционного ускорителя.**

Крылов А. А.

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет

В Институте ядерной физики в рамках ведущихся научных исследований проектируется комплекс для импульсной рентгенографии на основе ЛИУ (Линейный индукционный ускоритель) с энергией пучка 20 МэВ. В ускорителе используются соленоидальные линзы фокусировки пучка, для которых необходимо обеспечить импульсное питание. Работа посвящена разработке секции импульсного питания на три канала, обеспечивающей формирование регулируемого импульса тока амплитудой +/- 750А в момент прохождения пучков частиц для трёх линз независимо. К секции импульсного питания были предъявлены следующие технические требования: частота повторения импульсов < 0.1 Гц, стабильность импульса 0.05% при длительности тока пучка 350 нс, обеспечить в линзе продольное магнитное поле 1500 Гаусс, не менее 3 независимых канала, конструктив исполнения – шасси «Europack», высотой 6U, глубиной 230мм, индуктивность нагрузки не более 1.3 мГн.

В соответствии с требованиями, принято решение спроектировать секцию питания на основе опыта эксплуатации импульсного обратного зарядного преобразователя ГИД-25. В состав секции вошли следующие модули: генератор задержанных импульсов CGVI, быстрый аналогово-цифровой преобразователь FADC, блок CEAC124, от одного до четырёх биполярных генераторов импульсов ГИД25м, блоки питания MAX124 и SLE105, блок ввода сети 220 Вольт. Программное управление секцией реализовано с использованием последовательного канала связи стандарта CAN. Секция также может быть использована для питания в других системах с нагрузками индуктивного характера.

В настоящее время разработаны схемы, идёт монтаж и отладка компонентов опытных образцов, сборка тестового стенда для проведения испытаний на реальных магнитных элементах комплекса ЛИУ.

Научные руководители - Сингатулин Ш. Р.,  
канд. техн. наук, доцент Беликов О. В.

## **Исследование тягового электропривода транспортного средства**

Ломакин А.А.

Новосибирский государственный технический университет

В данной работе используется система векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

Ранее электроприводы постоянного тока не имели серьезных конкурентов в области регулируемых ЭП, однако при их использовании выявлялись серьезные недостатки: сложная конструкция (большая масса), критичный в эксплуатации щеточный аппарат, высокая стоимость.

В настоящее время появление новой элементной базы позволяет разработчикам создавать многофункциональные и высокоэффективные системы управления ЭП переменного тока. К преимуществам таких систем управления можно отнести: качественное управление скоростью, высокий момент при низких скоростях, низкие потери и высокую эффективность, высокие динамические характеристики, стабильную работу с мощными двигателями.

Современные системы векторного управления преодолели большой путь развития и на данный момент являются наиболее распространенными среди систем управления электроприводами. При помощи векторного управления можно достаточно просто и эффективно управлять асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, это позволяет расширить область применения АД и практически полностью вытеснить из автоматизированных управляемых приводов двигатели постоянного тока. Прежде всего это связано с развитием силовой электроники, на базе которой создаются надежные и дешевые преобразователи. Так же популярность АД обязана стремительному развитию быстродействующей микроэлектроники, способной реализовать алгоритмы управления высокой сложности. Поэтому высококачественный асинхронный векторный электропривод (АВП) является по существу техническим стандартом.

В настоящее время асинхронные ЭП с векторным управлением и транзисторными преобразователями могут применяться практически везде: в общепромышленных механизмах, требующих регулирования скорости без непосредственного ее измерения в диапазонах до 100, и в прецизионных приводах с глубоким регулированием до 10000: 1, в микроприводах измерительных систем и при мощностях до нескольких мегаватт.

Научный руководитель - Родыгин А.В.



**Прикладные вопросы определения магнитной проводимости воздушных зазоров зубцово-пазовой зоны ЛЭМД**

Михайлова О. Е., Полупанова А. А., Рогова О. В.  
Новосибирский государственный технический университет

При проектировании новых типов линейных электромагнитных двигателей (ЛЭМД) с активной зубцово-пазовой зоной возникает необходимость уточнения существующих либо создания новых методик расчета, основывающихся на информации о характере распределения магнитного поля в активном объеме исследуемой магнитной системы. В связи с тем, что основное энергопреобразование в данном случае происходит в зубцово-пазовой зоне, то в основном от точности расчета магнитного поля воздушных зазоров данной области будет зависеть точность расчета магнитной системы. В качестве параметра, подлежащего расчету была выбрана магнитная проводимость воздушных зазоров зубцово-пазовой зоны ЛЭМД, так как от точности ее определения, в частности, будет зависеть точность получаемых значений статической тяговой характеристики двигателя.

В результате комплекса теоретических исследований для диапазона отношений технологического воздушного зазора  $\Delta$  к ширине зуба  $a$  равного  $0,075 \leq \Delta/a \leq 0,2$  были получены следующие результаты:

- выполнена развертка цилиндрических вариантов исполнения ЛЭМД с активной зубцово-пазовой зоной, позволившая установить погрешность значений магнитной проводимости при изменении постановки решения задачи в численном эксперименте;

- предложен корректирующий коэффициент  $k_1$ , учитывающий число пар полюсов статора и угол их раскрытия, позволяющий получать значения магнитной проводимости с относительной погрешностью не превышающей 13-14%;

- выполнен сравнительный анализ ранее созданных методик расчета магнитной проводимости, разработанных на основе метода вероятных путей потока;

Полученные результаты могут быть использованы при расчете магнитной проводимости воздушных зазоров ЛЭМД с активной зубцово-пазовой зоной силовых элементов магнитной системы.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Нейман В.Ю.

## Актуальность измерений геометрических величин

Наширбек М. М.

Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, г. Алматы

Деятельность человека неразрывно связана с измерением расстояний, углов, объемов и других физических величин, выражаемых через длину. В свою очередь точность измерений соответствует уровню развития физической науки и оказывает значительное влияние на прогресс промышленной технологии.

Измерение геометрических величин относится к одному из древнейших разделов метрологии. И в настоящее время значение этого вида измерений остается очень большим. Сегодня нас окружает громадное количество всевозможных машин и механизмов, которые постоянно совершенствуются и усложняются, а точность изготовления их деталей все время увеличивается.

Измерение геометрических величин осуществляется путём измерений линейных и угловых размеров. Примерами *измеряемых геометрических величин* являются: длина, расстояние, диаметр, радиус, кривизна, угол, наклон, объем, шероховатость поверхности. Средства измерений геометрических величин широко применяются во всех отраслях машиностроения, станкостроения, народного хозяйства, а так же на предприятиях хранящих (в транспортных и стационарных ёмкостях) и отпускающих нефтепродукты.

Развитие нанотехнологии ужесточает требования к измерительным системам, погрешности измерений которых должны быть сравнимы с межатомными расстояниями. Средства измерений геометрических величин нанометрового диапазона существуют несколько десятилетий. Достижение предельных возможностей при измерении длины в нанометровом диапазоне связано с использованием высокоразрешающих методов растровой электронной и сканирующей зондовой микроскопии в сочетании с лазерной интерферометрией и фазометрией при сохранении абсолютной привязки к первичному эталону меры длины – метру. Все страны, вступившие в нанотехнологический прорыв, прекрасно понимают необходимость опережающего развития метрологии, поскольку именно уровень точности и достоверности измерений способен либо стимулировать развитие научно-технического прогресса, либо служить сдерживающим фактором.

Научный руководитель – Куйкабаева А.

## **Способы защиты электродвигателей среднего напряжения от импульсных коммутационных перенапряжений**

Ноздрина М. М.

Астраханский государственный технический университет

Коммутационные перенапряжения в электрических сетях 660В негативно воздействуют на изоляцию электрооборудования, т.к. имеют значительные амплитуды и высокую частоту возникновения перенапряжений. Это наиболее актуально для электродвигателей, длительно находящихся в эксплуатации. Энергия перенапряжения для мощных двигателей превышает 1 кДж, поэтому необходима именно их защита.

В данной работе предлагается несколько способов снижения коммутационных перенапряжений в электрических сетях 660В.

Первый способ - управляемая коммутация полюсов коммутационного аппарата. Во-первых, команды замыкания/размыкания контактов подаются в оптимальный момент времени по отношению к фазовому углу напряжения. Здесь важно учитывать время расхождения контактов на расстояние, достаточное для успешного гашения дуги. Количество энергии, выделяющейся в дуге, значительно уменьшается, что позволяет сократить время ее горения. Во-вторых, метод предполагает поэтапное отключение электрической нагрузки с размыканием в начале одной фазы и последующим размыканием через некоторое время двух оставшихся фаз. В момент размыкания одной фазы электродвигатель переходит в двухфазный режим работы с пониженным значением тока, и отключение нагрузки происходит в щадящем режиме.

Второй способ предполагает коммутацию при помощи управляемых вакуумных разрядников (РВУ). Процесс включения сводится к быстрому включению РВУ с последующим замыканием контактов аппарата. По сравнению с управляемой пофазной коммутацией предложенная схема отличается более высокой точностью коммутации.

В заключение важно отметить, что управляемая коммутация способствует сохранению прочности изоляции, обеспечивает уменьшение электрической эрозии частей дугогасительного устройства и повышает ресурс коммутационной аппаратуры.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент Абельдаев А. Р.

## **Анализ причин потерь энергии удара в кольцевых пневмударных машинах**

Плохих В. В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Пневматические машины ударного действия получили широкое применение во многих отраслях народного хозяйства: в горнодобывающей промышленности и строительстве, машиностроении и судостроении, авиационной промышленности и т. д. В большинстве случаев они оказываются единственно целесообразным и высокоэффективным средством механизации трудоемких и тяжелых работ.

Область и масштабы применения пневматических ударных машин продолжают непрерывно расширяться. Обусловлено это их неоспоримыми достоинствами, такими как конструктивная простота и низкая стоимость, малые габаритные размеры и вес при относительно высокой мощности, большая мобильность, надежность и возможность эксплуатации в самых неблагоприятных условиях, безопасность, большой технический ресурс, простота обслуживания и ремонта, низкие эксплуатационные расходы.

Однако, как известно, наряду с важными достоинствами пневматическим машинам ударного действия присущи и некоторые существенные недостатки: низкий общий КПД пневматических установок и значительные уровни вибраций и шума, характерные для пневматических молотков.

В частности, что касается значения КПД кольцевых пневмударных машин, в зажимном механизме (клиновом захвате) при передаче ударной нагрузки от наковальни к стержневому элементу теряется значительная часть энергии удара (в самотормозящей паре, от упругих деформаций).

Также у абсолютного большинства зажимных механизмов клиновые элементы не выдерживают достаточно жесткого (ударного) режима работы и очень часто являются причиной неисправной работы, а зачастую остановки работы машины.

Таким образом для повышения КПД машин имеет смысл провести анализ слабых мест в зажимных механизмах и определить пути, позволяющие повысить эффективность передачи энергии от ударника на забиваемые элементы.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Воронцов Д. С.

# ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА

УДК 621.313.223.2

## Синтез и исследование системы управления электроприводом разгонно-балансирующего станка

Абрамов А.В.

Новосибирский государственный технический университет

Балансировочные станки – это высокоточное оборудование с электронной измерительной системой, определяющей величину и место динамической (статической) неуравновешенности оси вращения деталей машин и механизмов (валов, роторов, колес, дисков и пр.)

По характеру режима работы и конструктивному исполнению станки классифицируются на следующие типы: 1) Дорезонансный тип подразумевает использование станка, у которого частота вращения много меньше собственной частоты колебания; 2) Резонансный тип – это станок, у которого собственная частота колебания равна частоте вращения; 3) Зарезонансный тип – станки с частотой вращения ротора, значительно превышающей максимальное значение частоты колебания балансируемого устройства.

Для малогабаритных станков вопрос выбора электропривода не возникает. Для приведения ротора в движение используется электропривод малой или средней мощности. Вопрос о методах и способах проектирования системы электропривода для более крупных машин остается до сих пор открытым и актуальным.

Для крупногабаритного станка приведение ротора в движение затруднено. Например, для ротора массой 7т и диаметром 3м при разгоне с темпом в 20с динамический показатель мощности составляет порядка 4МВт, а при уменьшении времени разгона в 2 раза, мощность оставляет уже 16МВт. Вопросам построения силовой части и системы управления электроприводом балансирующего станка для приведения в движение массивных роторов и будет посвящен доклад.

В докладе будет представлена силовая схема электропривода на базе мощной машины постоянного тока с независимым возбуждением. Методики расчета и выбора элементов силовой части статического преобразователя электрической энергии, результаты синтеза и исследования системы управления электроприводом разгонно-балансирующего станка.

Научный руководитель - канд. техн. наук Котин Д.А.

## **Совершенствование технологии замены зажатого рельса в уравнительном пролете при рельсовом скреплении типа КБ65**

Акимов С. С.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Содержание уравнительных пролетов бесстыкового пути требует больших сил и средств по многим причинам, в том числе из-за устаревших и несовершенных применяемых технологий.

При слипании стыковых зазоров в уравнительном пролете и зажатии рельсов существующая технология работ предусматривает изымать зажатый рельс, предварительно вырезав из него часть газовым резаком, а на его место укладывать укороченный. Изъятый рельс становится непригодным и отгружается в металлолом.

Кафедрой «Путь и путевое хозяйство» СГУПС и Дорожным конструкторско-технологическим бюро Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры разработана технология смены зажатого уравнительного рельса, которая реализуется за счет запатентованного ДКТБ устройства для замены рельсов гидравлического (УЗРГ).

Состав подготовительных и заключительных работ практически аналогичен тем, что при обычной смене рельса. Дополнительно выполняют протяжку закладных болтов скрепления КБ65 на концевых участках плетей по 50 м в обе стороны для создания анкерных участков.

Основные работы выполняются бригадой из 8 монтеров пути в «окно» продолжительностью 84 минуты.

После закрытия перегона для движения поездов на стыковой шпале со стороны плети рельс освобождается от жесткой клеммы, а со стороны уравнительного рельса полностью от скрепления КБ65. На место подкладки устанавливается пластина (скользун) для облегчения вывода рельса в сторону.

Далее в рельсовом стыке снимаются накладки. Выполняется сборка и приведение УЗРГ в рабочее состояние.

Затем на десяти концах шпал извлекаемого уравнительного рельса полностью демонтируются скрепления КБ65 и, при помощи УЗРГ выполняется выведение конца извлекаемого рельса в сторону на ширину подошвы рельса и небольшого зазора. После расклинивания зажимных клиньев устройства, выполняется его демонтаж.

На втором рельсовом стыке снимаются накладки, выполняется освобождение рельса от жестких клемм на остальной длине рельса.

Дальнейшие работы по замене уравнительного рельса выполняются по стандартной технологии.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Косенко С. А.

**Разработка методики синтеза систем управления для преобразователя Кука**

Аксенов Е. А.

Новосибирский государственный технический университет

В системах электропитания используется широкий набор различных первичных источников постоянного напряжения. Получаемая с них энергия не всегда соответствует предъявляемым требованиям. Поэтому для регулирования выходного напряжения применяются импульсные преобразователи напряжения. Разработка эффективных регуляторов для таких такого рода устройств является актуальной проблемой.

В данной работе рассматривается синтез регулятора для преобразователя Кука [1], который обеспечивает стабилизацию выходного напряжения и подавление действия возмущений.

В качестве системы управления предлагается каскадная структура, которая состоит из трех контуров. В первом контуре, состоящем из широтно-импульсного модулятора и ПИ регулятора с дополнительным низкочастотным фильтром, стабилизируется входной ток. Второй контур состоит из аналогичного ПИ регулятора и служит для стабилизации напряжения на буферном конденсаторе. Во внешнем контуре использован интегральный регулятор, который обеспечивает стабилизацию напряжения на выходе преобразователя. Метод синтеза ПИ регуляторов основан на методике разделения движений [2]. Их параметры выбираются исходя из условий устойчивости и необходимой степени разделения движений. Моделирование проводилось с помощью ПО Matlab/Simulink. Результаты моделирования показывают, что выходное напряжение преобразователя стабилизируется, а также обеспечивается подавление скачкообразных изменений величин входного напряжения и сопротивление нагрузки.

Результаты проведенных исследований позволяют получить аналитическую методику проектирования систем управления для импульсных преобразователей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-08-01004-а).

---

1. Основы силовой электроники. /Г. С. Зиновьев. - 4-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. - 672 с.

2. Юркевич В. Д. Синтез нелинейных систем с ШИМ в канале управления на основе метода разделения движений // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. - 2012. - № 1(25). - С.127-130.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Юркевич В. Д.

## **Варианты построения и расчета параметров высоковольтного частотно-регулируемого электропривода**

Андреев Н. В.

Новосибирский государственный технический университет

Проблема автоматизации производственных процессов приобретает все большую актуальность в нефтедобывающей промышленности. Поэтому непрерывно растет число предприятий, которые используют регулируемые электропривода для энергосбережения и повышения рентабельности своего производства.

К настоящему времени активно ведутся разработки и исследования эффективного комплектного электрооборудования для высоковольтных регулируемых электроприводов на базе асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (АД). Таким электрооборудованием, наиболее предпочтительным для практической эксплуатации в настоящее время, безусловно, является многоуровневый высоковольтный преобразователь частоты (МВПЧ).

Для исследования процессов в электроприводе методом цифрового моделирования необходимо определить параметры схемы замещения АД. Находить нужные параметры для высоковольтного оборудования очень сложно, ввиду дефицита справочного материала по данному типу машин. Поэтому доклад будет содержать методику их расчета по параметрам указанным на паспортной табличке двигателя.

В представленную методику расчета внесены координаты трёх точек механической характеристики, следовательно, расчет параметров схемы замещения электрической машины будет проводиться по механическим величинам. Важно то, что подобная методика обеспечивает сходимость результатов вычислений к справочным данным, заложенным при проектировании машины, тогда как при расчете параметров схемы замещения по электрическим (электромагнитным) величинам неизбежно будет возникать ошибка, связанная с естественным несовершенством принятой модели АД.

По полученным в ходе проведенных расчетов данным, создана математическая модель системы электропривода. В результате анализа были получены переходные процессы по току статора, напряжению статора, электромагнитному моменту и угловой скорости вращения при различной частоте питающей сети. В докладе к обсуждению также будет представлена математическая модель и результаты исследования системы многоуровневый высоковольтный преобразователь частоты – асинхронный двигатель – насосный агрегат.

Научный руководитель - канд. техн. наук Когин Д. А.



## **Разработка системы управления электроприводом переменного тока насосной станции**

Бакарев О.В.

Новосибирский государственный технический университет

Различные насосные станции на данный момент получили широкое применение в области водоснабжения, канализации и нефтедобывающей промышленности. Насосные станции данных типов выполняются на основе насосного агрегата, который представляет из себя электрический двигатель переменного тока.

Управляемые электроприводы (ЭП) переменного тока и широко используются во многих механизмах, где предъявляются повышенные требования по соблюдению тех или иных качеств их функционирования, а также имеют ряд преимуществ перед ЭП постоянного тока. В частности, малые габаритные размеры, простую конструкцию и высокую надежность.

Наиболее эффективным способом управления ЭП переменного тока является принцип векторного управления, использования которого позволяет разделить каналы управления двигателем по намагничивающему и моментобразующему токам двигателя, что позволяет рассматривать ЭП переменного тока как эквивалент ЭП постоянного тока с независимым возбуждением, т.к. как двухканальный объект управления.

В дальнейшей работе будет произведен синтез системы векторного управления ЭП переменного тока, в основу которого будет положено математическое описание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в полеориентированной системе координат.

Метод векторного управления – метод управления синхронными и асинхронными двигателями, не только формирующий гармонические токи и напряжения фаз, но и обеспечивающий управление магнитным потоком ротора, поэтому в системе векторного управления асинхронным ЭП необходимо синтезировать регуляторы токов статора по продольной и поперечной осям, но регуляторы частоты вращения и потокосцепления ротора асинхронного ЭП.

Также в работе будет осуществлен переход к бездатчиковому ЭП, т.к. такие электроприводы имеют большую надежность, а также меньшую стоимость. Эти преимущества обуславливает отсутствие механических датчиков координат электропривода – тахогенератора и датчиков Холла, выступающих в качестве датчиков скорости и потокосцепления соответственно. В то же время, однако, уменьшается диапазон регулирования скорости.

Научный руководитель - канд. техн. наук Кучер Е. С.

## **Программная система классификации разнотипных медицинских данных на основе ансамбля алгоритмов**

Батыгин Р. И.

Новосибирский государственный технический университет

Одной из распространенных задач *Data Mining* является задача классификации разнотипных данных, которая заключается в отнесении объектов к одному из заранее выделенных классов и построении правил отнесения объектов к тому или иному классу.

В данной работе рассматриваются алгоритмы построения ансамблей классификаторов, методы, которые создают множество классификаторов и объединяют их результаты. Актуальность данной тематики заключается в том, что при определенных условиях использование ансамблей классификаторов дает значительно превосходящую точность классификации данных по сравнению с использованием одиночных алгоритмов.

**Целью** работы является разработка алгоритмического и программного обеспечения системы классификации разнотипных медицинских данных на основе ансамбля алгоритмов.

В соответствии с целью можно выделить следующие задачи:

1. Разработка и исследование алгоритмов классификации разнотипных данных на основе ансамбля алгоритмов.
2. Разработка алгоритмов анализа и интерпретации классификационного решения на естественном языке.
3. Разработка программной системы, реализующей предложенные алгоритмы.
4. Исследование эффективности разработанных алгоритмов и программных средств на реальных медицинских данных (данные хирургического лечения больных с патологией аорты из ННИИПК им. Е.Н. Мешалкина).

В докладе приводится разработанная структура программной системы классификации разнотипных данных на основе ансамбля алгоритмов, а также описание реализованных на данный момент программных модулей и двух ансамблевых алгоритмов классификации: разработанный модифицированный алгоритм *Bagging* и случайные леса. Были проведено исследование точности алгоритмов на реальных медицинских данных. Разработанный модифицированный алгоритм *Bagging*, показал лучшие результаты классификации по точности в сравнении с индивидуальными алгоритмами классификации и случайными лесами.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Альсова О. К.

## Полюсное эксцентриково-циклоидальное зацепление для реечной передачи

Богомолов Н. И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

При наличии технологического зазора контакт деталей механизма с эксцентриково-циклоидальным зацеплением [1] становится точечным. Совпадение точки контакта с полюсом зацепления (т.е. точкой, которая делит расстояние между осями вращения деталей в отношении, равном передаточному отношению) позволяет обеспечить режим качения профилей деталей без проскальзывания и минимизацию потерь на трение. Создана компьютерная программа определения угла доворота входной детали реечного механизма до контакта с выходной деталью в полюсе.

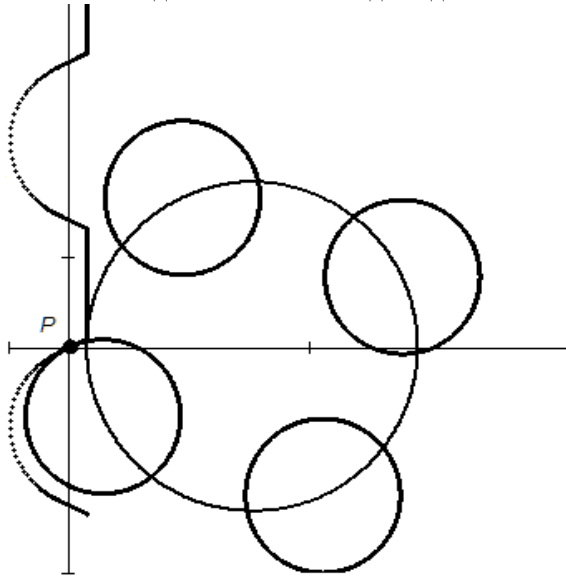


Рис.1. Контакт в полюсе ( $P$ ) профилей деталей реечной передачи с ЭЦ-зацеплением

1. Бубенчиков А. М., Щербаков Н. Р., Становской В. В., Казакиявичюс С. М., Ремнёва Т. А. Математическое моделирование работы зубчатой реечной передачи с эксцентриково-циклоидальным зацеплением // Вычислительные технологии. – 2010. – Т. 15. – № 1. – С. 53–59.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Щербаков Н. Р.

## **Создание аппаратно-программного комплекса для измерения комплексной диэлектрической проницаемости терригенных коллекторов на основе цифрового осциллографа**

Божков А. С.

Новосибирский государственный университет

Диэлектрический каротаж, не нашедший признания при первых попытках применения в конце 1970-х годов, представляет, тем не менее, значительный интерес, поскольку обеспечивает информацию, недоступную при других методах каротажа. Одной из возможных причин малой популярности диэлектрического каротажа является скудность информации о комплексной диэлектрической проницаемости (КДП) пород коллекторов в широком диапазоне частот. Существующие методы измерения КДП в широком частотном диапазоне ограничиваются со стороны низких частот приэлектродной поляризацией. При изменении диапазона частот в сторону высоких, уровень информативности исследований качественно повышается. Учитывая нарастающий интерес к диэлектрическому каротажу, появляется необходимость в лабораторных исследованиях образцов керн для обоснованной интерпретации данных электромагнитного каротажа и разработки нового скважинного оборудования. Как известно интерпретация полученных каротажных данных зачастую основывается на лабораторных исследованиях керн.

**Целью** работы является создание аппаратно-программного комплекса (АПК) позволяющего производить высокоточные измерения КДП в широком диапазоне частот. На данный момент актуально сотрудничество с Российскими компаниями, которые активно заинтересованы в качественных петрофизических лабораторных исследованиях. Создание АПК позволит сократить время лабораторных исследований с увеличением их информативности в разы. Комплекс направлен на выполнение конкретных задач в определённых условиях, при необходимости спектр выполняемых задач может быть расширен путём установки дополнительных модулей в АПК. Способ измерения КДП четырехэлектродным методом имеет преимущество, заключающееся в исключении приэлектродной поляризации и измерении истинного КДП образца.

Научные руководители – канд. техн. наук Голиков Н. А.,  
канд. физ.- мат. наук Ельцов Т. И.

## **Алгоритмы обработки информации в наземном приборе системы ориентации и навигации горнопроходческого комбайна**

Ву Д. К., Пожарский Т. С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

На кафедре точного приборостроения разрабатывается система ориентации и навигации для горнопроходческого комбайна. Основным прибором этой системы является автоматический прибор ориентации, которой способен определять ориентацию его корпуса относительно горизонтальной, географически ориентированной системы координат.

В состав прибора входят: одноосная платформа с приводом; двухкомпонентный датчик абсолютной угловой скорости (ДУС), закрепленный на платформе; энкодер по оси подвеса платформы; два линейные акселерометры, закрепленные на корпусе

В качестве параметров ориентации выбраны углы Эйлера-Крылова. Составлены алгоритмы определения углов, характеризующих положения платформы по отношению к плоскости горизонта. В качестве исходной информации используется информация с акселерометров, а также данные о широте места.

Новизна решаемой задачи состоит в обеспечении высокой (погрешность не превышает 1-2 угл. мин.) точности определения угла, характеризующего ориентацию прибора в азимуте, при отсутствии жестких требований к вертикализации прибора. С этой целью использован высокоточный двухкомпонентный ДУС на основе динамически настраиваемого гироскопа, разработаны алгоритмы обработки информации с датчиков прибора, обеспечивающие наивысшую точность определения угла. Разработка алгоритмов велась в стремлении исключить влияние типовых дефектов статических характеристик датчиков на точность определения параметров ориентации.

Предложены 3 алгоритма определения азимутального угла: 1) На основе анализа выходных сигналов с ДУСа при медленном вращении платформы, при этом с помощью энкодера определяется угловое положение платформы в те моменты времени, когда угловая скорость, измеренная датчиком, равна нулю; 2) На основе анализа значений измеренной угловой скорости на выходах двухкомпонентного ДУСа при разворотах платформы строго на 90 градусов; 3) Путем минимизации определенной функции невязки при фиксированных положениях платформы.

Окончательный выбор рабочего варианта алгоритма будет произведен, после проведения экспериментальных исследований прибора, действующий макет которого в настоящее время разрабатывается.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Белянин Л. Н.

## **Алгоритмы управления асинхронным тяговым электроприводом автономного транспортного средства**

Глущенко А.Е.

Новосибирский государственный технический университет

В связи с ограниченным запасом топливных и энергетических ресурсов в последние годы возрастает роль автономного электротранспорта. Этому способствует также появление новых источников питания.

Перед специалистами возникает задача создания новых и модернизации уже существующих систем управления автономными транспортными средствами. В настоящее время всё более широко в качестве тяговых электродвигателей стали использовать электродвигателя переменного тока – асинхронные или синхронные.

Разработки новых алгоритмов управления, исследование особенностей их использования в системах тягового электропривода является актуальной задачей, стоящей перед специалистами.

В работе исследуется система тягового электропривода с буферным источником питания (БИП). В качестве накопителя энергии использованы конденсаторы с двойным электрическим слоем (суперконденсаторы), основным достоинством которых является большое значение ёмкости при малых габаритах и отсутствие специальных схем улучшения процессов их заряда и разряда. Их применение позволяет сгладить пики тока в аккумуляторной батарее (АБ), т.к. в моменты повышенного потребления энергии питание тягового двигателя происходит от АБ совместно с БИП, а в моменты пониженного потребления - заряд БИП за счёт вырабатываемой при торможении энергии. Это, в конечном итоге, приведёт к увеличению дальности пробега транспортного средства без подзарядки АБ.

В системе управления предусмотрена дополнительная обратная связь по току аккумуляторной батареи. Синтезирован регулятор тока методом, предложенным сотрудниками кафедры электропривода НГТУ. Исследования показали, что дальность пробега транспортного средства с комбинированной энергоустановкой возрастает на 15%.

Научный руководитель – д-р техн. наук, доцент Аносов В. Н.

## **Разработка автоматизированного электропривода дымососа котельного агрегата**

Давыденко В. Ю.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время для получения тепловой энергии широкое распространение получили котельные агрегаты, используемые на ТЭЦ. Для того, чтобы котельный агрегат работал правильно, необходимо поддерживать горение топлива. Процесс горения топлива в топке котла поддерживается с помощью тягодутьевой установки, состоящей из дутьевого вентилятора и дымососа, которые в совокупности создают необходимое разрежение в топке.

В большинстве случаев разрежение в топке котла регулируется механически, то есть за счет изменения угла атаки лопастей вентилятора (дымососа) или же за счет заслонки, которая уменьшает (увеличивает) канал подачи воздуха в топку.

Эти способы регулирования разрежения имеют множество минусов. Перечислим основные из них: высокое энергопотребление, так как электропривод (ЭП) зачастую работает в не номинальных режимах работы; низкая надежность механических элементов управления (заслонок, лопастей).

Предлагается осуществлять регулирование производительности дымососа (дутьевого вентилятора) изменением числа оборотов двигателя, так как изменение числа оборотов осуществляется практически без изменения КПД вентилятора (дымососа).

Применение автоматизированных систем регулирования позволяет повысить надежность и, как следствие, экономичность энергетических установок, что, в свою очередь, позволяет осуществить бесперебойное снабжение потребителей теплом и электроэнергией.

В данной работе предложен новый алгоритм управления ЭП дымососа. Суть алгоритма заключается в следующем: механическая характеристика электродвигателя и вентиляторная характеристика дымососа котельного агрегата должны быть ортогональны в любой рабочей точке ЭП. Это позволяет обеспечивать одинаковое быстродействие ЭП при отработке рассогласований по моменту на разных скоростях вращения.

В работе получены ортогональные переходные механические характеристики и проведено их исследование.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Симаков Г. М.

## **Магнитоэлектрическая система для стимуляции кратковременной и долговременной памяти**

Дмитриев Н. А., Зиневская М. С.

Новосибирский государственный технический университет

Проблема стимуляции нервных клеток, выполняющих свои функции в виде объединений нейронных ансамблей или полей, и имеющих свойства, отличные от одного нейрона, определяется ослаблением внимания и концентрации при изучении или анализе определенных задач для здорового человека и при заболевании мозга, в том числе в послеинсультный период.

Для стимуляции мозга применяются различные физические факторы. Метод, использующий для стимуляции магнитное поле, получил название транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС). В настоящее время существуют сведения об исследованиях влияния применения ТМС на память. Данные эксперименты проводились как на здоровых, так и на больных людях. Но здесь стоит учитывать то, что ТМС воздействие предполагает большую интенсивность магнитного поля. Данные системы работают в диапазоне от 0,5 до 4 Тл. Учитывая то, что данное магнитное поле наводится конкретно на мозг человека и, учитывая уже имеющиеся в нем нарушения можно сделать вывод, что попытки улучшить память с помощью этого метода могут привести к нежелательным последствиям.

В отличие от ТМС, предлагается наведение на нейроны полей памяти мозга, низкоинтенсивными магнитными полями до нескольких десятков мТл, поскольку кодирование информации в нейронных сетях происходит посредством частотной модуляции, с изменением частоты от 0 до 100 Гц, а амплитуда постоянна, до 70 мВ и достигается с помощью химических процессов. Наведение возможно, только определенным набором гармонических составляющих сигнала магнитного поля, то есть сложномодулированным сигналом.

Нами предложена, магнитоэлектрическая система, с двумя излучателями магнитного поля, выполненных в виде соленоидов. Разница частот излучаемого магнитного поля этими соленоидами устанавливается равной:

- альфа-ритму, в случае восстановления внимания и возможности концентрации;

- тета-ритму, если необходимо восстановление функции гиппокампа, в восстановлении кратковременной памяти;

- бета-ритму, если необходимо восстанавливать поля долговременной памяти.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Белик Д. В.



**Выбор параметров ленточной намотки моментного двигателя**

Долгих А. Г., Самодуров И. Н.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

На кафедре точного приборостроения НИТПУ проводятся работы по исследованию характеристик и возможностей применения моментных двигателей с ленточной намоткой [1]. Среди ряда задач, которые должен решить разработчик, в первую очередь встает необходимость определения оптимального количества витков ленточной намотки. Момент, развиваемый двигателем, линейно растет от числа витков; с другой стороны при этом увеличивается активное сопротивление намотки и уменьшается ток. Кроме того, на величину момента влияет и средний радиус намотки, который растет с увеличением количества витков. Толщина намотки, определяемая совокупностью толщин всех витков, в конечном итоге задает величину немагнитного зазора магнитной цепи двигателя. В результате аналитических исследований, в которых учтены все выше перечисленные факторы, показано, что характеристика зависимости момента от числа витков намотки определяется преимущественно законом изменения магнитной индукции в зазоре. В этом случае, для получения большей величины момента, количество витков намотки должно быть минимальным, определяемым допустимой величиной тока; последняя зависит как от возможностей источника питания, так и от термостойкости ленточного активного элемента. На практике сравнение различных вариантов исполнения моментных двигателей проводится по их удельным характеристикам, в частности по статической добротности, в общем виде представляющей отношение развиваемого момента к квадратному корню из величины потребляемой электрической мощности. Для исследуемого двигателя такая характеристика имеет сугубо нелинейную зависимость, крутизна которой, в диапазоне реально допустимого количества витков, меняется в широких пределах. Моделирование двигателя и электрических, магнитных, тепловых процессов в нем проводилось с помощью программного продукта COMSOL Multiphysics. В докладе представлен подход к выбору оптимального количества витков ленточной намотки.

---

1. Пат. 2441310 РФ. Моментный двигатель. №2010135113/07. Заявл.20.08.10; опубл. 27.01.12, Бюл.№3, 6 с.

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Мартемьянов В. М.,  
Долгих А. Г.

## **Разработка универсального метода для визуализации решений задачи классификации**

Ильина М. А., Тузовский А. А.

Новосибирский государственный университет

В различных областях современной науки исследователям часто приходится решать задачу классификации для анализа сложных технических, медицинских, экономических систем. Зачастую исследуемые объекты имеют большое количество признаков, и возникает проблема построения классификаций по многомерным данным. Исследователю необходимо оценить, как тот или иной набор признаков влияет на результат классификации. Для этого можно использовать различные методы анализа данных, выбор которых является отдельной проблемой.

Целью работы является разработка метода, позволяющего автоматизировать этот процесс и визуализировать его результат. Это предоставит исследователю удобный инструмент для оценивания классификации, построенной по выбранным данным.

Реализованная система визуализации классифицирует входные данные и отображает их распределение по классам на графике. Для визуализации результата многомерное пространство признаков отображается на двумерную плоскость. В качестве алгоритма может быть выбран любой метод машинного обучения, позволяющий сократить размерность признаков, например, метод главных компонент или многомерное шкалирование. Возможность выбора классификатора и независимость от количества объектов и признаков во входных данных делает данный метод универсальным и широко применимым.

Работа выполнена в рамках Зимней школы 2016 Лаборатории НГУ-Intel. Разработанный метод визуализации успешно внедрен в статистическом пакете Statium.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Юрченко А.В.

## **Разработка системы векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом методом локализации**

Комазенко М.А.

Новосибирский государственный технический университет

В связи со становлением теории векторного управления электроприводом – во всем мире происходит быстрое вытеснение в промышленности вентильных электроприводов (ЭП) постоянного тока и их замена системами ЭП переменного тока, абсолютное большинство которых строится на базе асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором.

В настоящее время широкое распространение получили системы бездатчикового асинхронного ЭП с векторным управлением, где оценка регулируемой частоты вращения ротора АД формируется на основании информации о токах и напряжениях двигателя. Использование бездатчикового ЭП дает возможность исключения удаленных от системы управления датчиков механических переменных, что увеличивает надежность электропривода и уменьшает его стоимость.

Принцип векторного управления позволяет представить АД как двухканальный объект управления в ориентированной по вектору потокосцепления ортогональной (полеориентированной) системе координат. Это дает возможность независимо управлять выходными переменными асинхронного двигателя, т.е. магнитным состоянием и электромагнитным моментом машины.

В работе рассмотрен структурный и параметрический синтез системы управления асинхронным электроприводом на базе системы подчиненного регулирования. В данной методике расчет параметров всех регуляторов токов, потокосцепления и скорости системы управления асинхронным электроприводом осуществляется методом локализации.

Корректность и правильность синтеза будут проверены в среде программного пакета MATLAB Simulink. Также в дальнейшем будет проведен сравнительный анализ характеристик систем управления асинхронным двигателем, синтезированные методом локализации и классической методикой системы подчиненного регулирования.

Из структуры бездатчикового электропривода исключены датчики потокосцепления и частоты вращения ротора, поэтому возникает необходимость в дополнении системы управления электроприводом алгоритмами идентификации основных координат состояния АД, структурный и параметрический синтез которых будет осуществлен в дальнейшем.

Научный руководитель – канд. техн. наук Кучер Е. С.

## **Исследование линейной интерполяции в программно-аппаратном комплексе координатного станка**

Кugno В. А.

Новосибирский государственный технический университет

В данной работе представлен созданный автором алгоритм программного модуля линейной интерполяции для координатного станка. Программная среда разработки – *MexBios Development Studio* (г. Томск).

Аппаратная часть представляет собой отладочную плату STM32F3 *Discovery* компании *STMicroelectronics*.

В вычислительной математике интерполяция – способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

Для примера рассмотрим таблично заданную функцию  $y = f(x)$ , значения которой указаны в узловых точках. Для определения такого значения аргумента, который находится в какой-либо промежуточной точке, используется интерполяция.

Часто используемым видом локальной интерполяции является линейная интерполяция. Она состоит в том, что заданные точки соединяются прямолинейными отрезками, и функция  $f(x)$  приближается ломаной с вершинами в данных точках.

Выполняя линейную интерполяцию, система с ЧПУ будет автоматически и очень точно вычислять серию всех малых перемещений вдоль одной из линейных осей, перемещая инструмент как можно ближе к запрограммированному линейному перемещению.

Практическое применение алгоритмов линейной интерполяции для станка с ЧПУ - упрощение алгоритма движения, что в свою очередь приводит к увеличению скорости и КПД станка.

В среде *MexBios Development Studio* была разработана программа управления координатным станком с линейным интерполятором и проверена работоспособность.

Научный руководитель работы - канд. техн. наук, Панкрац Ю.В.

## **Оценка технического состояния систем автоматического регулирования частоты вращения**

Кутень И. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

Необходимым условием эффективного использования энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) является исправность систем регулирования частоты вращения (САРЧ). Эксплуатация ДВС с неисправными системами регулирования частоты вращения в условиях неустановившихся нагрузок приводит к потере мощности, снижению производительности машин и увеличению расхода топлива. Особенно это актуально для сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин, где нагрузка на машину или машинно-тракторный агрегат постоянно меняется и для дизель-генераторных установок с генераторами переменного тока, требующих обеспечения точности поддержания частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Решить вопросы оперативной оценки технического состояния систем автоматического регулирования частоты вращения ДВС возможно, используя разработанный в Сибирском государственном университете путей сообщения информационно-измерительный диагностический комплекс. Оценить техническое состояние САРЧ с помощью данного комплекса можно как на основе вычисления величины заброса частоты вращения в процентном отношении к её начальной величине, так и путём измерения максимального амплитудного значения углового ускорения в заданном переходном процессе. Второй способ представляется предпочтительным, поскольку в большей мере соответствует требованиям реализации задачи создания системы дистанционного оперативного мониторинга технического состояния машин.

Для оценки технического состояния САРЧ при дистанционном диагностировании предполагается использовать стандартные возмущающие воздействия, такие, как свободный разгон двигателя или мгновенный сброс (увеличение) нагрузки. Программное обеспечение информационно-измерительного комплекса позволяет вывести графические зависимости на экран монитора персонального компьютера, определить величину заброса контролируемого параметра в конкретной точке графика и сравнить её с эталонной величиной, то есть, соответствующей исправному состоянию САРЧ.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кочергин В. И.

## **Анализ зависимостей по расчёту сил на вывешивание путевой решётки**

Ларин А. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

На путевых машинах применяются подъёмно-рихтовочные устройства для перемещения рельсошпальной решетки в требуемое положение.

Подъёмно-рихтовочные устройства сконструированы на машинах по различным вариантам. В одних машинах устройство расположено симметрично относительно базовых ходовых тележек. В большинстве машин устройство на раме машины смещено к одной из ходовых тележек. В связи с этим необходимо было не только определить действующие силы сопротивления вывешиванию путевой решетки, но и выяснить влияние компоновки оборудования на машине на эти силы.

При разработке конструкции механизмов подъёмно-рихтовочного устройства основным исходным параметром является сила необходимая на изгиб путевой решётки при её вывешивании и сдвиге. В технической литературе приводятся различные зависимости для расчёта этих сил. Необходимо было уточнить какие из этих зависимостей дают более точный результат.

В данной работе рассмотрены три варианта зависимостей для расчёта сил в применении к подъёмно-рихтовочному устройству электробалластера типа ЭЛБ-4К. Силы на вывешивание путевой решётки определялись по теориям, которые предложены в литературе под редакцией известных специалистов в области теории путевых машин Поповича В.М. и Сырейщикова Ю.П.

По расчётам построены графики изменения сил на вывешивание путевой решётки при различных исходных данных. Проведено сравнение значений этих сил с опытными данными приведенными в технической литературе. Установлено, что при малых величинах высоты вывешивания решётки различие в силах, рассчитанных по трём вариантам, незначительное. По мере увеличения высоты вывешивания решётки различия в значении сил существенно увеличиваются.

Рекомендовано в расчётах механизмов подъёмно-рихтовочных устройств учитывать этот фактор. Необходимо также учитывать в расчётах сил особенности компоновки подъёмно-рихтовочных устройств на машинах различного типа.

Установить, какая из методик более достоверна, можно только после проведения экспериментальных исследований.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Задорин Г. П.

## **Электропривод индивидуального транспортного средства на базе безредукторных мотор-колес**

Матулев А.Н.

Новосибирский государственный технический университет

На сегодняшний день в России существует проблема обеспечения инвалидов индивидуальными транспортными средствами. Коляски с электроприводом не получили большого распространения на российском рынке вследствие их высокой стоимости, что вынуждает инвалидов использовать транспортные средства с ручным приводом, способствующие большим физическим нагрузкам.

За рубежом различными компаниями налажено серийное производство колясок с электроприводом, обладающих рядом недостатков, среди которых редукторный электропривод, обладающий низким КПД. Кроме того, на транспортировку колясок из-за рубежа в Россию идут значительные затраты.

Доклад посвящен разработке электропривода инвалидной коляски с хорошими технико-экономическими показателями, высокой маневренностью, малыми габаритами и весом за счет применения безредукторных мотор-колес и микропроцессорной системы векторного управления.

Применение мотор-колеса позволяет избавиться от редуктора, что снизит габариты и массу электропривода, уменьшит шум и приведет к повышению надежности устройства.

Мотор-колесо представляет собой мехатронный модуль, включающий собственно колесо, синхронный электродвигатель с постоянными магнитами, датчики положения и электромагнитный тормоз. Выбор синхронного электродвигателя с постоянными магнитами обусловлен технологичностью его изготовления, компактностью за счет применения обмотки статора с пониженным числом катушек, охватывающих один зубец, отсутствием тепловых потерь в роторе, благодаря чему удается получить более высокую электромеханическую эффективность вентильного электропривода.

Система управления строится отдельно для каждого из двух двигателей, что предоставляет возможность полностью электронного управления с помощью специального джойстика без физических усилий. Алгоритм векторного управления обеспечит безопасность движения во всех режимах, регулирование скорости в четырех квадрантах, в том числе в режиме рекуперативного торможения, повышающего дальность пробега без подзарядки аккумулятора.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Боченков Б. М.

## **Кодоимпульсный сейсмоисточник**

Пак А. Г., Синичкин О. И.

Тольяттинский государственный университет

В настоящее время для России остро стоит задача импортозамещения в различных областях науки, техники и особенно в сейсморазведке на нефть и газ.

Широко применяемые для сейсморазведки в России и за рубежом американские вибраторы могут быть успешно заменены отечественными кодоимпульсными сейсмоисточниками (КИС) типа ИКИ-10/40. Обоснованием тому являются сравнительные испытания американских вибраторов и отечественных КИС ИКИ-10/40, показавшие одинаковую их сейсмическую эффективность.

Сейсмоисточники ИКИ-10/40 были разработаны в Тольяттинском политехническом институте, а их серийный выпуск был налажен на предприятии г. Харьков. Экземпляр ИКИ-10/40 был представлен на ВДНХ и награждён серебряной медалью. Развал СССР по известным причинам привёл к прекращению выпусков КИС ИКИ-10/40, а Россия вынуждена закупать американские вибраторы, которые в 2,5-3 раза дороже отечественных ИКИ-10/40.

В настоящее время разработана более совершенная конструкция КИС. Новая конструкция КИС работает на экологически чистом и дешёвом виде энергии – энергии гравитационного поля Земли. Он состоит из деталей, узлов и агрегатов (гидроцилиндры, транспортная база, гидростанция, электрогидроклапан, силовое устройство и т. д.), в широкой номенклатуре выпускаемых отечественной промышленностью для различных целей. Это даёт основание утверждать о высокой надёжности и низкой стоимости новой конструкции КИС. Одновременно решается задача полного импортозамещения при его производстве и эксплуатации. Проведённые испытания лабораторного образца такого КИС показали высокую надёжность его работы. Основные параметры, полученные при лабораторных испытаниях КИС: максимальная частота силовых воздействий на поверхность грунта равна 80 Гц, развиваемое усилие на грунт 60 т. с., длительность, длительность силового воздействия регулируется в пределах  $(4 \div 15) \cdot 10^{-3}$  с, что соответствует требованиям, предъявленным к сейсмоисточникам для целей сейсморазведки на нефть и газ.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Чуркин И. М.



## Статистический анализ выходных последовательностей малоресурсных блочных алгоритмов шифрования

Перов А.А.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

Необходимость использования каналов высокоскоростной передачи данных ставит актуальную задачу увеличения производительности шифров, при условии сохранения удовлетворительных характеристик выходной последовательности. Данная работа направлена на поиск таких оптимальных параметров (главным образом, числа раундов), при которых сохраняются удовлетворительные статистические свойства выходной последовательности.

Для проведения анализа создана программная библиотека [1], в которую вошли 20 блочных шифров, в основном малоресурсные (легковесные) шифры. Программная библиотека интегрирована со статистическими тестами «стопка книг» [2] и «адаптивный критерий хи-квадрат» [3].

Эксперимент показал, что каждый из алгоритмов обеспечивает удовлетворительные статистические свойства при 6-30% от полного числа раундов шифрования. Для шифров как XTEA, LED, MIBS, DESXL выходная последовательность неотличима от случайной при 2-4 раундах, тогда как Skipjack демонстрирует удовлетворительные статистические свойства только после 14 раундов (34% от полного числа). Для других шифров получены следующие результаты: PRESENT (8 из 31 раундов), CLEFIA (6 из 26), KATAN (31 из 254), KTANTAN (31 из 254), Hight (10 из 32), Simon (12 из 32), Twine (9 из 36), Piccolo (5 из 31), Sea (10 из 51), LBlock (7 из 32), Speck (6 из 34), Noekeon (2 из 16), Klein (4 из 20).

---

1. Пестунов А.И., Перов А.А. Программная библиотека для статистического анализа итеративных блочных шифров // Информационное противодействие угрозам терроризма. 2015. №24. С.197-202.

2. Рябко Б.Я., Пестунов А.И. «Стопка книг» как новый статистический тест для случайных чисел // Проблемы передачи информации. 2004. Т. 40, № 1. С. 73-78.

3. Рябко Б.Я., Стогниенко В.С., Шокин Ю.И. Адаптивный критерий  $\chi^2$  для различения близких гипотез при большом числе классов и его применение к некоторым задачам криптографии // Проблемы передачи информации. 2003. Т. 39, № 2. С. 53-62.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Пестунов А.И.

## **Вариант построения высоковольтного электропривода главного вентилятора проветривания шахт**

Проценко А.В.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время регулируемый электропривод для центробежного вентилятора главного проветривания шахт и рудников с преобразователем частоты в цепи ротора электродвигателей, в зависимости от типа используемого электропривода вентилятор имеет три исполнения:

- 1) с нерегулируемым асинхронным электроприводом;
- 2) с регулируемым асинхронным электроприводом;
- 3) с нерегулируемым синхро-асинхронным электроприводом.

В докладе будет рассмотрен вариант построения системы главного вентилятора проветривания шахт, на основе двух двигателей с преобразователем частоты в цепи ротора. Для исключения перерывов в работе системы производительность одного вентилятора регулируется, другой в это время в горячем резерве.

Преобразователь частоты в цепи ротора одного электродвигателя содержит два транзисторных автономных инвертора напряжения. Трехфазная цепь одного инвертора напряжения подключена к ротору электродвигателя, а второго инвертора – к вторичной обмотке согласующего трансформатора через «синусный» силовой LC-фильтр. Цепи постоянного тока роторного и сетевого инвертора соединены друг с другом и подключены к накопительным конденсаторам относительно большой емкости, образуя тем самым промежуточное звено постоянного тока. Каждый инвертор (роторный и сетевой) управляется по закону синусоидальной широтно-импульсной модуляции, что обеспечивает синусоидальную форму тока в роторе электродвигателя и в питающей сети. За счет последовательного соединения двух инверторов напряжения с промежуточным звеном постоянного тока преобразователь частоты в цепи ротора обеспечивает двухсторонний обмен энергией между цепью ротора электродвигателя и питающей сетью. За счет введения регулируемой противо ЭДС в цепь ротора осуществляется регулирование тока ротора и момента электродвигателя, а также регулирование величины и направления потока активной мощности в цепи ротора электродвигателя. При этом осуществляется регулирование скорости вала электродвигателя в широком диапазоне от нуля до номинальной скорости. Изменение направления потока мощности в роторе электродвигателя также позволяет работать в режиме рекуперативного торможения с возвратом энергии вращающихся масс в питающую сеть.

Научный руководитель – канд. техн. наук Котин Д. А.

## **Разработка прибора для магнитно-инфракрасной терапии**

Ракова А. И.

Новосибирский государственный технический университет

Магнитотерапия интенсивно развивается в течение последних десятилетий. Это – перспективный метод физиотерапии, основанный на использовании лечебного воздействия электромагнитного поля на человека. Различные клинические испытания показали лечебный эффект, накоплено большое количество статистических данных, обосновывающих применение магнитного воздействия в медицине. На этом основании создано большое количество аппаратов и систем.

Инфракрасная терапия имеет в некоторой степени схожий лечебный эффект с воздействием низкочастотного переменного магнитного поля (улучшение кровообращения, противовоспалительное и обезболивающее действие, ускорение восстановления травмированных тканей.). Если использовать лечебные факторы однонаправленного воздействия, их совместное влияние усиливается. Таким образом, на данный момент актуально развитие и применение сочетаний различных физических воздействий со сходным лечебным эффектом с целью улучшения лечебного эффекта.

Целью данной работы является разработка аппарата физиотерапии с сочетанием воздействий низкочастотного переменного магнитного поля и ИК-излучения на пациента. Такое комплексное воздействие на пациента позволяет достичь наибольший терапевтический эффект. Прибор уникален сочетанием данных лечебных факторов, среди уже существующих аппаратов физиотерапии нет аналогов. Кроме того, он имеет ряд преимуществ над уже существующими аппаратами, объединяя в себе оптимальную конструкцию, эффективное сочетание лечебных факторов, максимальную компактность и удобство в использовании.

В данной работе разработана наиболее оптимальная принципиальная схема прибора, смоделированная в среде TINA-TI, разведена печатная плата в среде DipTrace, и на основе полученных данных сконструирован прибор для комплексной магнитно-инфракрасной терапии. К прибору подключаются насадки – индукторы, создающие магнитное поле, которое совместно с ИК-излучением, применяется в соответствии с показаниями для проведения терапии.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Павлов А. В.

## Система управления с приводом постоянного тока для грузовой транспортной тележки

Рогова Н. С.

Новосибирский государственный технический университет

Рассматривается задача перемещения транспортной тележки с грузом, где в качестве привода используется двигатель постоянного тока (ДПТ) с широтно-импульсным модулятором (ШИМ). При перемещении грузовой тележки, подвешенный груз начинает раскачиваться и совершать колебания, что затрудняет его позиционирование в заданное положение.

Требуется разработать алгоритмы управления, которые бы обеспечили демпфирование колебаний груза и одновременно его перемещение в заданную позицию. Предлагается выполнить синтез двухконтурной системы управления, где в первом контуре обеспечивается задача стабилизации угла отклонения груза от вертикального положения, а во втором контуре решается задача его перемещения в заданное положение.

При рассмотрении контура регулирования углом отклонения груза предполагается, что процессы описывающие перемещение тележки протекают существенно медленнее, чем процессы описывающие перемещение груза. *В качестве алгоритма управления в данном контуре используется ПИД-регулятор, который реализуется без оператора идеального дифференцирования.* Выбор параметров регулятора осуществляется на основе метода разделения движений [1]. Внешний контур формирует задающее воздействие для внутреннего контура. *В качестве алгоритма управления во внешнем контуре рассматривается аналогичная структура. Метод разделения движений привлекается также и при расчете алгоритма управления для привода постоянного тока.*

Предложены рекомендации для выбора параметров алгоритмов управления первого и второго контуров регулирования. Проведено численное моделирование поведения системы управления при различных значениях массы груза и длины подвеса, из результатов моделирования следует, что качество переходных процессов удовлетворяет заданным требованиям.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-08-01004-а).

---

1. Юркевич В. Д. Синтез нелинейных систем с ШИМ в канале управления на основе метода разделения движений // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. - 2012. - № 1(25). - С.127-130.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Юркевич В. Д.

## **Исследование качества электрической энергии в распределительных сетях Забайкальского края**

Романова В.В., Хромов С.В.

Забайкальский государственный университет, г.Чита

Проблема обеспечения качества электрической энергии в условиях резкопеременной нагрузки является актуальной. Острота данного вопроса не уменьшается с течением времени, это связано, прежде всего, с внедрением высоких технически сложных устройств, чувствительных к отклонениям качества электроэнергии, требующих более стабильной электроэнергии в системах электроснабжения. Однако данные устройства в свою очередь сами являются источником искажения показателей качества электроэнергии (ПКЭ). К таким устройствам относятся современные источники света, компьютерная техника, железнодорожная электротяга и другие силовые приборы, содержащие нелинейные преобразователи, являющиеся источниками высших гармоник и несимметрии напряжений.

Особенно актуальна эта проблема для регионов, где наблюдается дефицит генерирующих мощностей, таких как Забайкальский край. Для поддержания необходимого качества электроэнергии в первую очередь необходимо выделить потребителей, которые в большей степени искажают качество электроэнергии.

Целью данного исследования являлось – выявление «проблемных потребителей» искажающих ПКЭ в энергосистеме Забайкальского края.

Объектом исследования выбраны различные предприятия Забайкальского края, в том числе получающие питание от тяговых подстанций Забайкальской железной дороги.

Исследования проводились в течение 2012 – 2015 годов. Измерения производились сотрудниками кафедры «Электроэнергетики и электротехники» энергетического факультета ЗабГУ, а также испытательной лабораторией по качеству электрической энергии филиала ПАО «МРСК Сибири» - «Читаэнерго».

Полученные экспериментальные результаты и их анализ позволяют сделать вывод о том, что один из основных источников искажения ПКЭ являются тяговые нагрузки железных дорог, которые существенно влияют на систему напряжений 6 - 35 кВ, питающую, в том числе и распределительные сети 0,4 кВ.

Очевидно, что решение данной проблемы сводится к разработке и внедрению технических средств, повышающих качество электрической энергии.

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент. Дейс Д. А,  
д-р техн. наук, проф. Суворов И.Ф.

## **Синтез системы векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом методом больших коэффициентов**

Ромашенко А.И.

Новосибирский государственный технический университет

Принцип векторного управления асинхронным электроприводом позволяет рассматривать асинхронный двигатель как двухканальный объект управления в полеориентированной системе координат, и независимо воздействовать на продольную (намагничивающую) и поперечную (моментобразующую) составляющие вектора тока статора для управления магнитным состоянием машины и электромагнитным моментом соответственно.

В настоящее время асинхронные электроприводы с векторным управлением могут применяться практически везде. Широкое распространение получили системы бездатчикового асинхронного электропривода с векторным управлением, где оценка регулируемой скорости вращения формируется на основании информации о токах и напряжениях двигателя. Использование бездатчикового электропривода дает возможность исключения удаленных от системы управления датчиков механических переменных, что увеличивает надежность электропривода и уменьшает его стоимость.

В докладе рассмотрен структурный и параметрический синтез системы управления асинхронным электроприводом на базе системы подчиненного регулирования. Структуры регуляторов токов по продольной и по поперечной осям одинаковы и все регуляторы представлены в полеориентированной системе координат  $(d,q)$ . В рассматриваемой методике расчет параметров всех регуляторов системы управления асинхронным электроприводом осуществляется методом больших коэффициентов.

Результаты синтеза будут смоделированы в программном пакете MATLAB Simulink. В дальнейшем будет проведен сравнительный анализ показателей качества переходных процессов систем управления асинхронным двигателем, синтезированные методом больших коэффициентов и классической методикой системы подчиненного регулирования.

Использование бездатчикового электропривода дает возможность исключения датчиков потокосцепления, скорости и положения ротора, однако возникает необходимость в построении наблюдателя, который позволит получить информацию о неизмеряемых величинах, структурный и параметрический синтез которого будет представлен в будущем.

Научный руководитель – канд. техн. наук Кучер Е.С.

## **Асинхронный электропривод гибридного транспортного средства**

Сахаров И. А.

Новосибирский государственный технический университет

Автомобиль, ставший массовым средством транспорта, является одновременно главным источником экологического загрязнения окружающей среды, что приводит к необходимости принятия мер по снижению токсичности и объема выброса в атмосферу отработавших газов.

Решение отмеченной задачи требует применения нового подхода к выполнению современных автомобильных передач с рассмотрением вопросов технического и экологического характера, одним из направлений которого является разработка и внедрение систем тягового электрического привода.

Выделяют три типа гибридных транспортных средств. Последовательный – самый очевидный из них. В нем двигатель крутит генератор, а ведущие колеса приводит электродвигатель. Преимущества схемы очевидны: в силу идеальной характеристики электродвигателя, он на любых оборотах в состоянии выдать максимальный момент. С помощью электродвигателя гораздо легче сдвинуть с места тяжелые грузы, обладающие огромной инерцией. По такой схеме построены тепловозы и большегрузные самосвалы. Однако последовательный гибрид громоздок и дорог. Смешанный гибрид – пожалуй, наиболее совершенный с технической точки зрения гибрид на сегодняшний день. Наилучшим образом реализует возможности и ДВС, и электропривода. Но, к сожалению, требует разработки и изготовления целого ряда оригинальных узлов, причем, весьма сложных, оттого дорог. Параллельный гибрид – самый технологичный, и самый дешевый в производстве. Изготовителю трансмиссий гораздо проще начать производство именно таких гибридов, поскольку в них используются уже имеющиеся коробки передач, производство которых хорошо отлажено. Электродвигатель в параллельном гибриде устанавливается параллельно с ДВС, либо параллельно с выходным валом.

Научный руководитель - канд. техн. наук Глазырин М. В.

## **Автоматизированный электропривод электропогрузчика с применением ДС/ДС преобразователя**

Сидько М.В.

Новосибирский государственный технический университет

Электропогрузчики в настоящее время получили широкое распространение на промышленных предприятиях. Их преимуществами являются: отсутствие шума и вредных выделений при работе, и высокая маневренность, простота и легкость управления, возможность выполнения различных операций с грузами и низкие эксплуатационные расходы. Одним из недостатков электропогрузчиков является малое время работы без подзарядки. Большое количество времени электропогрузчик простаивает на зарядной станции. Поэтому актуальна проблема увеличения пробега электропогрузчика. Эту проблему можно решать по двум направлениям.

Увеличение емкости аккумуляторной батареи. Так как в настоящее время возможности совершенствования существующих аккумуляторных батарей практически исчерпаны, то увеличение емкости предполагает поиск альтернативных источников питания. Поэтому эффективность использования аккумуляторных транспортных средств в указанных режимах работы определяется не их грузоподъемностью, величиной транспортной работы, скоростью динамического перемещения, а временем межзарядного пробега.

Вторым направлением является разработка комбинированных энергоустановок. Значительная часть существующих электропогрузчиков, имеет морально устаревшие системы управления тяговыми электроприводами, которые нуждаются в модернизации. Применение электрохимического конденсатора (ЭХК) может дать существенный выигрыш с точки зрения некоторых важных характеристик (снижение габаритов, повышение экономичности, увеличение межзарядного пробега). При пуске тягового электродвигателя пики нагрузки сглаживаются за счет разряда ЭХК, при торможении – за счет заряда ЭХК. Таким образом, избыток или недостаток энергии покрывается за счет ЭХК, тем самым стабилизируются мощность и ток аккумуляторной батареи, увеличивается время межзарядного пробега.

В данном докладе, в качестве устройства, способного передать энергию в накопительное устройство в режиме торможения, выступает преобразователь постоянного напряжения в постоянное. Он может обеспечить регулирование постоянного напряжения на выходе как выше, так и ниже значения входного напряжения. Модернизированная система управления с применением ДС/ДС преобразователя представлена в данном докладе.

Научный руководитель - д-р техн. наук Симаков Г. М.



## **Система тепловизионного контроля температурных полей печатных узлов электронной аппаратуры**

Соколов С. А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

При разработке современной аппаратуры сложно учесть все тепловые факторы, которые могут повлиять на её работоспособность. Кроме того, иногда аппаратура используется в сложных климатических условиях, которые невозможно смоделировать на этапе разработки. Существующий метод прямого измерения температуры отдельных компонентов с помощью термопар изменяет картину распределения тепловых полей и имеет существенные ограничения.

Цель работы — разработать концепцию системы, позволяющей производить контроль температурных полей электронной аппаратуры, созданной на базе печатных плат, при проведении испытаний и выработать рекомендации по устранению возможных неисправностей.

Систему можно разбить на следующие компоненты:

1. Тепловизионная камера. Использование тепловизионной камеры является основным методом неразрушающего контроля температурных полей, использованным в данной работе.
2. Стенд. Конструкция стенда имеет универсальное крепление, позволяет тестировать на нём платы в различных режимах работы и позиционировать камеру для различной детализации изучаемой поверхности печатного узла.
3. Программное обеспечение. Немаловажным инструментом анализа и разработки рекомендаций является программная база, обрабатывающая поступающую с камеры информацию, для её дальнейшего представления.
4. Научная база для выработки рекомендаций по предотвращению неисправностей.

Разработана концепция автоматизированной системы для тепловизионного контроля печатных узлов электронной аппаратуры. Созданы эскизы корпуса установки и компонентов, входящие в установку. В дальнейшем планируется изготовление макета с целью подтверждения работоспособности системы.

Научный руководитель — Максимкин А. И.

## **Разработка устройства плавного пуска для специализированной схемы включения асинхронных двигателей**

Сологуб С. А.

Новосибирский государственный университет

Ресурс асинхронных двигателей в значительной степени зависит от величины пусковых токов. С уменьшением амплитуды пусковых токов по отношению к номинальным увеличивается срок эксплуатации асинхронной машины.

Современные тиристорные устройства плавного пуска для одного асинхронного двигателя позволяют ограничивать только трехкратные превышения номинальных токов при старте без потери механического момента на валу, а устройства с частотным регулированием проигрывают тиристорным или симисторным по эффективности преобразования энергии.

Суть предложенной схемы включения заключается в замене одной асинхронной машины требуемой мощности на две машины половинной мощности с установкой их на общий вал и включением обмоток в два этапа. В первый момент времени обмотки двух асинхронных машин включаются последовательно друг другу. Тем самым уменьшая вдвое сетевое напряжение и снижая пусковой ток. После прохождения переходного процесса производятся последующие переключения, а именно размыкание последовательного включения обмоток и включение каждого двигателя в сеть независимо.

Данные переключения оптимально проводить средствами силовых симисторных или тиристорных ключей, управляемых микропроцессором. Если при переключении двигателей в независимый режим в микропроцессоре присутствует обратная связь по току в каждой фазе цепи, то возможно переключение без превышения номинальных токов, тогда остается только переходный процесс при последовательном включении с превышением номинальных токов не более чем на 90%.

Разрабатываемое устройство плавного пуска в сочетании с предложенной схемой включения позволит ограничить пусковые токи до 150%

Научный руководитель – канд. техн. наук Бакиров Т. С.

## **Построение алгоритмов бездатчикового векторного управления промышленным асинхронным электроприводом**

Сущенко А. В.

Новосибирский государственный технический университет

Современные системы векторного управления прошли долгий путь развития и в настоящее время являются наиболее распространенными среди систем электропривода переменного тока. Они позволяют просто и эффективно управлять такими сложными объектами как асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, что в свою очередь позволяет существенно расширить область его применения.

Синтез системы подчиненного регулирования заключается в последовательной оптимизации соподчиненных замкнутых контуров регулирования, начиная с первого внутреннего и кончая основным внешним. При синтезе по заданной структуре и параметрам подобъектов регулирования определяется структура и параметры соответствующих регуляторов.

Задача данной работы заключается в исследовании влияния постоянной времени ротора на характер переходных процессов системы управления асинхронным электродвигателем, т.к. при работе асинхронного двигателя постоянная времени ротора, особенно активное сопротивление обмотки ротора, меняет свое значение. Изменения постоянной времени ротора могут значительно уменьшить диапазон регулирования частоты вращения ротора асинхронного электропривода, для устранения этого недостатка возникает необходимость введения алгоритмов адаптации в систему векторного управления асинхронным электроприводом.

Был произведен анализ условий совместной идентификации переменных параметров асинхронного электропривода, таких как сопротивление ротора и потокосцепление ротора по основным гармоникам электрических величин на выходе преобразователя частоты. Тем самым получены условия, выполнение которых искомые величины могут быть определены однозначно за исключением “неблагоприятных” режимов работы таких как: выбег, холостой ход, динамическое торможение. В таких режимах электропривод продолжит функционировать, полностью удовлетворяя техническим требованиям, но вычисляемые алгоритмом идентификации значения изменяющихся параметров могут быть далеки от истины.

Научный руководитель – канд. техн. наук Кучер Е. С.

## **Разработка автоматизированного электропривода вакуумного агрегата**

Схоменко А.А.

Новосибирский государственный технический университет

Настоящая статья посвящена разработке автоматизированного электропривода вакуумного агрегата, с учетом требований, предъявляемых к системе. Представлен обзор существующих систем. Функциональная схема включает в себя два взаимосвязанных электропривода – электропривод предварительного разряжения и электропривод с вакуумным вводом двухроторного насоса. Первый электропривод создает предварительный вакуум. Второй электропривод вступает в работу по достижению давления заданной величины и по мере снижения давления в камере увеличивает частоту вращения.

Увеличение количества производств, требующих отсутствие атмосферного воздуха (к таким производствам относится кроме вакуумных технологий - технологии, использующие в качестве среды инертные газы), приводит к разнообразию вариантов различных вакуумных технологических агрегатов. Большое внимание в последнее время также уделяется к возможности создания автоматизированных производственных систем. В связи с этим встает вопрос об управляемости вакуумного насоса как обязательного элемента системы. В большинстве объемных вакуумных насосов влиять на производительность возможно только с помощью изменения числа откачивающих циклов за единицу времени. В случае применения в качестве приводного двигателя - двигателя вращения это соответствует изменению его скорости вращения. Наиболее эффективным способом управления ЭП переменного тока является принцип векторного управления, использование которого позволяет разделить каналы управления двигателем по намагничивающему и моментобразующему токам двигателя, что позволяет рассматривать ЭП переменного тока как эквивалент ЭП постоянного тока с независимым возбуждением, т.е. как двухканальный объект управления.

Применение регулируемого электропривода благоприятно сказывается на производительности системы, на надежности в связи с защитой высоковакуумного насоса от атмосферного давления. Учитывая вышесказанное, в данной работе разрабатывается система стабилизации давления на базе форвакуумного модуля МВР-6ОМ, в которой используется регулируемый асинхронный привод.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Боченков Б. М.

## **Разработка системы векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом с идентификацией и адаптацией по активному сопротивлению статора**

Трифопова Ю. В.

Новосибирский государственный технический университет

Асинхронные двигатели получили широкое распространение во всех областях промышленности. Но множество из них до сих пор остаются нерегулируемыми, что делает их менее ресурсо- и энергосберегающими. Существует множество методов управления асинхронным электроприводом.

Наиболее перспективным методом является принцип векторного управления асинхронным электроприводом. Он позволяет рассмотреть асинхронный двигатель как двухканальный объект управления в системе координат, ориентированной по вектору потокосцепления ротора.

Построение системы управления скоростью электропривода осуществляется на основе принципа подчиненного регулирования. В результате синтеза системы управления были получены передаточные функции ПИ-регуляторов. Для улучшения динамики контура скорости, была синтезирована передаточная функция регулятора по методике инженерного параметрического синтеза пропорционально-интегрального регулятора скорости для систем подчиненного регулирования электроприводов по возмущающему воздействию.

В работе рассматривается «бездатчиковое» векторное управление, которому в последнее время придается огромное значение. Его суть заключается в исключении из системы управления датчиков частоты вращения ротора асинхронного двигателя, что значительно снижает стоимость и повышает надежность электропривода. Для получения информации о неизмеряемых координатах состояния, например, о частоте вращения ротора, был синтезирован идентификатор построенный на основе адаптивных систем с задающей моделью, содержащий в своей структуре две модели: задающую модель цепи статора и настраиваемую модель цепи ротора асинхронного электропривода.

В ходе исследования была выявлена необходимость использования алгоритмов адаптации системы управления к изменениям параметров схемы замещения электропривода.

В ходе цифрового моделирования в программном пакете MATLAB Simulink 6.5 будет проверена правильность метода синтеза алгоритмов текущей идентификации на основе адаптивных моделей.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кучер Е. С.

## **Структурный и параметрический синтез наблюдателя полного порядка системы векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом**

Худяков С.Н.

Новосибирский государственный технический университет

Векторное управление асинхронным двигателем (АД) имеет большое распространение и применение, т.к. оно позволяет представить АД как двухканальный объект управления и упростить методику синтеза системы управления асинхронным электроприводом (ЭП).

В структуре бездатчикового ЭП отсутствуют датчики положения ротора АД, что значительно снижает стоимость и повышает надежность электропривода, но в свою очередь возникает необходимость использования алгоритмов идентификации основных координат состояния асинхронного ЭП, таких как, частота вращения и вектора потокоцепления ротора АД.

Асинхронный ЭП является нестационарным объектом управления, т.к. параметры схемы замещения изменяются в процессе работы под влиянием различных факторов. Поэтому в работе были проведены исследования влияния изменения активного сопротивления статора и индуктивности рассеяния на диапазон регулирования частоты вращения АД. Результаты проведенных исследований подтвердили, что индуктивность рассеяния не оказывают существенного влияния, но необходимо компенсировать влияние изменения активного сопротивления статора АД.

Для реализации алгоритмов идентификации и адаптации в систему векторного управления бездатчиковым асинхронным электроприводом был введен наблюдатель полного порядка (НПП), параметрический синтез которого осуществлен с использованием формулы Аккермана и принципа разделения темпов движения процессов.

НПП позволяет вычислить оценку вектора потокоцепления ротора АД, который необходим для векторного управления, а также оценку тока статора асинхронного электропривода.

В основе дальнейшего структурного синтеза идентификаторов положения ротора и активного сопротивления статора АД будет положен сигнал рассогласования двух значений тока статора ЭП, полученных с помощью НПП и прямых измерений.

Подтверждение правильности структурного и параметрического синтеза полученных алгоритмов было осуществлено путем цифрового моделирования в среде программного пакета MATLAB Simulink.

Научный руководитель - канд.техн.наук Кучер Е.С.

**Анализ кватерниона мгновенной мощности трехфазной  
несимметричной активно-реактивной нагрузки**

Черенкова А. О.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время при решении прикладных задач повышения энергоэффективности трехфазных систем переменного тока общего и специального назначения широко применяются активные силовые фильтры (АСФ), которые позволяют снизить тепловые потери за счет коррекции углового сдвига, исключения высокочастотных гармоник, симметрирования фазных переменных по мгновенным значениям и т.д. Принцип действия АСФ основан на преднамеренной генерации в распределительную сеть компенсационных воздействий сложной периодической формы, благодаря чему обеспечивается синусоидальный закон изменения во времени потребляемых токов в совокупности с единичным или опережающим коэффициентом мощности вне зависимости от типа электроприемника.

Синтез алгоритмов активной фильтрации выполняется в рамках геометрического или алгебраического подходов к математическому описанию процесса энергопотребления, причем в последнем случае, базирующемся на представлении токов и напряжений в четырехмерном гиперкомплексном пространстве, удастся устранить ряд теоретических противоречий. В докладе представлены результаты аналитического исследования кватерниона мгновенных мощностей произвольной RLC-нагрузки, показывающие, что любая параметрическая асимметрия в трехфазных токах приводит к возникновению в его составе мнимой компоненты, а также появлению удвоенной гармоники в вещественной части.

В заключение также необходимо отметить, что практическое преимущество алгебраического подхода заключается в возможности формирования компенсационных воздействий на выходе АСФ без использования каких-либо промежуточных преобразований исходного базиса, которые существенно усложняют структуру системы управления. Помимо этого математический аппарат гиперкомплексных чисел позволяет выполнять анализ режимов работы трехфазных систем по мгновенным значениям, а не по среднеквадратичным величинам в установившемся процессе. Разделение кватерниона мгновенных мощностей на вещественную и мнимую части дает наглядную интерпретацию потоков электрической энергии в единицу времени, выделяя в них «полезную» и неэффективную (компенсируемую) составляющие.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Нос О. В.

## Модель автоматизированной автономной артиллерийской системы

Чжао Ци

Новосибирский государственный университет  
Хэйлунцзянский университет, г. Харбин, Китай

В настоящее время одним из самых развивающихся направлений наземной робототехники является развитие автономного движения. Важнейшим исследованием по созданию систем управления робототехническим комплексом становится разработка методов, алгоритмов и аппаратно-программных средств интеллектуальных систем управления.

Цель работы – сконструировать колесного робота, являющегося моделью автоматизированной автономной артиллерийской системы, и запрограммировать его.

В данной работе рассматривается автономное движение робота по линии, выход на рубеж стрельбы, считывание данных о цели и стрельба по мишени. В качестве демонстрации использован конструктор LEGO Mindstorms EV3. Программа составлена на языке C, используя редактор «RobotC». Для движения по линии используется алгоритм *пропорционально-интегрального регулятора*,

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}$$

где:

- $u(t)$  – выходной сигнал регулятора
- $P$  – пропорциональная часть
- $I$  – интегральная часть
- $D$  – дифференциальная часть
- где  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  — коэффициенты усиления пропорциональной, интегрирующей и дифференцирующей составляющих регулятора.
- $e(t)$  – ошибка (входной сигнал регулятора).

В программной реализации для оптимизации расчетов переходим к рекуррентной формуле:

$$\text{где } K_i^{discr} = K_p K_{ip} T, K_d^{discr} = \frac{K_p K_{dp}}{T}$$

$T$  — время дискретизации.

Созданная модель может быть использована для автоматизированной автономной артиллерийской системы.

Научный руководитель – Голкова Н. В.



# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

УДК 681.516.33

## Анализ разновидностей систем автоматизации зданий «умный дом»

Алексеев И. Е.

Новосибирский государственный технический университет

Одним из важнейших направлений в области эффективного управления инженерными системами зданий является автоматизация. В настоящее время можно выделить три основных типа систем автоматизации: централизованные, децентрализованные, смешанные или псевдодецентрализованные.

Централизованные системы управления строятся на основе управляющих центральных контроллеров и множества исполнительно-командных блоков. Центральный контроллер выполняет функции управления всеми остальными системами. От главного контроллера сигналы управления могут идти к исполнителям по различным каналам. *Достоинства* системы: высокое качество оборудования; высокая скорость передачи команд; высокая помехозащищенность; возможность расширения; гибкость; надежность. *Недостатки*: высокая цена; сложность монтажа.

В децентрализованной системе передатчики и приемники связываются друг с другом непосредственно, без сетевого контролирующего устройства. Все компоненты обмениваются информацией по общему каналу - шине. *Достоинства* системы: высокое качество оборудования; автономность системы; возможность расширения; гибкость; относительная легкость монтажа; надежность. *Недостатки*: высокая цена; невысокая скорость передачи команды (0,3 с); низкая помехозащищенность; невозможность использования в больших объектах (ограниченная расширяемость).

Смешанные или псевдодецентрализованные системы используют технологию передачи сигналов по силовой электропроводке на электронные модули, к которым подключены управляемые инженерные системы. *Достоинства* системы: низкая цена; легкость монтажа; легкость программирования; возможность расширения. *Недостатки*: низкая скорость передачи информации; низкая помехозащищенность; отсутствие обратной связи приемника с передатчиком.

Подводя итог, можно заключить: самыми надежными и удобными являются централизованные системы, так как они обеспечивают высокую скорость работы, интегрированное управление из единого центра и имеют возможность оборудования больших объектов.

Научный руководитель - канд. техн. наук Зубова Н. В.

## **Разработка и автоматизация фрезерного устройства с числовым программным управлением**

Барышев Г. К., Ефремов В. В., Королев М. Ю., Крюков И. С.,  
Барышева Е. А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

Технологии автоматизированного производства, ускоренного создания работок в последнее время находят все более частое применение, что связано с повсеместным распространением не только технических, но и программных средств, интегрированных в устройства. В связи с этим появляется возможность быстрого создания прототипов проектируемых устройств без привлечения больших мощностей. К таким системам быстрым системам относятся установки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Разработанный ЧПУ-станок позволяет быстро перейти от этапа проектирования к непосредственному изготовлению изделий. Управление происходит через контроллер, который посылает команды на сервоприводы, отвечающие за перемещение по трем осям координат и фрезер. При выборе программного обеспечения были использованы уже готовые приложения, которые считывают данные из файла чертежа и отправляют команды на контроллер.

Также ЧПУ-станок подходит и для мелкосерийных производств и выпуска небольших партий изделий, а также и для частного пользования, так как имеет небольшие габариты. Таким образом, станок был спроектирован разборным. Несмотря на небольшие его габариты и размеры рабочей части, транспортировка неразборного устройства является неудобной, что было учтено при разработке.

Разработка систем, имеющих числовое программное управление, является весьма перспективным направлением в области машиностроения. К ним относятся не только станки, но и всевозможные роботизированные элементы. Область применения простирается от огромных промышленных конвейеров до небольших портативных 3D-принтеров. И даже в силу все нарастающей распространенности подобных систем, их проектирование и создание не только не потеряло актуальность, но даже стало более важной задачей в последнее время. Проектирование установки выполнялось при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 3092).

Научный руководитель – канд. социол. наук, доцент Берестов А. В.

## **Проектирование устройства для исследования служебных свойств углеродных волокон**

Барышев Г. К., Бирюков А. П., Востренков Ю. Ю., Барышева Е. А.  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

В работе представлены результаты проектирования устройства для исследования служебных свойств углеродных волокон для перспективных изделий из карбона (углепластика). Одним из показателей качества заготовок композитного волокна является дисперсия электрического сопротивления пучка волокон, обусловленная неоднородностью пучка. Поскольку углепластик представляет собой композит с матрицей из смолы типа ЭПС-10, то проводимость всего композита определяется проводимостью проводящих элементов – самих волокон.

С целью проведения измерений экспериментальных образцов композитов выполнена разработка технического устройства, позволяющего провести необходимые измерения на базе верифицированной и апробированной методики [1]. На базе этого устройства разработана информационно-измерительная система (ИИС), объединяющая в единый комплекс, на базе ПК, измерительные приборы, элементы и узлы автоматического управления экспериментом, а также программы обработки и хранения информации. Для обеспечения автоматизации эксперимента был разработан виртуальный прибор в среде графического программирования LabVIEW. Обработка экспериментальных данных проводилась в среде MathCAD и включала в себя проведение и визуализацию дисперсионного анализа результатов измерений в соответствии с многофакторной моделью измерительного эксперимента Хикса.

С помощью спроектированного и разработанного устройства осуществлено проведение измерений электрического сопротивления образцов углеродных волокон и подтверждена основная рабочая гипотеза – о влиянии плотности пучка углеродных волокон на дисперсию результатов измерений. Исследование выполнялось при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 3092).

---

1. Методика исследования электрофизических свойств материалов и изделий из наноструктурных композитов. НИЯУ МИФИ, 2015, распоряжение по кафедре конструирования приборов и установок № 52.

Научный руководитель – д-р. техн. наук, проф. Тутнов И.А.

## **Информационная модель методики исследования электрофизических свойств материалов и изделий из наноструктурных композитов**

Барышев Г. К., Ефремов В. В., Барышева Е. А.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
г. Москва

В работе представлены результаты создания информационной модели типовой методики исследования электрофизических свойств материалов и изделий из наноструктурных композитов и отработка ряда новых научных положений и физических основ технологии промышленного производства этих перспективных изделий российского происхождения.

Основными шаговыми процедурами разработанной методики [1] являются:

1. Планирование измерительного исследования и подготовка исходных данных для исследования изучения служебных свойств образцов наноструктурных композитных материалов и изделий.
2. Разработка документированной программы проведения диагностического исследования электрофизических свойств образцов.
3. Типовое инструментальное исследование электрофизических свойств образцов наноструктурных композитных материалов и изделий.
4. Оценка и установление достоверности результатов исследования.
5. Демонстрация, валидация и представление итоговых данных о служебных свойствах испытываемых образцов.

Разработанная информационная модель учитывает современные представления об особенностях технологических процессов производства наноструктурных композитных материалов и изделий, деградации служебных свойств перспективных изделий на протяжении жизненного цикла продукции, опирается на усовершенствованные диагностические процедуры для исследования служебных свойств образцов и использует совершенный инструментарий основных методов планирования эксперимента для оценки погрешностей и достоверности при получении данных о служебных характеристиках изделий на основе наноструктурных композиционных материалов. Исследование выполнялось при финансовой поддержке государственного задания Минобрнауки РФ (проект № 3092).

---

1. Методика исследования электрофизических свойств материалов и изделий из наноструктурных композитов. НИЯУ МИФИ, 2015, распоряжение по кафедре конструирования приборов и установок № 52.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Тутнов И. А.

## **Определение электрических параметров подвижной части вторичных токоподводов мощных руднотермических печей**

Бордунова А. В.

Новосибирский государственный технический университет

Электрические параметры токоподвода влияют на технико-экономические показатели работы руднотермических печей (РТП). К ним предъявляются следующие требования: минимум активного и реактивного сопротивления, а также симметрия фаз вторичного токоподвода.

Вторичный токоподвод РТП включает в себя жесткий шинопакет, кабельную гирлянду, трубки электрододержателя и электрод. Среди этих участков сложностью пространственной конфигурации проводников выделяется жесткий подвижный участок токоподвода. Также на данном участке наблюдается наибольшее индуктивное сопротивление, из-за отсутствия компенсации магнитного поля. Для формализации процесса расчета электрических параметров требуется преобразование участка к расчетной схеме, для которой применимы классические подходы к определению индуктивности, как собственной, так и взаимной.

Согласно методу, реальная траектория каждого проводника заменяется набором ломаных линий, а затем рассчитывается индуктивность каждого прямолинейного участка. Сумма сопротивлений отдельных участков ломаной дает сопротивление отдельной трубки.

Неравномерность распределения тока по отдельным трубкам учитывается итерационным расчетом. На начальной итерации токи в проводниках принимаются одинаковыми и корректируются по результатам расчета сопротивлений проводников на каждом шаге итерационного процесса.

С помощью разработанной программы были рассчитаны электрические параметры подвижной части вторичного токоподвода реальной РТП мощностью 60 МВА. Также, в данной работе было исследовано влияние неравномерности распределения тока на точность расчета электрических параметров короткой сети РТП. Из проделанных опытов следует, что учет неравномерности не оказывает существенного влияния на точность расчета электрических параметров вторичного токоподвода РТП, а также разработанные методика и программа позволяют рассчитывать активное и индуктивное сопротивления участков вторичных токоподводов со сложной траекторией проводников с удовлетворительной точностью.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Горева Л. П.

## **Экспериментальные исследования процессов теплопереноса в слоистых конструкциях**

Борисовская Н. Е.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

В настоящее время становится популярным усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. В инженерной практике при расчете усиленных конструкций контакт между усиливающими материалами и бетоном в месте соприкосновения принимается идеальным (равенство тепловых потоков и температур). Однако, применительно к реальным конструкциям, это не всегда верно. Нередко возникают дефекты усиления типа непрочности и расслоений. Появляется необходимость в изучении процессов теплопереноса и в разработке методики по выявлению такого рода дефектов усиления. Так как существующие распространенные методы требуют контакта с элементами конструкции, что сложно обеспечить в условиях эксплуатации.

Целью работы стало экспериментальное исследование процессов теплопереноса в усиленных композиционными материалами конструкциях.

Воздух, заполняющий пустоту между наклеенным композиционным материалом и бетоном, изменяет коэффициент теплопроводности среды. В таком случае температуры поверхностей обращенных друг к другу не будут одинаковыми. Возникшую разницу температур возможно фиксировать при помощи тепловизионного способа контроля. На практике данный способ является наиболее удобным, так как позволяет работать с расстояния, получать результаты на месте, кроме того, оборудование для осуществления контроля компактное и легкое в обращении.

В результате проведенной автором работы была практически подтверждена эффективность применения теплового метода контроля качества усиления, произведены натурные съемки с применениями методов активной и пассивной термографии, определена методика обработки и интерпретации термограмм.

Таким образом, были исследованы процессы теплопереноса в слоистых конструкциях, тепловой метод контроля применен на практике и показал высокую эффективность и степень достоверности. Разработана методика по применению метода при оценке технического состояния конструкций.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Соловьев Л. Ю.

## Обработка персональных данных при работе в Internet

Голдобина А. С., Исаева Ю. А.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

С развитием информационных технологий, с растущими объектами информатизации наиболее остро возникает вопрос обработки и хранения информации в сети. Будь то услуги в государственных информационных системах, покупку товаров через интернет и многие другие операции.

История вопроса о защите персональных данных начинается в 1976 году, когда комитет министров Совета Европы принял решение разработать Конвенцию «О защите физических лиц при обработке персональных данных, осуществляемой на международном уровне», которая в 1981 году была открыта для подписания странами Европы. В России данная Конвенция была подписана и ратифицирована лишь в начале двухтысячных годов, после чего началось формирование нормативно-законодательной базы в сфере использования и защиты персональных данных. В 2006 году Государственной думой РФ был принят базовый закон — Федеральный закон № 152-ФЗ «**О персональных данных**», который чётко регламентировал все вопросы, касающиеся получения, использования, передачи и других действий с персональными данными, а также вопросы их защиты. Согласно базовому закону **персональными данными** является абсолютно любая информация, которая относится к определённому или определяемому физическому лицу.

Существует четыре вида персональных данных, которые разделяются по степени информативности.

При появлении новых разработок так же появляются и технологии направленные на несанкционированное проникновение в информационные системы, кражу различной информации. Персональные данные не являются исключением. С течением времени и развитием технологий хранения и использования персональных данных, появилась проблема кражи этих данных.

Что же становится причиной такого быстрого роста процента данной проблемы и как ее решить?

Научный руководитель – Евстратенко Е. С.

## Тестирование и эксплуатация системы автоматизации ионного источника БНЗТ ИЯФ

Касатов Д. А., Кошкарёв А. М., Щудло И. М., Яруллина А. И.  
Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск  
Новосибирский государственный университет  
Иркутский государственный медицинский университет

В ИЯФ СО РАН предложен и разработан источник эпитепловых нейтронов [1], предназначенный для проведения бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ) [2] злокачественных опухолей в условиях онкологической клиники. Данный метод терапии эффективен в отношении ряда неизлечимых в настоящее время радиорезистентных опухолей, например, таких, как глиобластома мозга и метастазы меланомы.

Источник нейтронов включает в себя ускоритель нового типа – ускоритель-тандем с вакуумной изоляцией, литиевую нейтроногенерирующую мишень и систему формирования пучка нейтронов. В ускорителе получен стационарный протонный пучок с током 5 мА и энергией 2 МэВ, достаточными для проведения терапии. В настоящее время на установке осуществляется генерация нейтронов и проводятся *in vitro* и *in vivo* исследования методики БНЗТ и ведутся работы по увеличению тока протонного пучка.

В докладе кратко приводятся результаты проведенных исследований влияния нейтронного излучения на клеточные культуры. Основное внимание уделено результатам тестирования системы управления и сбора данных нового источника отрицательных ионов водорода с током 15 мА, применение которого позволит увеличить ток протонного пучка и, как следствие, выход нейтронов.

---

1. С. Ю. Таскаев. Ускорительный источник эпитепловых нейтронов // Физика элементарных частиц и атомного ядра. Том 46, № 6 (2015) С. 1770-1830.

2. S. Taskaev, O. Kononov, V. Kononov, V. Korobeinikov. Investigations of using near-threshold  ${}^7\text{Li}(p,n){}^7\text{Be}$  reaction for NCT based on in-phantom dose distribution // Research and Development in Neutron Capture Therapy. Monduzzi Editore, 2002, p. 241-246.

Научный руководитель работы - д-р физ.-мат. наук Таскаев С. Ю.



**Разработка системы мониторинга технического состояния путевых машин для контроля качества путевых работ**

Касмолев Ф. А.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
г. Новосибирск

В результате анализа неисправностей, выполненного на кафедре «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины», выявлено, что существуют проблемы при эксплуатации машин ВПР-02 на Западно-Сибирской железной дороге. Основная проблема. Внезапные неконтролируемые неисправности. Причины проблемы: производственные (контроль качества изготовления, ремонта, монтажа систем и узлов машины); эксплуатационные (контроль работы систем и узлов машин). Последствия – прежде всего экономические (срыв путевых работ в «окно»), повышение стоимости работ. Предлагаемое решение: мониторинг параметров работы узлов машины с целью прогнозирования отказов; контроль качества изготовления, ремонта, монтажа узлов машины в ПМС или ПЧ. Второстепенная проблема. Постепенно развивающиеся неконтролируемые неисправности. Причины: некачественное изготовление (ремонт) и диагностика гидромашин и гидроаппаратов на производственных (ремонтных) предприятиях и на самой машине. Последствия: экономические, а именно некачественное выполнение путевых работ в «окно» (недоуплотнение балласта), снижение производительности машины, повышение стоимости работ (при необходимости получения требуемого качества работ). Предлагаемое решение: периодическая диагностика гидроприводов машины.

Для привода вибратора подбивочного блока выправочно-подбивочно-рихтовочной машины выбраны параметры диагностирования гидропривода, гидропередачи и отдельных их элементов в установившемся и динамических режимах (при разгонах) работы. Разработаны методики: диагностики общего технического состояния гидропривода, гидропередачи и отдельных их элементов в установившемся и динамических режимах работы; комплексной диагностики общего технического состояния гидропривода и гидропередачи элементов в установившемся и динамических режимах работы. Произведен выбор метрологического обеспечения системы мониторинга технического состояния для диагностики привода вибратора подбивочного блока выправочно-подбивочно-рихтовочной машины. Произведена отладка системы мониторинга на экспериментальном гидростенде с приводом вращательного действия.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Маслов Н. А.

## **Плазменно-резистивная печь для переработки твердых бытовых отходов**

Колупаева А. С.

Новосибирский государственный технический университет

Высокотемпературный пиролиз является одним из самых перспективных направлений переработки твердых бытовых отходов, с точки зрения, как экологической безопасности, так и получения вторичных полезных продуктов синтез-газа, остеклованного шлака.

В настоящее время технологии переработки техногенных отходов смещаются в сторону высоких температур, превышающих 1400÷1500 °С. Этому условию хорошо соответствуют плазменные электротехнологии, одним из недостатков которых является высокая их энергоемкость (до 1 МВт на 1 тонну отходов).

Значительная доля энергии, необходимой для ведения технологического процесса в установившемся режиме, будет обеспечиваться тепловой энергией, выделяемой в результате химических реакций, протекающих при взаимодействии отходов с кислородом воздуха (нагреваемого в плазмотроне). Резистивный нагрев, реализуемый в зоне сушки печи, позволяет поднять температуру, выходящего из зоны сушки газа с 300°С (получаемой в отсутствие резистивного нагрева) до 600°С (при резистивном нагреве). Подача этого газа, обладающего более высокой температурой, в плавильную зону печи, позволяет уменьшить мощность плазмотронов на 20-25%.

Зона сушки выполняется круглого поперечного сечения и в ней через ТБО протекает ток промышленной частоты через ТБО. Система расположения электродов – трехфазная. Расчеты выполнялись в программном обеспечении ANSYS.

Установлены соотношения геометрических размеров электродов, позволяющие обеспечить требуемую равномерность удельной мощности в шихте ТБО. Вводимая дополнительная мощность позволяет повысить общий КПД установки.

Научный руководитель - д-р техн. наук, проф. Алиферов А. И.

## **Инновационное производство строительных материалов**

Коренюгина И. В. , Коренюгина Л. М.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Сибирский институт бизнеса, управления и психологии, г. Красноярск

Строительная отрасль использует инновационные материалы для решения проблем с теплопроводностью, горючестью и прочих проблем

Строительные объекты, возведенные с применением инновационных строительных материалов, обладают новыми характеристиками, имеют как ряд достоинств, так и ряд недостатков. Пример: полистиролбетон с готовой фасадной обработкой более горюч по сравнению с кирпичем. Пеноцеолит и пеностекло применяются аналогично керамзиту, но у них практически нулевая паропроницаемость и повышенная хрупкость[1].

Но новые строительные материалы возможно также делать с использованием отходов производства и жизнедеятельности человечества.

В настоящее время продается огромное количество продуктов в полиэтиленовых упаковках. В больших городах и сельских поселениях в настоящее время эта упаковка и тара после использования содержимого просто сжигается или выбрасывается, загрязняя среду. Утилизация ПЭТ стала необходимостью. Одним из направлений переработки ПЭТ и упаковки может стать строительная отрасль, так как после использования тару можно промыть, просушить, измельчить и использовать для производства труб, заборов и ограждений методом расплава и литья нужных деталей.

Также актуальна переработка отходов производства для изготовления строительных материалов. Одно из направлений - совмещение разработки горных карьеров и производства строительных материалов[2]. Таким образом, для удешевления стоимости производства необходимо размещать завод по переработке отходов горных пород в строительные материалы недалеко от горнодобывающих шахт. Параллельная переработка отходов горных работ позволит освобождать место для последующего размещения отходов, а транспорт для вывозки добытого сырья можно использовать также вывозки строительных материалов.

---

1. [www.trans-mix.ru/info2/innovacionnye-stroimaterialy.php](http://www.trans-mix.ru/info2/innovacionnye-stroimaterialy.php).

2. Учаева Т.В. Варианты развития предприятий промышленности строительных материалов // Современные научные исследования и инновации. – Июнь 2014. - № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/35972>

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Ступина А. А.

## Оценка вероятностей типовых угроз и рисков информационной безопасности предприятий малого бизнеса

Крыжановская О. А.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

Большинство современных методик оценки рисков информационной безопасности (ИБ) включает в себя, как одну из процедур, оценку вероятностей реализации угроз (ВРУ). Ввиду недостаточности данных об инцидентах ИБ, зачастую оценка угроз базируется на экспертном мнении. Методика, применяемая в настоящей работе, позволяет снизить субъективизм экспертов на данной стадии.

Целью работы является оценка ВРУ и рисков ИБ предприятия малого бизнеса на основе факторного планирования эксперимента (ФПЭ).

Планирование эксперимента – процедура выбора числа условий необходимых и достаточных для получения математической модели процесса. В контексте решаемой задачи условие представляет собой возможный сценарий – совокупность факторов рисков, способствующих успешной реализации угроз. Эксперимент, учитывающий все возможные сценарии, называется полнофакторным, его математическая модель имеет вид уравнения регрессии:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i * X_i + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^k b_{ij} * X_i * X_j + \dots + \sum_{\substack{i,j,\dots,n \neq 1 \\ i \neq j \neq \dots \neq n}}^k b_{ijn} * X_i * X_j * X_n,$$

где  $Y$  – ВРУ,  $X_i$  – значения факторов,  $b_0$  – свободный член,  $b_i$  – коэффициент линейного воздействия факторов,  $b_{ij}$  – коэффициент взаимодействия факторов,  $b_{ijn}$  – коэффициент  $n$  – го взаимодействия факторов.

В ходе исследования были определены потенциальные угрозы ИБ для рассматриваемого объекта. Расчёт ВРУ на основе ФПЭ автоматизирован в среде MS Excel. Качество методики проанализировано на примере оценки вероятности реализации ряда типовых угроз. В частности для угрозы внедрения вредоносного кода внутренним нарушителем со средним потенциалом подтверждается наибольшее влияние на вероятность её реализации таких факторов, как устаревшие антивирусные базы и отсутствие запрета на запуск исполняемых файлов от имени пользователей. Дальнейшие исследования направлены на адаптацию данной методики для применения на предприятиях малого бизнеса.

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Белов В. М.,  
канд. техн. наук, доцент Пестунова Т. М.

## **Разработка и исследование программного модуля круговой интерполяции фрезерного станка**

Ли Г. С.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время в станкостроение актуальна проблема импортозамещения. В связи с этим, основной задачей данной работы является разработка программного модуля круговой интерполяции для станка с ЧПУ, используя российскую программную среду - MexBios Development Studio (г.Томск). Аппаратная часть реализована на отладочной плате STM32F3Discovery компании STMicroelectronics.

Рассмотрим понятие интерполяции. Пусть функция  $y = f(x)$  задана таблицей. Имея таблицу функции, легко найти её значение для любого  $x$ , приведенного в столбце значений аргумента. Но может случиться, что интересующее нас значение  $x$  лежит между значениями, приведенными в таблице, не совпадая ни с одним из них. Тогда для поиска промежуточных значений аргумента приходится производить дополнительные вычисления – *интерполяцию*. То есть, интерполяция - способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся набору известных значений.

*Круговая интерполяция* - нахождение более точных промежуточных значений величины на участке функции. Результатом круговой интерполяции будет приближение ступенчатой траектории к дуге окружности или параболы. Для однозначного соединения двух точек дугой надо задать: координаты двух точек, направление движения по дуге, положение центра или радиус дуги окружности.

Практическое использование алгоритмов вычисления круговой интерполяции для станка с ЧПУ - движение инструмента по дуге. В среде MexBios Development Studio была составлена программа управления фрезерным станком с ЧПУ для перемещения в трёх плоскостях. Перемещение инструмента осуществляется с помощью подачи прямоугольного импульса. Для удобства работы была создана визуализация интерфейса с полями для ввода исходных данных. Реализовав алгоритм нахождения круговой интерполяции для двух точек в программе, были проведены испытания модуля. Испытания кругового интерполятора подтвердили работоспособность алгоритма управления.

Научный руководитель - канд. техн. наук, доцент Панкрац Ю.В.

## Аппаратный модуль доверенной загрузки на базе контроллера ATmega 328p-ru

Линкевич Н. А.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

В настоящее время на отечественном рынке можно найти следующие сертифицированные модули: «АККОРД», «Соболь» и «МДЗ-Эшелон». На зарубежном рынке популярным аналогом являются TPM модули. В существующих модулях доверенной загрузки были выявлены следующие недостатки:

- извлечение модуля из компьютера приводит к полной нейтрализации защиты (кроме МДЗ-Эшелон);
- невозможность бездисковой загрузки (PXE, gPXE);
- невозможность интеграции со средствами шифрования ввиду того, что разработчики решений не предоставляют API для взаимодействия с устройствами;
- невозможность обнаружения модулей противодействия работе АМДЗ; в случае неисправности модуля TPM, контейнеры, защищённые им, становятся недоступными, а данные, находящиеся в них, соответственно, невозможны для восстановления.

В настоящем докладе предлагается решение, имеющее четыре следующих эшелона защиты:

1. ISA-уровень (уровень BIOS). Здесь обеспечивается невозможность загрузки компьютера, если устройство не подключено, а также проверяется аппаратная часть и выявляются отладчики.
2. MBR-уровень. Здесь осуществляется проверка жесткого диска на целостность.
3. Native-уровень. Данный уровень обеспечивает контроль целостности операционной системы на этапе ранней загрузки (до загрузки подсистемы win32) и выявляет большинство перехватчиков для ОС Windows.
4. GINA-уровень. На данном уровне осуществляется аппаратная авторизация в ОС с помощью RFID- и iButton идентификаторов.

Предлагаемый модуль не только позволит обеспечить доверенную загрузку ПК, как и рассмотренные аналоги, но и позволит обнаружить большинство буткитов или перехватчиков прерываний.

В отличие от имеющихся на рынке аналогов он полностью интегрируется (посредством прошивки ISA-модуля в BIOS) с аппаратной частью, что позволяет полностью держать под контролем компьютер, а также выявлять недеklarированные возможности компонентов BIOS или аппаратной части.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Пестунов А. И.

## **Разработка системы передачи физиологических параметров человека по радиоканалу.**

Меренков А.В.

Новосибирский государственный технический университет

Актуальной задачей в сфере медицинских измерительных систем является передача физиологических сигналов от человека.

Одним из путей решения данной задачи является использование переносных приборов, регистрирующих и передающих по радиоканалу требуемые сигналы. Такие приборы используются в кардиологии, спортивной, восстановительной и профессиональной медицине (контроль физиологических параметров во время выполнения профессиональной деятельности, в том числе у сотрудников силовых структур, МЧС, пожарной охраны). Недостаток таких систем – узкая специализация холтеровского мониторинга (ЭКГ и ритм дыхания).

Целью данной работы является разработка системы для передачи любых физиологических сигналов по радиоканалу.

Разработанная нами система передачи данных состоит из:

1. Радиочастотного блока, в котором используется каскадное включение транзисторов, одним из которых является ВЧ генератором с несущей частотой 87,9 МГц, а также, частото задающий колебательный контур.
2. внешней телескопической антенной, длиной 40см
3. параметрического стабилизатора напряжения, предназначенного для поддержания постоянного значения напряжения, независимо от его колебания во входной цепи.
4. крепежных элементов
5. радиопрозрачного корпуса

Система имеет один аналоговый канал, на который приходит сигнал, распределяющийся по радиоканалу. Таким образом, наша система будет отличаться высокой стабильностью, простотой в реализации и использовании, возможностью мониторинга любых физиологических сигналов. Пациент сможет носить такой передатчик в пределах лечебного учреждения на расстоянии от принимающего устройства, при этом врач сможет постоянно отслеживать показатели пациента и в случае отклонения этих показателей от физиологических значений оказать требуемую медицинскую помощь.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Павлов А.В.

## **Разработка внешнего источника питания для устройств радиосигнализационного комплекса «Радиобарьер» с системой оценки остаточного ресурса**

Надымов А. М.  
ООО «Унискан»

Новосибирский государственный университет

Одной из приоритетных задач для силовых структур РФ является охрана и наблюдение за протяженными участками местности. Для осуществления этой возможности в ООО «Унискан» разрабатывается сигнализационный комплекс «Радиобарьер», предназначенный для обеспечения контроля на приграничных территориях, нефте- и газопроводах, а также инфраструктурных объектах. В состав комплекса входят малогабаритные беспроводные средства обнаружения, основанные на различных физических принципах (сейсмические, ИК- и видимого диапазона, радиолучевые), связанные единым двусторонним радиоканалом. Для автономной работы датчиков требовалось создать источник питания, обеспечивающий функционирование комплекса на срок до 5 лет. Результатом работы стало устройство ВИП-1025, разработке которого и посвящён представленный доклад.

ВИП-1025 состоит из двух секций высокоемкостных  $\text{Li-SOCl}_2$  элементов питания, коммутационного устройства, а также системы контроля остаточного ресурса. Для контроля уровня заряда батареи был использован метод суммирования потребляемого тока с помощью ОУ. Такой подход позволил добиться погрешности в измерении потраченной емкости в 1% при потреблении измерительной схемы менее 40 $\mu\text{A}$ . Для увеличения времени жизни комплекса был разработан алгоритм переключения между секциями батарей, препятствующий просадке напряжения ниже допустимого уровня. Для проведения сравнительных испытаний  $\text{Li-SOCl}_2$  элементов был разработан экспериментальный стенд, осуществляющий разряд элемента токовой нагрузкой, имитирующей нагрузку датчиков комплекса «Радиобарьер». В ходе экспериментов были получены и обработаны данные, ставшие основанием для выбора наиболее предпочтительных элементов питания.

В настоящее время устройство проходит испытания, после чего будет включено в состав комплекса «Радиобарьер».

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Новожилов С. Ю.



## **Оптимизация комбинированной теплоизоляции вакуумной печи сопротивления.**

Ощепкова Т. Б.

Новосибирский государственный технический университет

В докладе рассматривается вакуумная шахтная печь сопротивления (ВПС) с комбинированной теплоизоляцией. Внутри корпуса нагревательной камеры расположены нагреватели, экранная теплоизоляция, слой футеровки и водоохлаждаемый кожух.

Номинальная температура печи принята 1400°C, поэтому использовались нагреватели из тонкого молибденового листа. Срок службы комплекта теплоизоляции определяется сроком службы наиболее горячего экрана. Для продления срока службы системы экранов возможно применение комбинированной теплоизоляции.

Такая система представляет собой чередование слоев огнеупорного или теплоизоляционного материала, теплопередача в которых осуществляется теплопроводностью, и пакетов «тонких» экранов с теплопередачей излучением. В данной работе в качестве теплоизоляции использована засыпка диоксида циркония с пористостью 0% и 53%. Было рассмотрено несколько вариантов взаимного расположения экранов и засыпки при разной толщине засыпки.

При тепловом расчете ВПС с комбинированной теплоизоляцией, для определения теплового потока через теплоизоляцию, надлежит решать задачу сложного теплообмена. Для этого была создана система нелинейных уравнений с заданными начальными приближениями температур, в которой тепловой поток принят постоянным.

С помощью системы уравнений были вычислены тепловые потери. Основываясь на полученных результатах, был подобран вариант модели с наименьшими потерями мощности, в котором засыпку с пористостью 53% нужно располагать после нагревателей. Это приводит к уменьшению теплового потока и температуры водоохлаждаемого кожуха. При увеличении толщины засыпки тепловой поток уменьшается по нелинейной зависимости. Это приводит к снижению установленной мощности источника питания, тепловых потерь в печи, а также к повышению экономической эффективности установки.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Сеницын В.А.

## **Стабилизация квадрокоптера с помощью среды программирования LabVIEW**

Рагульская А.В.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Квадрокоптер – летательный аппарат с 4мя моторами с пропеллерами, каждый из которых создаёт вертикальную регулируемую тягу. В силу своей конструкции, коптер – неустойчивый летательный аппарат. В последние годы в робототехнике были созданы и запатентованы несколько полётных контроллеров (APM, DJI, ZeroUAV, Mikrokopter и др) с радиоуправляемым дистанционным пилотированием. Однако, большая часть из них была создана для любительских моделей, и плохо функционируют в экстренных ситуациях.

В работе представлен пример использования технологий National Instruments (NI) для стабилизации квадрокоптера. В качестве платформы для реализации алгоритмов была выбрана плата sbRIO-9642 (NI). На данный момент среда LabVIEW широко используется для автоматизации, однако, программирование летательных аппаратов с её использованием практически в научной литературе не рассматривается. В течение проекта были написаны программы снятия данных с акселерометра и гироскопа, соединение этих данных с помощью простейшего фильтра Кальмана, программа управления моторами, а так же был сконструирован стенд для налаживания программы стабилизации квадрокоптера. В эксперименте удалось настроить установку до состояния стабилизации после отклонения от горизонтального положения, имитирующего резкое изменение условий окружающей среды, в течение нескольких секунд в зависимости от величины отклонения.

Коптеры с такими программами стабилизации могут использоваться для аэрофотовидеосъёмки и картирования, мониторинга окружающей среды, а также в областях, опасных для человека (например, для исследования радиоактивных участков).

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук Потёмкин Ф. В.

## Мониторинг показателей качества электрической энергии

Романова В.В., Хромов С.В.

Забайкальский государственный университет, г.Чита

Качество электроэнергии (КЭЭ) приобрело первостепенное значение по следующим причинам: во-первых, электроэнергия стала рассматриваться как товар, для которого гарантированное качество создаёт стимул и для покупателя, и для продавца, во-вторых, значительное количество электроэнергии можно сэкономить, если постоянно следить за её качеством.

Для того чтобы поддерживать качество на приемлемом уровне необходимо развивать систему мониторинга (КЭЭ) параллельно развитию систем энергоснабжения. Для этого необходимо чётко представлять уровень влияния каждого потребителя на конкретный показатель качества электроэнергии, осуществляя постоянный мониторинг (КЭЭ). Это обуславливает необходимость разработки плана развития системы мониторинга, в условиях современной энергосистемы.

В результате анализа существующих систем мониторинга, были выявлены следующие недостатки:

- 1) потребитель не получает никаких данных о качестве поставляемой электроэнергии,
- 2) недостаточна оперативность получения данных,
- 3) отсутствие норм регулирующих внесение искажений потребителем,
- 4) невозможно четко отследить источник искажения показателей качества электроэнергии.

Для решения данных недостатков были намечены следующие пути решения:

- 1) целесообразно использовать в качестве приборов мониторинга (КЭЭ) многофункциональные счетчики электроэнергии это позволит создать систему способную поставлять информацию, как потребителю, так и поставщику электроэнергии,
- 2) необходимо создать стимулирующие схемы (тарифы, штрафы, премии), которые позволят материально заинтересовать потребителя,
- 3) вновь созданная система должна работать в режиме реального времени, что позволит оперативно отслеживать источники искажения (КЭЭ).

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Дейс Д. А.,  
д-р техн. наук, проф. Суворов И. Ф.

## **Применение эволюционных алгоритмов для оптимального управления сложными объектами в нефтегазовой отрасли**

Самигулин Т. И.

Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К. И. Сатпаева

Институт информационных и вычислительных технологий, Казахстан

Открытие новых нефтяных месторождений со сложной геологотехнической структурой, включающих в себя большую глубину залегания нефтяного пласта, имеющих нестандартные характеристики, привело к необходимости создания новых подходов разработки и эксплуатации скважин.

Применение новейших систем автоматизации позволяет повысить производительность нефтедобывающего предприятия, за счет применения современного оборудования, обеспечивающего выбор оптимального режима работы технологического процесса и контроля качества.

В настоящее время активно развиваются интеллектуальные технологии для управления технологическим процессом нефтедобычи. Интеллектуальные подходы применяются при решении задач оптимизации. Так, например, в работе [1] используются эволюционные алгоритмы для оптимального управления клапанами в скважинах. Применяется вспомогательная система поддержки принятия решений для определения конфигурации клапана, который максимизирует текущий объем потока ресурса.

В связи с этим ставится задача получения результатов развития аппарата интеллектуальных систем, в частности, эволюционного алгоритма, на класс сложных систем управления процессами нефтегазовой отрасли.

Использование интеллектуальных подходов для решения задачи оптимизации сводится к выполнению следующих шагов: построение областей допустимого изменения внешних параметров для многомерного объекта (например, для перекачивающей станции); применение процедур декомпозиции и агрегатирования, которые будут отражать минимальные затраты при различных значениях давления на входе и выходе перекачивающей станции; оптимизация на основе эволюционного алгоритма с учетом технологических ограничений.

---

1. Almeida L., Valdivia Y., Lazo J., Pacheco M., Vellasco M. Evolutionary computation for valves control optimization in intelligent wells under uncertainties // Theoretical advances and applications of fuzzy logic and soft computing. – Springer, 2007. – Vol. 42. – P. 425-434

Научный руководитель – канд. тех. наук Ширяева О. И.

## Разработка web-приложения для task-based CTF

Слонкина И. С.

Новосибирский государственный университет экономики и управления

CTF («Capture The Flag») – это соревнования в области компьютерной безопасности. В формате «task based» («Jeopardy») баллы начисляются за решение независимых друг от друга заданий различных категорий. В настоящем докладе представлено приложение для хранения, решения и добавления заданий в целях обучения CTF-команды.

Страница входа предоставляет возможность зайти на сайт (для зарегистрированных пользователей, сведения о которых хранятся в БД) или зарегистрироваться. Организована защита от обращения неавторизованных пользователей к другим страницам.

На сайте представлены задания различных категорий: admin (задачи на администрирование), crypto (криптография), exploit (эксплуатирование различных уязвимостей), forensic (компьютерная криминалистика), hash (хеш-функции), prc (программирование), recon (умение находить информацию в интернете), reverse (исследование программ без исходного кода), stego (стегиография), web (эксплуатирование веб-уязвимостей, таких как SQL-инъекции, XSS) и т. д. Задание состоит из текста, названия задания, категории, года и конкретного соревнования CTF, где оно впервые было опубликовано, подсказок, количества баллов и прикрепленных файлов.

Существует возможность выбора задач по категориям (в пределах категорий задания сортируются по возрастанию количества баллов) или поиска по совокупности различных параметров (таких, как год, CTF, минимальное или максимальное количество баллов, отрывок текста задания или заголовок), просмотра файлов и подсказок (hint). Есть возможность скрывать решенные задания для удобства просмотра.

При отправке флага приложение проверяет его правильность и отсутствие записи о решении того же задания тем же пользователем, сообщает о правильности, неправильности решения или повторной отправке флага и в случае правильности флага начисляет пользователю баллы за задание. Решенные задания выделяются.

Приложением ведется подсчет набранных пользователями баллов. Результаты сводятся в общую таблицу с присвоением мест, доступную для всех пользователей.

Для пользователя с правами администратора существует страница добавления заданий и файлов, а также их редактирования или удаления, добавления и удаления прикрепленных файлов.

Научный руководитель - канд. физ.-мат. наук Пестунов А. И.

## **Разработка программно-аппаратного комплекса для ультразвуковой диагностики двухфазных потоков в жидкометаллической среде**

Стрельник А. С.

Новосибирский государственный университет,  
Институт теплофизики СО РАН им. С.С. Кутателадзе, г. Новосибирск

Развитие атомной энергетики связано с применением ядерных реакторов на быстрых нейтронах, в конструкции которых используют жидкометаллические теплоносители. Для оптимизации гидродинамических и теплофизических параметров потока теплоносителя необходима экспериментальная информация о локальных скоростях и трехмерных структурах, возникающих при аварийной ситуации или локальных перегревах.

Сложность диагностики двухфазных потоков в жидкометаллическом теплоносителе реактора связана с непрозрачностью исследуемой среды, высокой температурой и давлением, необходимостью исследования емкостей больших объемов. Для бесконтактной диагностики структурных и динамических параметров непрозрачных двухфазных сред перспективно использовать ультразвуковые (УЗ) методы. Цель работы: разработать программно-аппаратный комплекс для ультразвуковой диагностики двухфазных потоков в жидкометаллической среде.

Для экспериментальных исследований методов обработки УЗ данных создан стенд, предусматривающий управление параметрами двухфазного потока вода – воздух. В созданном стенде предусмотрена возможность контроля динамической структуры потока оптическими методами. Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс должен выполнять диагностику пространственной динамической структуры потока. Для этого применены время-пролетный и доплеровский УЗ методы. В измерительной схеме использованы УЗ преобразователи, работающие на различных частотах: 460 кГц, 4.2 МГц, 5 МГц. Реализован аналоговый и цифровой смесители для определения доплеровского сдвига частоты.

Создан лабораторный образец программно-аппаратного комплекса, реализующий обработку доплеровских сигналов с применением аналогового и цифрового смесителя. Показано, что созданный программно-аппаратный комплекс позволяет измерять структуру и динамические характеристики одно- и двухфазного потока. Полученные результаты подтверждают перспективность развития программно-аппаратного комплекса для исследования структуры двухфазного потока в жидкометаллической среде.

Научный руководитель - канд. тех. наук Двойнишников С. В.

## Математическое моделирование печки ДСК-500

Хуснутдинова Р.Р.

Самарский государственный технический университет

Задачи, посвященные измерению температуры вещества во время его фазового перехода очень сложные. Они становятся еще сложнее, если при этом используется малое количество вещества. Для таких измерений существуют специальные информационно-измерительные системы. Одним из таких специализированных устройств является дифференциальный сканирующий калориметр ДСК-500.

Для регулирования температуры исследуемого образца, помещаемого в специальную печку, в устройстве имеются два регулятора: регулятор внешнего нагревателя и регулятор микронагревателя. Они необходимы для высокоточного поддержания температуры исследуемого образца и эффективного функционирования измерительной системы. В промышленной среде наиболее широкое применение нашли ПИД-регуляторы. Также с целью обеспечения устойчивой работы системы с заданными показателями качества в процессе эксплуатации возникает необходимость периодической перенастройки параметров регуляторов.

В связи с выше сказанным, в работе проведено математическое моделирование печки ДСК-500, на основании которого была осуществлена настройка ПИД-регуляторов внешнего нагревателя и микронагревателя. Моделирование печки данного информационно-измерительного устройства было осуществлено после преобразования структурной схемы системы. Данное преобразование было необходимо, так как схема являлась сложной и многоконтурной. И после проведенного эксперимента для получения численных моделей всех элементов и тепловых процессов, происходящих в печке, была получена её новая, уточненная модель. Это намного упростило и ускорило процесс настройки регуляторов.

Из всех существующих методов настройки регуляторов были выбраны наиболее распространённые методы: метод Зиглера – Никольса, метод CHR (Chien, Hrones, Reswick), метод автоматической настройки в программе Matlab и синтеза системы управления с использованием optimization toolbox.

Научный руководитель - Митрошин В. Н.

## **Мобильное приложение для привлечения клиентов предприятия посредством социальной сети ВКонтакте**

Яцентюк К.В.

Новосибирский государственный университет экономики и управления.

Мобильное приложение, представляемое в данной работе, является приложением под ОС Android и iOS, созданное на базе прикладного программного интерфейса (VK API). Приложение служит инструментом для предприятий, желающих расширить свою клиентскую базу за счет пользователей сети ВКонтакте.

Для создания приложения были выбраны три метода API ВКонтакте:

- метод `groups.getById`, который возвращает информацию о заданном сообществе или о нескольких сообществах;
- метод `wall.get`, который возвращает список записей со стены пользователя или сообщества;
- метод `video.get`, который возвращает информацию о видеозаписях.

При запуске приложения, на первой странице отображается весь список партнерских сообществ, а также основная группа предприятия. Данный функционал реализуется с помощью метода `groups.getById`.

После получения ответа от сервера ВКонтакте, данные сортируются и записываются в объекты, сгруппированные в массив `public_list`. Полями объектов являются `name`, `photo`, `id` и `members_count`.

После получения ответа на запрос, JavaScript динамически строит дерево DOM. Для этого в функцию `buildStartPubic` передается сформированный массив, на каждый элемент устанавливается обработчик «`ontouchend`», при срабатывании «`ontouchend`» вызывается функция `getWall`, куда передается `id` выбранной группы.

Функция `getWall` использует второй метод из API `wall.get`, в ответе которого содержатся объекты с информацией каждого поста стены. Полученный массив отправляем в функцию, `buildWall`.

После завершения функции `buildWall`, первая страница скрывается, и появляется вторая страница. После появления первого поста стены, спиннер (загрузчик) пропадает. На второй странице отображается стена сообщества, а также появляется кнопка «назад», которая служит навигацией между первой и второй страницей.

Приложение имеет перспективы стать инструментом в продвижении своих услуг организации, поможет поддерживать связь со своей клиентской базой, за счет чего увеличит лояльность клиентов.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Пестунов А. И.



## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Kazakova A. A. .... 5	Иванников Ю. Н. .... 9
Volegzhanina E. M. .... 6	Иванников Ю. Н. .... 45
Абрамов А.В. .... 61	Ильина М. А. .... 74
Акимов С. С. .... 62	Исаева Ю. А. .... 103
Аксенов Е. А. .... 63	Казакова А.В. .... 20
Алейников И.А. .... 7	Кайдар А.А. .... 47
Алексеев И. Е. .... 97	Касатов Д.А. .... 104
Алешина А. А. .... 8	Касмолев Ф. А. .... 105
Алимбеков М. Н. .... 9, 45	Кауров С. Ю. .... 9
Андреев Н. В. .... 64	Клоков Д. А. .... 21
Арбузова А.А. .... 10	Колупаева А. С. .... 106
Бакарев О.В. .... 65	Комазенко М.А. .... 75
Бакенов И. М. .... 11	Копылов А.М. .... 52
Баранова Е. М. .... 12	Кордубайло А. О. .... 53
Барышев Г. К. .... 46, 98, 99, 100	Коренюгина И. В. .... 107
Барышева Е. А. .... 46, 98, 99, 100	Коренюгина Л. М. .... 107
Басаргина Г. С. .... 13	Корец И. Г. .... 54
Батыгин Р. И. .... 66	Королев М. Ю. .... 46, 98
Бахвалова А. В. .... 14	Кошкарев А.М. .... 104
Бахытжан Е.Г., .... 47	Крыжановская О. А. .... 108
Беккер Р. В. .... 15	Крылов А. А. .... 55
Бердышева Ю. А., .... 16	Крюков И. С. .... 98
Бирюков А. П. .... 99	Кугно В. А. .... 76
Богомоллов Н. И. .... 67	Кутень И. А. .... 77
Божков А. С. .... 68	Ларин А. А. .... 78
Бордунова А. В. .... 101	Леонов А.С. .... 22
Борисовская Н. Е. .... 102	Леуго А. Н. .... 23
Вакулин А. В. .... 48	Ли Г. С. .... 109
Валькова А. А. .... 18	Линкевич Н. А. .... 110
Востренков Ю. Ю. .... 99	Логутенко Н.С. <sub>2</sub> .... 24
Ву Д. К. .... 69	Ломакин А.А. .... 56
Глущенко А.Е. .... 70	Малецких С. А. .... 25
Голдобина А. С. .... 103	Манаев Д. В. .... 26
Грухина Е. Ю. .... 19	Матанцев М. Е. .... 23
Давыденко В. Ю. .... 71	Матулев А.Н. .... 79
Дмитриев Н. А. .... 72	Меренков А.В. .... 111
Долгих А. Г. .... 73	Михайлова О. Е. .... 57
Ефремов В. В. .... 46, 98, 100	Михайлюк И. А. .... 27
Заяц К. Ю. .... 49, 50, 51	Наширбек М. М. .... 58
Заяц Ю. Ю. .... 49, 50, 51	Надымов А.М. .... 112
Зиневская М. С. .... 72	Ноздрина М. М. .... 59

Огнева Т. Д. ....	28	Сидько М.В. ....	88
Ощепкова Т. Б. ....	113	Сизова Л. Н. ....	35
Пак А. Г. ....	80	Сикора Р. А. ....	36
Панченко Ю. В. ....	29	Синичкин О. И. ....	80
Перов А.А. ....	81	Слонкина И. С. ....	117
Петров А.А. ....	24	Смирнов М.А. ....	38
Плохих В. В. ....	60	Соколов С. А. ....	89
Пожарский Т. С. ....	69	Сологуб С. А. ....	90
Позднякова Д. С. ....	30	Стрельник А. С. ....	118
Полищук А. Е. ....	53	Стрельникова Д. М. ....	39
Полупанова А. А. ....	57	Сурков М. Д. ....	40
Пономарева А. В. ....	16	Сущенко А. В. ....	91
Почкайло К. А. ....	31	Сущенко Д. С. ....	41
Проценко А.В. ....	82	Схоменко А.А. ....	92
Рагульская А.В. ....	114	Трифонов Ю. В. ....	93
Ракова А. И. ....	83	Тузовский А. А. ....	74
Резниченкина А.Д. ....	32	Хромов С.В. ....	85, 115
Рогова Н. С. ....	84	Худяков С.Н. ....	94
Рогова О. В. ....	57	Хуснутдинова Р.Р. ....	119
Романова В.В. ....	85, 115	Черенкова А. О. ....	95
Ромашенко А.И. ....	86	Чжао Ци ....	96
Самигулин Т. И. ....	116	Чуйков А. В. ....	42
Самодуров И. Н. ....	73	Щудло И.М. ....	104
Сафронова С. О. ....	33	Ярославцев М. В. ....	43, 44
Сахаров И. А. ....	87	Яруллина А.И. ....	104
Севостьянов А. А. ....	34	Яцентюк К.В. ....	120

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ТРАНСПОРТ .....</b>	<b>5</b>
Kazakova A. A.....	5
Volegzhanina E. M. ....	6
Алейников И.А.....	7
Алешина А. А.....	8
Алимбеков М. Н., Иванников Ю.Н., Кауров С. Ю. ....	9
Арбузова А.А. ....	10
Бакенов И. М. ....	11
Баранова Е. М.....	12
Басаргина Г. С. ....	13
Бахвалова А. В. ....	14
Беккер Р. В. ....	15
Бердышева Ю. А., Пономарева А. В.....	16
Валькова А. А.....	18
Грухина Е. Ю. ....	19
Казакова А.В. ....	20
Клоков Д. А. ....	21
Леонов А.С. ....	22
Леуто А. Н., Матанцев М. Е.....	23
Логутенко Н.С., Петров А.А.....	24
Малецких С. А. ....	25
Манаев Д. В.....	26
Михайлюк И. А. ....	27
Огнева Т. Д.....	28
Панченко Ю. В.....	29
Позднякова Д. С. ....	30
Почкайло К. А. ....	31
Резниченкина А.Д. ....	32
Сафронова С. О.....	33
Севостьянов А. А. ....	34
Сизова Л. Н. ....	35
Сикора Р. А. ....	36
Сирота П. А. ....	37
Смирнов М.А. ....	38
Стрельникова Д. М.....	39
Сурков М. Д. ....	40
Сущенко Д. С. ....	41
Чуйков А. В. ....	42
Ярославцев М. В. ....	43
Ярославцев М. В. ....	44
<b>ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА.....</b>	<b>45</b>

Алимбеков М. Н., Иванников Ю. Н.....	45
Барышев Г. К., Ефремов В. В., Королев М. Ю., Барышева Е. А.....	46
Бахытжан Е.Г., Кайдар А.А.....	47
Вакулин А. В.....	48
Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.....	49
Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.....	50
Заяц Ю. Ю., Заяц К. Ю.....	51
Копылов А.М.....	52
Кордубайло А. О., Полищук А. Е.....	53
Корец И. Г.....	54
Крылов А. А.....	55
Ломакин А.А.....	56
Михайлова О. Е., Полупанова А. А., Рогова О. В.....	57
Наширбек М. М.....	58
Ноздрина М. М.....	59
Плохих В. В.....	60
<b>ЭЛЕКТРОПРИВОД И АВТОМАТИКА.....</b>	<b>61</b>
Абрамов А.В.....	61
Акимов С. С.....	62
Аксенов Е. А.....	63
Андреев Н. В.....	64
Бакарев О.В.....	65
Батыгин Р. И.....	66
Богомолов Н. И.....	67
Божков А. С.....	68
Ву Д. К., Пожарский Т. С.....	69
Глущенко А.Е.....	70
Давыденко В. Ю.....	71
Дмитриев Н. А., Зиневская М. С.....	72
Долгих А. Г., Самодуров И. Н.....	73
Ильина М. А., Тузовский А. А.....	74
Козащенко М.А.....	75
Кugno В. А.....	76
Кутень И. А.....	77
Ларин А. А.....	78
Матулев А.Н.....	79
Пак А. Г., Синичкин О. И.....	80
Перов А.А.....	81
Проценко А.В.....	82
Ракова А. И.....	83
Рогова Н. С.....	84
Романова В.В., Хромов С.В.....	85

Ромашенко А.И. ....	86
Сахаров И. А. ....	87
Сидько М.В. ....	88
Соколов С. А. ....	89
Сологуб С. А. ....	90
Сущенко А. В. ....	91
Схоменко А.А. ....	92
Трифорова Ю. В. ....	93
Худяков С.Н. ....	94
Черенкова А. О. ....	95
Чжао Ци. ....	96

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ**

### **УСТАНОВКИ ..... 97**

Алексеев И. Е. ....	97
Барышев Г. К., Ефремов В. В., Королев М. Ю., Крюков И. С., Барышева Е. А. ....	98
Барышев Г. К., Бирюков А. П., Востренков Ю. Ю., Барышева Е. А. ....	99
Барышев Г. К., Ефремов В. В., Барышева Е. А. ....	100
Бордунова А. В. ....	101
Борисовская Н. Е. ....	102
Голдобина А. С., Исаева Ю. А. ....	103
Касатов Д. А., Кошкарев А. М., Щудло И. М., Яруллина А. И. ....	104
Касмолев Ф. А. ....	105
Колупаева А. С. ....	106
Коренюгина И. В., Коренюгина Л. М. ....	107
Крыжановская О. А. ....	108
Ли Г. С. ....	109
Линкевич Н. А. ....	110
Меренков А.В. ....	111
Надымов А. М. ....	112
Ощепкова Т. Б. ....	113
Рагульская А.В. ....	114
Романова В.В., Хромов С.В. ....	115
Самигулин Т. И. ....	116
Слонкина И. С. ....	117
Стрельник А. С. ....	118
Хуснутдинова Р.Р. ....	119
Яцентюк К.В. ....	120

### **АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ..... 121**

### **ОГЛАВЛЕНИЕ ..... 123**

МАТЕРИАЛЫ  
54-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МНСК–2016

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

*Материалы конференции публикуются в авторской редакции*

---

Подписано в печать 31.03.2016

Офсетная печать

Заказ № \_\_\_\_\_

Формат 60x84/16

Уч.-изд. л. 6,4. Усл. печ. л. 7,9

Тираж 155 экз.

---

Редакционно-издательский центр НГУ  
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2