

собрание сочинений П. Л. Чебышева. Том IV. Теория механизмов. — М.-Л.: Изд-во АН СССР. 1948. С. 161–166.

3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин; Учеб. для втузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СКВОЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛОКОМОТИВОВ КОРПОРАТИВНОГО ПАРКА**

**Е.И. Кирюхин, О.П. Югрин**

**Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[yugrinaop@yandex.ru](mailto:yugrinaop@yandex.ru)**

*В данной работе рассматривается организация обслуживания поездов тяговыми ресурсами корпоративного парка, выделенного в рамках полигонной технологии движения. Определение эффективности этой технологии и влияющие на эффективность факторы. Основное внимание автор акцентирует на технологической схеме оборота локомотива и его элементов. На основе исследования этих элементов установлено, что основная экономия затрат осуществляется за счет снижения числа отцепок и остановок в основных и оборотных депо.*

**Ключевые слова:** корпоративный парк, полигонные технологии, локомотив, эффективность управления движением

В настоящее время, корреспонденция перевозок на железнодорожном транспорте имеет тенденцию к большим весовым нормам, на дальние расстояния. С другой стороны, происходит рост погрузки основной номенклатуры грузов, перевозимых по железной дороге, например, уголь и нефтеналивные грузы, что влечёт за собой увеличение размеров движения. В то же время, текущая технология обслуживания грузовых поездов тяговыми ресурсами предусматривает большое число технологических перерывов: отцепок и остановок в пути следования, что приводит к недоиспользованию тягового подвижного состава.

Поступление на сеть железных дорог новых локомотивов с улучшенными характеристиками должно изменить подход в вопросе управления локомотивным парком.

В рамках полигона работы корпоративного парка на Западно-Сибирской железной дороге функционируют локомотивы 2ЭС6

«Синара», способные везти поезда повышенного веса 8000 т на равнинных участках (до 6 ‰) и поезда массой 5000 тонн на участках с горным профилем. Характеристики новых локомотивов значительно превышают характеристики ранее используемого ВЛ10 – увеличена производительность на 20%, увеличен межремонтный пробег на 50%.

Технология работы корпоративного парка локомотивов заключается в обращении по удлинённым полигонам следования, с выходом за пределы одной железной дороги. В 2013 году был создан Урало-Сибирский полигон обращения локомотивов. Единое управление локомотивным парком на полигоне осуществляет созданный Центр управления тяговыми ресурсами – ЦУТР УСП [1].

ЦУТР осуществляет управление локомотивным парком на полигоне, передает оперативные приказы руководителям дирекций движения и тяги, регулирует наличие локомотивного парка между регионами полигона, а также в узлах, регулирует работу локомотивных бригад.

Особенностью новой технологии стало изменение планирования выдачи локомотивов и локомотивных бригад под поезда. Для исключения несанкционированных остановок в пути следования, при выдаче локомотива учитывают безотцепочное следование локомотивов в пределах установленных норм пробегов от ТО-2, что гарантирует максимальную эффективность использования тяговых ресурсов. Локомотивы ВЛ11 и ВЛ10 выдаются исходя из норм пробега между ТО-2 в километрах и часах, для электровозов 2ЭС6 нормы пробега между ТО-2 ограничены в часах.

Самое рациональное использование локомотива, в теории, будет при обороте, на 100% состоящем из времени в пути [2]. Применение сквозной технологии работы корпоративным парком позволит уменьшить число смен локомотивов у грузовых поездов в пути следования. За счет экономии времени по отцепке локомотива, мы сокращаем как простой локомотивов, так и простой вагонов, увеличиваем маршрутную скорость.

### **Список литературы**

1. Распоряжение № 2274р от 24.10.2013 «О совершенствовании технологии управления тяговыми ресурсами на Урало-Сибирском полигоне»
2. Ковалев, В.И., Осьминин, А.Т. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте, Том 2. — М.: Москва, 2011. — 433 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ МИРОВЫХ ПОРТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОРТОВУЮ ИНДУСТРИЮ РОССИИ

В.А. Коровина, Л.И. Клиппа, Д.В. Попкова  
Сибирский государственный университет водного транспорта  
[04danya@bk.ru](mailto:04danya@bk.ru)

*Транспортную работу морского порта характеризуют два основных показателя: пропускная способность и грузооборот. Контейнеровместимость следующих поколений судов-контейнеровозов будет увеличиваться (22800–24000 TEU). В настоящее время морское портовое хозяйство России – это более 900 портовых комплексов. Существуют внешние и внутренние риски развития портовой индустрии в России. Для достижения основных целевых ориентиров Стратегии, необходимо решение следующих основных задач развития морских портов России. Решение этих задач способствует удовлетворению потребности российской экономики в услугах морских портов.*

**Ключевые слова:** грузооборот, пропускная способность, контейнеровместимость, портовая деятельность

На сегодняшний день время в мире насчитывается свыше 7000 портов и более 5505 портопунктов.

Основная задача порта: передавать грузы с морского на другие виды транспорта и обратно. Транспортную работу морского порта характеризуют два основных показателя: пропускная способность и грузооборот [1].

Основные тенденции развития портовой деятельности:

- создание и развитие особых портовых экономических зон, свободных таможенных зон;
- увеличение пропускной способности портов за счет высокого уровня логистики;
- качество оказываемых услуг и уровень логистического сервиса.
- модернизация портового оборудования, особенно в части обслуживания судов - контейнеровозов;
- автоматизация процессов управления и активное использование информационных систем с их последующей интеграцией в глобальные системы управления цепями поставок.

В дальнейшем планируется, что контейнеровместимость следующих поколений судов-контейнеровозов будет увеличиваться (22800–24000 TEU)..

К недостаткам в развитии российских портов можно отнести:

- особенности климатического и географического положения портов (ледовая обстановка, мелководные акватории, протяженные подходные каналы);
- отсутствие принятых в мировой практике налоговых и таможенных преференций, в том числе для создания портовых особых экономических зон;

К преимуществам и возможностям для развития портов можно отнести:

- развитие экономики страны и рост экспортно-импортных перевозок;

В настоящее время морское портовое хозяйство России – это более 900 портовых

Существуют внешние и внутренние риски развития портовой индустрии в России.

Для достижения основных целевых ориентиров Стратегии, необходимо решение основных задач развития морских портов России, что способствует удовлетворению потребности российской экономики в услугах морских портов по обеспечению перевалки грузов во всех направлениях (импорт, экспорт, транзит, каботаж) [2].

К 2030 году портовые услуги выйдут на качественно новый уровень. Модернизация морских портов России является для государства одной из приоритетных задач, необходимых для доведения портовой деятельности до общемирового уровня.

### **Список литературы:**

1. А. В. Титов, Д. Б. Ивашкович. Порты, портовое хозяйство и транспортная логистика. — Учебное пособие. — Самара: Изд-во Сам. гос. аэрокосм. ун-та, 2012. — 198 с.
2. Стратегия развития морской портовой инфраструктуры России до 2030 года. Одобрена Морской коллегией при Правительстве РФ 28.09.2012.

## ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПУТЕМ КОРРЕКТИРОВКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НЕПРЕРЫВНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

С.О. Лесников, В.И. Кочергин  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
vkplus2011@yandex.ru

*В докладе представлен материал об исследованиях влияния дорожных и погодных условий управления на время реакции водителя. Целью работы является повышение безопасности дорожного движения путем разработки рекомендаций по определению оптимальной продолжительности управления транспортным средством.*

**Ключевые слова:** безопасность движения, время реакции

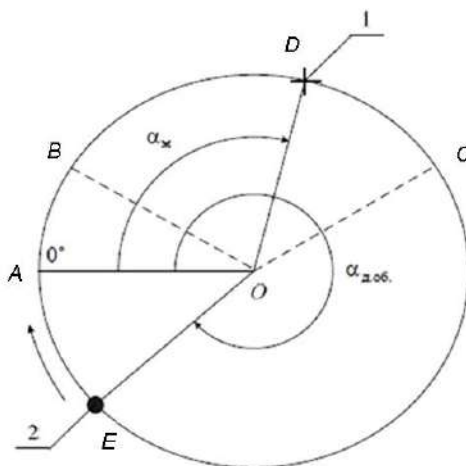
Предупреждение и сокращение количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) является актуальной проблемой общества. Анализ статистических данных показывает, что за последние годы в среднем в день в РФ происходило 587,2 ДТП, в которых погибало 84,3 и получало ранения 729,8 человека. При этом существенная доля ДТП происходит из-за нарушений режимов труда и отдыха.

Режимы труда и отдыха водителей регулируются Трудовым кодексом РФ и нормативными актами, утверждаемыми Министерством транспорта [1]. Для контроля за соблюдением режима труда и отдыха транспортные средства оборудуются тахографами. Но существующие нормы непрерывного управления автомобилем не учитывают возможного изменения психофизиологического состояния водителя при изменении дорожных, погодных условий управления автомобилем, а также при управлении в темное время суток.

Между тем, именно время реакции водителя АТС, являющееся сугубо индивидуальной величиной, оказывает существенное влияние на вероятность возникновения ДТП и на безопасность дорожного движения в целом. Целью проводимых в настоящее время научных исследований является повышение безопасности дорожного движения путем корректировки безопасной продолжительности управления автомобилем.

Для оценки влияния изменения условий управления на время реакции водителей транспортных средств предлагается метод, основанный на измерении степени запаздывания реакции на

перемещении точечного объекта, выводимого на экран видеомонитора [2] (Рисунок 1).



**Рисунок 1** – Окружность, выводимая на экран: 1 – метка; 2 – движущаяся точка

В момент предполагаемого совпадения метки и движущейся точки на экране испытуемый должен нажать кнопку «Стоп». Данную процедуру необходимо повторить заданное число раз, после чего вычислить среднеарифметическое значение времени реакции человека.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: исследовать зависимость среднего времени реакции водителя от дорожных условий, от времени суток и от продолжительности управления автомобилем. В результате проведенных исследований предполагается разработка рекомендаций по корректировке времени непрерывного управления автомобилем, обеспечивающего безопасность дорожного движения.

### Список литературы

1. Положение об особенностях режима рабочего времени и времени отдыха водителей автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_50066/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50066/)
2. Песошин А.А., Роженцов В.В. Метод оценки реакции водителя автотранспортного средства // Вестник Чувашского университета. – 2012. – № 3. – С. 215-217.

## ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПУТЬ ДЛИННОСОСТАВНЫХ ПОЕЗДОВ МАССОЙ 14200 ТОНН

А.Н. Леуто, Н.И. Карпушенко

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[kni@stu.ru](mailto:kni@stu.ru)

*Увеличение грузонапряженности одно из перспективных направлений развития железнодорожного транспорта. Для повышения грузонапряженности планируется пропуск длинносоставных поездов. Данные поезда несут за собой определенные технические трудности с учетом увеличения их массы и протяженности. В данной работе рассчитаны силы от воздействия которых зависит устойчивость пути и подвижного состава.*

**Ключевые слова:** железнодорожный путь, кривые участки пути, длинносоставный поезд, расчет на устойчивость

Речь идет об участке Средне-Сибирской магистрали Алтайская-Иртышское. Здесь обращаются грузовые поезда массой 7100 тонн в составе 71 инновационный вагон с осевой нагрузкой 250 кН. Грузонапряженность участка высокая, в ближайшей перспективе грузонапряженность будет расти, что приведет к дефициту пропускной способности.

В связи с этим рассматриваются проблемы пропуска по участку сдвоенных поездов из 142 вагонов массой 14200 тонн. В голове состава будет 3-х секционный электровоз ВЛ-80С, второй локомотив тоже 3-х секционный ВЛ-80С будет в середине состава.

В процессе движения тяжеловесных поездов главные проблемы вызваны наличием динамической и поперечными составляющими (в кривых участках) сил при торможении, поэтому необходимо определить: продольные силы в автосцепках по длине поезда; поперечные составляющие продольных сил в кривых; перераспределение вертикальных сил на наружный и внутренний рельсы в кривой; поперечные силы при динамическом вписывании вагонов в кривые; определить устойчивость колес на рельсе; расчет пути против поперечного сдвига; расчет узла рельсового скрепления на поперечную нагрузку.

В процессе движения подвижного состава с постоянной скоростью по кривому участку происходит его поворот (вращение) относительно центра этой кривой. Это движение состоит из поступательного, которое направлено вдоль оси жесткой базы экипажа, и поворота ее

относительно некоторой точки  $O$  – центра (полюса) поворота, располагаемого на пересечении продольной оси жесткой базы тележки с радиусом, к ней перпендикулярным.

Проектируя все силы на ось, перпендикулярную продольной оси вагона, и определяя моменты этих сил относительно полюса поворота  $O$ , получим два уравнения равновесия. После преобразований уравнений равновесия, содержащих две неизвестные величины (направляющее усилие  $Y_1$  и полюсное расстояние  $x_1$ ), заданные неявно, которые определим методом последовательного приближения на ЭВМ.

Далее произведем расчет продольной сжимающей силы  $N$  в автосцепках, возникающих в середине состава между 71 вагоном и трехсекционным локомотивом.

Во время торможения состава на спуске под действием продольных сжимающих сил вагоны перекашиваются. Эти перекосы приводят к появлению сжимающей силы, которые совместно с центробежной силой, возникающей в кривой, могут вызывать потерю устойчивости колеса на рельсе или сдвиг всей рельсошпальной решетки.

В случае, когда сила бокового прижатия гребня колеса к рельсу становится настолько большой, что колесо начинает подниматься на поверхность рельса, возможно возникновение вкатывания гребня колеса на рельс с последующим сходом с рельсов. Устойчивость колеса на рельсе оценивается отношением боковой силы к вертикальной нагрузке, которое не должно превышать 1,5. В нашем случае коэффициент устойчивости оказался равным 1,4.

При неблагоприятном сочетании действующих на путь вертикальных и поперечных сил может произойти поперечный сдвиг рельсошпальной решетки по балласту, особенно загрязненному.

Расчетом установлено, что при заданных условиях силы сопротивления сдвигу больше величины рамных сил, передающихся от подвижного состава на путь.

Результаты расчета сравнивались с экспериментальными данными, полученными ВНИИЖТом на рассматриваемом участке с составом массой 14200 тонн. Сходимость результатов удовлетворительная.

### **Список литературы**

1. Н.И. Карпушенко, П.С. Труханов. Проектирование и расчеты элементов верхнего строения железнодорожного пути: Учеб. Пособие. – Новосибирск: изд-во СГУПС, 2016. – 192 с.



2. Воздействие длинносоставных поездов на путь. / В.С. КОССОВ, А.А. Лунин, Ю.А. Панин, А.В. Трифонов, И.Е. Ильин // Вестник ВНИИЖТ. 2016. Т. 75. №4. С. 224–232.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД\***

**М.В. Лисавин, А.Е. Крапивина, О.А. Игнатова**  
**Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [oa\\_ignatova@mail.ru](mailto:oa_ignatova@mail.ru)**

*В докладе рассматривается возможность применения сталеплавильных шлаков Новокузнецкого металлургического комбината в строительстве основания дорог. Проведены испытания шлакового щебня и шлакопесчаной смеси на деформативность*

**Ключевые слова: Шлаковый щебень, шлакопесчаная смесь, деформативность**

Традиционные материалы - щебень, песок и их смеси в зависимости от физико-механических свойств применяются для устройства всех видов конструктивных слоев дороги (покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и т.д.). Металлургические шлаки являются эффективным заменителем природных каменных материалов, использующихся для строительства и ремонта автомобильных дорог.

Достоинства применения шлака в строительстве автомобильных дорог заключается в его невысокой стоимости, большей стойкости истиранию под воздействием нагрузок по сравнению с традиционным щебнем. Недостатком является нестабильность свойств материала [1, 2].

Из сталеплавильных шлаков можно получать:

- щебень с крупностью зерен более 4 мм, получаемый дроблением и рассевом продуктов дробления отвальных металлургических шлаков или специальной обработкой огненно-жидких шлаковых расплавов из отходов металлургического производства.

- песок с крупностью зерен менее 4 мм, получаемый из отсевов дробления отвальных металлургических шлаков или специальной обработкой огненно-жидких шлаковых расплавов металлургического производства.

Особенностью оснований, изготовленных с применением сталеплавильных шлаков, является отсутствие деформаций сдвига даже при интенсивном движении транспорта.

На первоначальной стадии эксплуатации дороги полужесткое основание из шлака работает как материал, несущая способность которого обеспечивается плотностью скелета и заклиной щебеночных фракций. Такие полужесткие основания не дают просадок и имеют повышенный модуль упругости от 300 до 400 МПа.

В процессе эксплуатации основания полужесткого типа превращаются в монолитную устойчивую плиту. Модуль упругости полужестких оснований возрастает до 1200 МПа.

В ходе работы проводились испытания шлакового щебня, и шлакопесчаной смеси на деформативность. В исследованиях использовали прибор для определения дробимости щебня, оборудованный индикаторами часового типа.

**Таблица 1 – Деформации шлака и шлакопесчаной смеси**

Нагрузка, Р, кгс	Удельная нагрузка, $R=P/\square$ , кгс/см <sup>2</sup>	Относительные деформации $\epsilon$ , %	
		шлака	шлако- песчаной смеси
800	4,7	1,6	3,5
1600	9,2	8,2	4,4
2400	13,8	10,3	6,5
3000	17,2	10,7	7,5
3200	18,4	-	8,8

Установлено, что деформативность шлакопесчаной смеси ниже, чем у шлакового щебня. Поэтому, в дальнейших исследованиях намечено для устройства основания дорожной одежды рассматривать применение шлакопесчаной смеси.

### Список литературы

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности, Учеб-спр. пособие, Ростов н/Д: Феникс, Строительство 2007г. 368 с.
2. ГОСТ 32826-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Щебень и песок шлаковые. Технические требования

\*Работа выполнена в рамках комплексной программы под руководством д-ра техн. наук, профессора Пименова А.Т.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАБРЫЗГ-БЕТОНА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК

С.В. Любимов, Е.И. Никитина

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[enikitina54@yandex.ru](mailto:enikitina54@yandex.ru)

*В данной работе рассматривается возможность применения набрызг-бетона для крепления выработок при тоннелестроении*

**Ключевые слова:** набрызг-бетон, тоннелестроение, NATM

Современные технологии тоннелестроения должны обеспечивать устойчивость и надежность конструкций.

В последнее время в отечественной практике широкое применение получила новоавстрийская технология, включающая набрызг-бетон (New Austrian Tunneling Method – NATM).

Набрызг-бетон – искусственный материал (бетон), состоит из смеси цемента, заполнителей размером до 25 мм и добавок. В состав набрызг-бетонной смеси обязательно входят минеральные вяжущие, микрозаполнители, химические добавки, вода затворения, заполнители, а в некоторых случаях – фибра и пигменты [1]. Широкий спектр химических добавок придает составу более 40 различных свойств. Добавки используются как для обычного бетона, так и специальные. В набрызг-бетоне применяют регуляторы гидратации (обеспечивают нужную скорость схватывания и застывания раствора), блокаторы сепарации жидкости, воздухововлекающие агенты (снижают плотность и теплопроводность слоя), пластификаторы (повышают модуль упругости, прочность при растяжении и изгибе), гидроизоляционные пенетранты (снижают водопроницаемость и адгезию), структурные и РСА-модификаторы (снижают усадку бетона и водопроницаемость) [2].

*Цель данной работы:* изучить свойства адгезии набрызг-бетона и бетона без химических добавок на вертикальных глинистых поверхностях.

*Приборы и материалы:* труба ПВХ 50; заглушка ПВХ; муфта ПВХ 110; крышка ПВХ 110; соединительный переходник ПВХ 110, 50; портландцемент; химические добавки; газ.

*Состав компонентов раствора смеси набрызг-бетона:* портландцемент; песок; вода; Melflux 5581; Vinnapas 51112; формиат кальция; Vinapor 9010.

*Ход эксперимента:* собрали установку, состоящую из трубы, переходника, муфты, крышки и заглушки; приготовили раствор смеси набрызг-бетона с определенными пропорциями компонентов; поместили раствор смеси в трубу, распылили газ внутри муфты, закрыли крышку и подожгли газ. Бетонная смесь вылетает из трубы со скоростью около 100 м/с и плотно прилипает к поверхности.

*Результаты эксперимента:* определено оптимальное соотношение воды и цемента при приготовлении цементной смеси для набрызг-бетона 1:2,4; проведен сравнительный анализ времени схватывания и застывания раствора набрызг-бетона на вертикальной глинистой поверхности и обычного бетона без добавок, который практически не прилипает к поверхности.

Набрызг-бетон – эффективный метод придания конструкциям особых свойств. Он отлично фиксируется на поверхности и закрепляет грунт, точно соответствуя профилю выемки, быстро затвердевает и набирает прочность, позволяет возводить монолитные своды тоннелей, создавать эффективно работающие гидроизоляционные слои внешней отделки железобетонных конструкций, укреплять откосы начала тоннелей.

### **Список литературы**

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений: учебник для вузов. – М.: Недра, 1994. – 365 с.
2. Каринцев И.Б. О предельных напряжениях при растяжении и изгибе. Вестник СумДУ. Серия Технические науки. – Киев: Наук. думка, 2009. №1, с.162-168.

## **РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СРЕДСТВАМ МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ ЗАМЕНЫ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ**

**Н.Ю. Мухомедзянов, Г.П. Задорин**

**Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[zwier@mail.ru](mailto:zwier@mail.ru)**

*В работе рассмотрены и проанализированы существующие технологические схемы замены рельсовых плетей бесстыкового пути. На основе данных анализа разработаны конструктивные требования к машине для замены рельсовых плетей.*

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, рельсовые плети, замена

Задачами работы являются: анализ существующих технологических схем замены рельсовых плетей для выявления необходимых конструктивных и технологических требований к машине.

В настоящее время существует и используется способ замены рельсовых плетей при помощи двух не приводных двухосных тележек на железнодорожном ходу [1]. Две тележки соединены между собой и с тяговой единицей посредством троса, имеют направляющие, с помощью которых при движении сменяемые рельсовые плети сдвигаются в середину колеи, а новые рельсовые плети – в рабочее положение на рельсовые подкладки. Так как направляющая для каждой плети одна, это вызывает большие колебания плетей и их ударное взаимодействие при перекрещивании, тем самым не обеспечивается точная надвигка плети на подкладки. Основным недостатком данных средств механизации: большой объем затрат ручного труда при зарядке и в процессе замены плетей. Не обеспечивается в полной мере безопасность выполнения работ. К достоинствам можно отнести малый вес, габариты, простоту конструкции.

При поиске средств механизации для замены рельсовых плетей рассмотрено запатентованное изобретение с использованием укладочного крана и специальной траверсы [2], оборудованной захватами. Траверса крепится к крану шарнирно, для исключения продольного перемещения. Однако гибкая подвеска на канатах не удерживает траверсу от вертикальных и поперечных несанкционированных перемещений. Старые рельсовые плети при помощи электромагнитных захватов поднимаются на небольшую высоту над рельсовыми креплениями и направляются в центр колеи, а новые рельсовые плети с помощью рельсовых захватов поднимают выше старых и направляют на подкладки. Тем самым данная схема так же не исключает перекрещивание рельсовых плетей в процессе замены, и наличие большого количества рабочих органов вызывает трудности при зарядке плетей. Но по сравнению с тележками, данный процесс значительно снижает трудозатраты при замене рельсовых плетей.

Из анализа рассмотренных технологических схем замены рельсовых плетей были сформулированы следующие требования к специализированной машине. Машина должна:

- вписываться в габарит подвижного состава в транспортном и рабочем режиме;
- передвигаться по железнодорожному пути самоходом;

– быть оснащена силовой установкой, гидравлическим приводом, системой управления рабочими органами, приводом ходового оборудования и тормозной системой;

– иметь захваты для разрядки и зарядки рельсовой плети на направляющие и фиксаторы для предотвращения непроизвольного опускания плети;

– перемещаться со скоростью: рабочей – 5 км/ч, транспортной – 70 км/ч;

– быть оснащена кабинами управления и выносным пультом дистанционного управления;

– быть оборудована приборами безопасности движения и обеспечивать безопасность производства работ.

На основании перечисленных требований на кафедре ППСДМ была разработана принципиальная схема машины для замены рельсовых плетей. Данная машина позволяет механизировать зарядку новых и старых рельсовых плетей специальными захватными роликами и обеспечивает устойчивость процесса установки плетей на рельсовые подкладки, существенно уменьшаются трудозатраты.

### **Список литературы**

1. Пат. 2327001 РФ, МПК E01B 29/17. Способ смены рельсовых плетей / В.В. Ершов, А.Н. Игнатьев, В.И. Новакович (Россия). 20.06.2008 Бюл. №17.

2. Пат. 2450096 РФ, МПК E01B 29/17. Способ замены инвентарных рельсов на плети бесстыкового пути с одновременной их постановкой в расчетный интервал температур закрепления / А.И. Марголин, А.С. Клементов, В.Е. Васильев, К.В. Змеев, И.Ф. Скрипачев, М.М. Ротенберг (Россия). 10.05.2012 Бюл. №13.

## **РАЗРАБОТКА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА ДЛЯ ЗАБИВКИ СВАЙ**

**К.А. Назарова, А.С. Дедов**

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [deadoff@sibstrin.ru](mailto:deadoff@sibstrin.ru)**

*Рассматривается синтез пневматических ударных механизмов с применением признаков-элементов классификации конструктивных элементов ударника-поршня. Приводится качественная оценка изменений в процессах воздухораспределения при перепусках воздуха*

*между рабочими камерами. Различия в системах перепуска предполагает применение конструктивного изменения канал-выточек в пневматических ударных механизмах с различными процессами формирования силового импульса в рабочих камерах*

**Ключевые слова: пневматический ударный механизм, канал-выточка, ступенчатый ударник, форма выточки, перепуск, воздухораспределение**

Недостатками известных пневмоударных механизмов является малый силовой импульс и, как следствие, низкая энергия удара. Для устранения указанного недостатка необходима модернизация существующих механизмов.

Классификация признаков-элементов пневматических ударных механизмов (ПУМ) предусматривает расширение представлений о многообразии конструктивных признаков средств воздухораспределения, например, на ударнике-поршне в виде выточки. Общие и частные свойства, характерные для процессов перепуска воздуха между рабочими камерами рассматриваются в представленной работе. Для более четкого представления о влиянии на рабочий процесс только канал-выточек различной формы приводятся сравнения известного ПУМ и синтезированного с изменением только конструктивной формы канал-выточек и сечения перешейков, без изменения всех других признаков-элементов.

Разницу в идеях применения, представленных на рисунках 1 а-в, конструктивных решений, которые характеризуются “выполнением канал-паза на боковой поверхности штоковой части ступенчатого ударника”, можно объяснить необходимостью реализации различных эффектов работы ПУМ за счет разнообразных вариантов перепуска воздуха между камерами.

Различия в протекании процессов перепуска в синтезированных вариантах ПУМ.

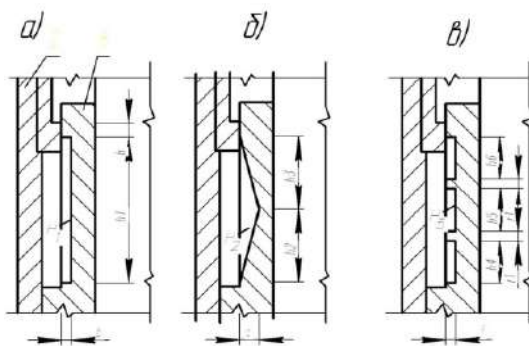
Для варианта, представленного на рисунке 1б отметим следующее: при холостом ходе ступенчатого ударника, кольцевая камера рабочего хода наполняется воздухом плавно до окончания перепуска из распределительной камеры, что не вызывает резкого торможения ударника, удлиняет участок его перемещения при рабочем ходе с возрастающим наполнением кольцевой камеры рабочего хода и обуславливает возрастание кинетической энергии удара, передаваемой рабочему инструменту.

Для варианта, представленного на рисунке 1в при холостом и рабочем ходах ударника кольцевая камера рабочего хода наполняется

прерывисто, вследствие чего камера является источником колебаний, передаваемых в течении рабочего цикла корпусу ПУМ, который будет обладать вибрационно-ударным режимом работы.

На указанные конструктивные схемы были оформлены заявки на патент РФ.

Использование заявляемого изобретения позволяет: увеличить КПД использования внутренней энергии воздуха, увеличить участок разгона ударника, увеличить импульс кинетической энергии, повысить экономичность рабочего процесса пневматического ударного механизма, снизить отрицательное воздействие напряжений в материале, повысить ресурс ударника.



**Рисунок 1** – Варианты конструктивных средств перепуска в синтезированном ПУМ

### Список литературы

1. Абраменков Э.А., Абраменков Д.Э. Пневматические механизмы машин ударного действия: Дроссельные, струйные беззолотниковые, бесклапанные: Справ. пособ. Новосибирск: Изд-во Новосиб. Ун-та, 1993. – 430с.



## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРОЛЕТОВ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

**Н.В. Непомнящий, С.С. Акимов, С.А. Косенко**  
**Сибирский государственный университет путей сообщения,**  
**[kosenko.s.a@mail.ru](mailto:kosenko.s.a@mail.ru)**

*Научная работа посвящена совершенствованию технологического обслуживания уравнительных пролетов бесстыкового пути. Предложен способ и разработана технология смены зажатых рельсов, обеспечивающие их повторное использование. Описаны преимущества предлагаемой технологии.*

**Ключевые слова:** бесстыковой путь, уравнительный пролет, зажатый рельс

Бесстыковой путь является одной из наиболее прогрессивных конструкций верхнего строения пути. Наиболее слабым местом в таком пути являются уравнительные пролеты, которые укладываются между рельсовыми плетями для изменения длины их концевых участков при изменении температуры.

Наличие стыков в уравнительных пролетах вызывает ударное взаимодействие колес с рельсами, развитие просадок рельсовых нитей из-за интенсивного расстройство подшпального основания [1]. К тому же уравнительные пролеты бесстыкового пути не могут длительно нормально работать без сезонной смены рельсов [2].

В весенний период при повышении температуры происходят продольные перемещения плетей, смыкание стыковых зазоров в уравнительных пролетах. Вследствие этого может возникать торцевое давление между рельсами [3], что затрудняет их смену на укороченные.

Согласно [4] при отсутствии стыковых зазоров нельзя менять зажатый рельс без вырезки в нем куска рельса газопламенной резкой. В этом случае рельс становится непригодным к повторной укладке с прежними параметрами.

Сменить и сохранить зажатый рельс возможно при помощи устройства для замены рельсов гидравлического [5, 6]. Данное устройство позволяет за счет особенностей конструкции и гидравлической системы раздвигать рельсы в стыке и сдвигать один из концов зажатого рельса в сторону.

Кафедрой «Путь и путевое хозяйство» СГУПС совместно с Дорожным конструкторско-технологическим бюро Западно-Сибирско железной дороги разработана технология смены температурно-зажатых рельсов с использованием предлагаемого устройства [7].

Приведенный способ и разработанная технология смены уравнильных рельсов позволят сократить эксплуатационные расходы на содержание бесстыкового пути за счет сохранения изымаемых рельсов, снизить риск выброса пути, механизировать путевые работы, а также повысить уровень техники безопасности при производстве путевых работ.

### **Список литературы**

1. Ермаков В.М., Егоров М.А. Интенсивность расстройство рельсовой колеи в вертикальной плоскости на различных участках бесстыкового пути // Путь и путевое хозяйство. – 2015. – № 9. – С.25-29
2. Новакович В.И. Бесстыковой путь со сверхдлинными плетями // Путь и путевое хозяйство. – 2008. – № 11, – С. 2-4
3. Как исключить температурный выброс бесстыкового пути / Э. П. Исаенко, В. К. Финк, С. О. Исмагулова и др. : тез. междунар. науч.-техн. конф. «Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе». Новосибирск : СГУПС, – 2012. – Ч. 1. – С. 75–81.
4. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 29.12.12 № 2788р.
5. Косенко С.А. [и др.]. Метод смены температурно зажатых уравнильных рельсов бесстыкового пути // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – Иркутск: ИрГУПС, – 2015, – С. 187–190.
6. Совершенствование технологического обслуживания бесстыкового пути / С.А. Косенко [и др.] // Транспорт Урала. – 2016. – № 2 (49). – С. 44-47.
7. Способ замены зажатых уравнильных рельсов и рельсов временного восстановления плети бесстыкового пути (варианты): пат. 2643324 Рос. Федерация. заявл. 02.09.16; опубл. 31.01.18, Бюл. № 4.

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ НЕФТЕПОГРУЗОЧНОЙ СТАНЦИИ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC

К.М. Паршенко, О.Е. Мальшев, С.В. Карасев  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[gdsu@rambler.ru](mailto:gdsu@rambler.ru)

*Приводятся результаты разработки имитационной модели нефтепогрузочной станции в среде Anylogic, особенности ее применения, результаты оптимизации параметров станции с использованием модели.*

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, модель железнодорожной станции, оптимизация путевого развития, Anylogic, нефтепогрузочные станции

На сегодняшний день нарастающая сложность производственных и транспортных систем требует применения адекватных методов их проектирования, исследования, совершенствования. Наиболее эффективным методом системного анализа сложных объектов является метод имитационного моделирования. Однако метод по-прежнему применяется недостаточно широко, в частности, из-за необходимости разработки достаточно сложных моделей транспортных объектов, соответствующих их конструктивным параметрам и особенностям технологии [1, 3]. AnyLogic – платформа для моделирования, в которой реализованы все три современных метода построения имитационных моделей: дискретно-событийный, системно-динамический и агентный. «Железнодорожная библиотека» позволяет эффективно моделировать и визуализировать функционирование железнодорожных объектов любого масштаба и уровня сложности – от отдельных станций и линий, до железнодорожных узлов и путей необщего пользования.

Объект исследования – нефтепогрузочная железнодорожная станция. В работе рассмотрены имитационные модели станции, предложен способ и алгоритмы описания поездной и маневровой работы с учетом занятости элементов путевого развития, позволяющие оценивать величину задержек и простоев подвижного состава на станции из-за занятости путей и локомотивов. Для достоверного определения загрузки станции, ее пропускной способности необходимо чтобы рассматриваемый метод представлял соответствующее путевое развитие станции [3]. В рассматриваемой

модели использовался масштабный план станции. Для поставленной задачи необходимо, чтобы алгоритм модели максимально точно отображал технологический процесс станции. При помощи блоков, соответствующих операциям, создается определенная логика, которая отражает маршруты прибытия, отправления поездов различной категории и других маневровых операций с ними, определяет загрузку элементов станции, пропускную способность [2].

Для исследования технологических процессов работы станции, влияния конструкции на загрузку элементов и пропускную способность разработана имитационная модель станции в среде Anylogic 8. Использован метод агентного моделирования. Путевое развитие станции [1] принято в количестве 4 приемоотправочных путей, 4 эстакад для налива нефтепродуктов в цистерны. В обеих горловинах станции имеются вытяжные пути для маневровой работы по подаче и уборке вагонов.

При выполнении исследований рассмотрены варианты конструкции станции с различной вместимостью грузовых фронтов, сквозной и тупиковой схеме их проектирования. Рассмотрены варианты работы станции в условиях высокой и низкой интенсивности поступления составов под погрузку.

Имитационная модель железнодорожной станции позволяет выявить «узкие места» в работе станции, вызванные как нерациональной организацией маневровой работы, так и с недостаточным путевым развитием и техническим оснащением станции. Разработанная модель может использоваться для решения и других задач, связанных с оптимизацией инфраструктуры транспортных объектов – конструкции станции и технологии ее работы, в т.ч. обосновании числа приемоотправочных путей, вместимости вытяжек.

### **Список литературы**

1. Правила и технические нормы проектирования станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм. – М., 2001. – 256 с.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. - М., 2011. – 257 с.
3. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы). Под ред. Н.В. Правдина, С.П. Вакуленко. М. 2012 г. – 1086 с.

## ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

О.Д. Покровская, К.А. Заболоцкая  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[insight1986@inbox.ru](mailto:insight1986@inbox.ru)

*Работа содержит результаты анализа работы транспортно-логистических комплексов Новосибирской области, в частности, методическую основу по комплексной рейтинговой оценке. Были выявлены зависимости между ключевыми параметрами, влияющими на функционирование транспортно-логистических комплексов. Разработан математический аппарат, позволяющий дать комплексную рейтинговую оценку функциональной деятельности транспортно-логистических комплексов.*

**Ключевые слова:** транспорт, транспортно-логистический комплекс, комплексная рейтинговая оценка, Новосибирская область, диаграмма Исикавы, анализы SWOT, XYZ, терминальная инфраструктура, показатели функционирования транспортно-логистических комплексов.

Сегодня транспортно-логистические комплексы (ТЛК) являются неотъемлемой частью любой логистической цепи, так как большая часть перевозок без них невыполнима. Современная система доставки без них практически не существует. Исходя из этого, цель работы заключается в разработке методики адекватной и комплексной оценки параметров работы ТЛК. При этом, методика комплексной рейтинговой оценки должна быть достаточно объективной и учитывающей максимальное количество факторов работы ТЛК.

Транспортно-логистический комплекс, ТЛК – территориально сгруппированный комплекс транспортных коммуникаций (путей сообщения), складских комплексов (включая грузовые системы), а также автоматизированных систем, предоставляющий широкий спектр услуг грузопереработки для клиентуры.

В свою очередь, это требует создания методики комплексной рейтинговой оценки, учитывающей максимальное количество факторов работы ТЛК. Разработана процедура рейтинговой оценки ТЛК: 1) Определение перечня показателей, влияющих на деятельность транспортно-логистического комплекса; 2) Уточнение, выявление важнейших показателей с помощью сравнительных таблиц, диаграмм Исикавы, SWOT, ABC, XYZ анализов; 3) Выявление функциональных

зависимостей между основными характеристиками ТЛК; 4) Создание формулы рейтинговой оценки ТЛК; 5) Определение основных проблем ТЛК Новосибирской области, в соответствии с результатами работы; 6) В перспективе: проект программы повышения эффективности деятельности ТЛК.

В ходе работы были оценены факторы, влияющие на выбор транспортно-логистического комплекса клиентом с помощью диаграммы Исикавы; выявлены параметры транспортно-логистических комплексов, влияющие на его функционирование, представлены в виде схемы с зависимостями между параметрами; проведен SWOT-анализ терминальной инфраструктуры Новосибирской области; сформирована сравнительная таблица характеристик транспортно-логистических комплексов Новосибирской области; проведены ABC и XYZ анализы ТЛК по грузообороту; определены целевые функции параметров транспортно-логистических комплексов; исходя из проделанной работы создана универсальная формула рейтинговой оценки. Таким образом, определены основные составляющие для двух формул рейтинговой оценки ТЛК. Была принята система оценки по каждому критерию.

$$PO1 = \frac{ПРМ1}{ПРМ2} + \frac{t(рф)1}{t(рф)2} + \frac{t(хр)1}{t(хр)2} + \frac{B1}{B2} + t(п/у) + t(пр) + t(ож) + E + N + K(пв) \rightarrow 10 \text{ б.}$$

$$PO2 = л + O + СРП + Ст + Oд + У + Oт + Э + P + он + з + М + с + Д + Скл. \rightarrow 65,5 \text{ б.}$$

Первая формула дает оценку параметрам, связанным с работой грузовых фронтов в частности, и людей, механизмов по ТЛК в целом, максимальная оценка 10 баллов. Вторая формула дает комплексную рейтинговую оценку ТЛК, максимальная оценка 65,5 баллов. Была создана классификация и границы рейтинговой оценки по ТЛК, выполнен расчет для терминала Клещиха, получено значение 56,4 балла, что, в соответствии с классификацией, характеризует терминал Клещиха как ТЛК высокого рейтинга, что соответствует действительности, так как этот ТЛК входит в пятерку лучших ТЛК РФ. В задачи дальнейших исследований входит полная автоматизация предложенной методики и расширение горизонта оцениваемых параметров.

### **Список литературы**

1. Микони С. В., Теория принятия управленческих решений: учебник для вузов. – Спб.: Лань, 2015. – 447 с.

2. Покровская О.Д. Эволюционно-функциональный подход к классификации транспортных узлов / О.Д. Покровская, О.Б. Маликов // Известия ПГУПС. – 2017. – № 3 (52). – С.406-419.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВЫХ ГРУЗОВ**

**О.Д. Покровская, А.Н. Смирнова**

**Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[insight1986@inbox.ru](mailto:insight1986@inbox.ru)**

*Данная работа основывается на методике расчета логистических затрат, разработанной в ПГУПС в 1999 г., и решает проблему рационального управления транспортно - логистическими цепями доставки зернового груза путем автоматизации расчета их параметров. В результате данного исследования был создан программный продукт, который позволяет произвести комплексный расчет параметров узлов и звеньев логистических цепей доставки зерновых грузов и упростить процедуру принятия решений при их проектировании.*

**Ключевые слова:** транспорт, транспортно-логистические цепи, логистические цепи доставки, зерновые грузы, программное обеспечение, удельные транспортно- логистические затраты, альтернативная логистическая цепь, Microsoft Visual Studio

Выбор рациональной из альтернативных логистической цепи доставки груза определяется совокупностью значимых при принятии решения факторов: транспортной характеристикой грузов, величиной и характером грузопотока, сроком доставки, условиями перевозки и хранения грузов, видом подвижного состава, размерами дополнительных затрат, наличием складских объектов для хранения и/или передачи грузов и др.

Очевидно, что выбор сравниваемых вариантов, состава и величины транспортных расходов по каждому следует проводить на основе анализа и систематизации значимых факторов, от которых зависит реализация той или иной логистической цепи [1].

В современных условиях динамично развивающегося рынка транспортно-логистических услуг принятие решений необходимо проводить с одной стороны быстро, а с другой – обоснованно.

В ходе работе была произведена автоматизация расчета составляющих основных параметров, расчета самих параметров [2;3],

а также расчета минимальной величины удельных годовых суммарных приведенных затрат, которая используется при оценке эффективности каждого варианта доставки [4; 5; 6].

Таким образом, представленный проект программного обеспечения позволяет с одной стороны быстро, а с другой – обоснованно, принять решение при организации систем доставки грузов, на основании сравнения выбрать наиболее рациональную логистическую цепь.

### **Список литературы**

1. Сравнительная оценка экономической эффективности различных вариантов доставки грузов: учебно-метод. пособие / В.В. Ефимов, Н.Г. Кобо зева, А.И. Гончаров. – Изд. второе, перераб. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2012. – 82 с.
2. Покровская О.Д. Выбор наилучшего варианта терминальной сети и проверка его устойчивости / О.Д. Покровская // Транспорт Урала. – 2012. – № 2 (33). – С. 70-74.
3. Покровская О.Д. Логистические накопительно-распределительные центры как основа терминальной сети региона: монография / О.Д. Покровская. – Новосибирск, СИБПРИНТ, 2012. – 185 с. – ISBN 978-5-94301-276-1.
4. Покровская О.Д. Терминалистика: общие вопросы: монография / О.Д. Покровская. – Казань: Изд-во «Бук», 2016. – 142 с. – ISBN 978-5-906873-28-6.
5. Покровская О.Д. Логистическое руководство: математические основы терминалистики, маркировка, классификация и идентификация логистических объектов железнодорожного транспорта: монография / О. Д. Покровская. – Казань: Изд-во «Бук», 2017. – 281 с. – ISBN 978-5-906873-52-1.
6. Покровская О.Д., Смирнов А.А. Программный комплекс расчета некоторых параметров грузового терминала / О.Д. Покровская, А.А.Смирнов // Материалы Международной научно-практической конференции «Наука и практика: поиск решений». – М.: Национальная ассоциация ученых, 2016. – С. 223-229.



## СПОСОБЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ МАРШРУТИЗАЦИИ ВАГОНПОТОКА

Ю.С. Полицина, О.П. Югина

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[yugrinaop@yandex.ru](mailto:yugrinaop@yandex.ru)

*В данной работе рассматривается организация отправительских маршрутов, в определении эффективности этой технологии и влияющие на эффективность факторы. Основное внимание автор акцентирует на технологических схемах организации немаршрутного и маршрутного отправления вагонов определяемыми элементами. На основе исследования этих элементов установлено, что основная экономия затрат осуществляется за счет транзитного пропуска вагонопотока и снижения времени занятия путей общего пользования.*

**Ключевые слова:** маршрутизация, технологические элементы, транзитный пропуск

В настоящее время актуальным направлением работы железных дорог является повышение транзитности перевозок, в том числе за счет их маршрутизации.

В основном используются две формы организации перевозок - это повагонные и маршрутные отправки. В данной работе были приняты во внимание организация работы кольцевыми и отправительскими маршрутами, а также немаршрутными отправками.

Транзитность, получаемая в результате маршрутизации, позволяет освободить пути станций для других целей, а также уменьшает потребность в строительстве новых путей.

Организация и продвижение маршрутов включает следующие этапы: маршрутообразование, продвижение груженых маршрутов, маршрутопогашение [1].

На этапе маршрутообразования при организации отправительского маршрута на станции Комбинатская суммарное время составит  $\sum t_{\text{маршр}}=34,22$  ч. в том числе на путях станции 25,32 часа, а при немаршрутной отправке  $\sum t_{\text{немаршр}}=35,22$  ч. в том числе на путях станции 30,82 часа. Отметим сокращение времени занятия путей общего пользования для маршрутной отправки около 6 часов.

На этапе продвижения отправительского маршрута время экономии от прохождения технических станций без переработки составляет 32 часа (1,33 суток).

На этапе маршрутопогашения при немаршрутной отправке от прибытия до начала выгрузки составит 6,7 ч., в то время как при маршрутном отправлении оно равняется 5,3 ч. Под грузовыми операциями маршрутный состав будет находиться дольше – 24,5 ч. по сравнению с немаршрутным – 12,4 ч, однако стоит отметить, что это время простоя на путях необщего пользования. Таким образом, простой местного вагона на станции назначения по технологии работы с немаршрутным составом составляет 29,4 ч, при применении отправительской маршрутизации данный простой можно сократить на 1,6 ч.

Эксплуатационные затраты, связанные с количеством высвобождаемых от переработки станций, не зависят напрямую от расстояния перевозки [2]. Поэтому экономия затрат РЖД в части зависящих от размеров движения не всегда пропорциональна расстоянию перевозки.

Для этого возможно применение показателя, отражающего сокращение эксплуатационных затрат железных дорог, - "высвобождено вагоно-станций". Имеющиеся возможности современных информационных систем позволяют учитывать этот показатель. Установив заранее ставку в рублях, учитывающую эксплуатационные расходы станций, связанные с переработкой вагонопотока, можно определить сокращение эксплуатационных затрат в пути следования отправительского маршрута. Применив эту ставку и показатель "высвобождено вагоно-станций", можно получить размеры вознаграждения, сопоставимые с экономией от пропуска, маршрутизируемого вагонопотока.

### **Список литературы**

1. Инструкция по планированию, организации и учету перевозок грузов отправительскими и ступенчатыми маршрутами №119 от 15.12.2010.
2. Ковалев, В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: в 2 т.: учеб. для вузов ж.-д. трансп./ В.И. Ковалев [и др.]. – М., Т. 2: Управление движением. – 2011. – 431 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАРЬЕРНОГО АВТОТРАНСПОРТА ДЛЯ РАСЧЕТА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В.Л. Регель, О.А. Бендер

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[o\\_ben@mail.ru](mailto:o_ben@mail.ru)

*В докладе рассмотрены проблемы расчета дорожных одежд на участках пересечений дорог общего пользования с путями карьерного автотранспорта.*

**Ключевые слова:** карьерный транспорт, расчет дорожной одежды, сверхнормативные нагрузки

Для промышленных дорог характерной особенностью является использование автомобилей большой грузоподъемности [1].

Большой проблемой являются места пресечения карьерных автомобильных дорог с дорогами общего пользования. Так как дорожная одежда таких дорог не рассчитана на сверхнормативные нагрузки.

С целью создания единой базы для расчета дорожных одежд было проведено исследование расчетных характеристик карьерного автотранспорта (Таблица 1).

**Таблица 1** – Характеристики карьерного автотранспорта

Наименование	Грузоподъемность, т	Допустимая полная масса, т	Распределение полной массы на заднюю ось, %	Количество осей	Тип тележки многоосного автомобиля
Terex TR100	90,72	158,98	66	2	-
Volvo BM A35	33,5	62,6	70	3	двухосная
Volvo BM A30	28	51,06	72	3	двухосная
Тонар 4525	45	67,3	73	3	двухосная
Terex TR60	51,88	95,68	66	2	-
Terex TR70	62,25	122,69	66	2	-
Doosan MT 41	37,2	64,9	64	3	двухосная
БелАЗ-7555	55	95,5	67	2	-
БелАЗ-7545	45	80	66	2	-
БелАЗ-7558	90	164	67	2	-
БелАЗ-7513	130	238,6	67	2	-
БелАЗ-7518	180	320	67	2	-
БелАЗ-75306	220	376,1	67	2	-

Для расчета суммарного коэффициента приведения нагрузки к расчетной была разработана программа, (окно программы

представлено на рисунке 1) использующая методику ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд [2] по формуле (1):

$$S_{m\text{ сум}} = \sum_1^n S_n, \quad (1)$$

где  $n$  – количество осей у транспортного средства, для которого определяется коэффициент  $S_{\text{сум}}$  приведения к расчетной нагрузке;

$S_n$  – коэффициент приведения номинальной динамической нагрузки от колеса каждой из  $n$  осей транспортного средства к расчетной динамической нагрузке от колеса на покрытие.

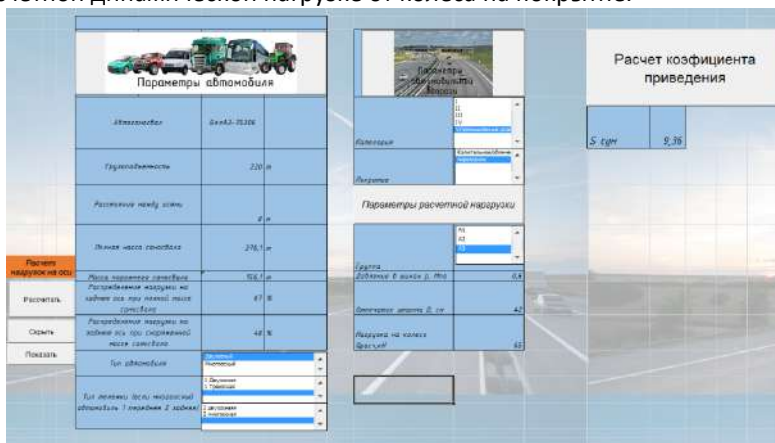


Рисунок 1 – Окно программы

Полученные данные могут использоваться для расчета дорожных одежд при воздействии на них сверхнормативных нагрузок на пересечениях с промышленными дорогами, а так же для заполнения баз данных программных комплексов.

### Список литературы

1. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91\* - Госстрой России. - М., 2012. – 195 с.
2. ОДН 218.046 - 01. Проектирование нежестких дорожных одежд. - Утв. 20.12.00, распор. Росавтодора №ОС-35-р. - М.: Информавтодор. 2001. - 145 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК МОРСКОГО ПОРТА Г. ВЛАДИВОСТОК

**О.Ю. Селедец, К.В. Катковская**  
Сибирский государственный университет водного транспорта,  
[ksumat@mail.ru](mailto:ksumat@mail.ru)

*В настоящее время логистика очень востребована. В связи с этим повышается необходимость в обучении персонала (студентов и стажеров). Поэтому возникла идея разработать модель, наглядно показывающую все транспортные процессы в порту. Предложено использовать имитационную модель, с помощью которой будет наглядно показана реакция модели на входные начальные условия, заданные персоналом.*

**Ключевые слова:** морской порт, обучение персонала, транспортные процессы, процессный подход, anylogic, бизнес-процесс, логистика, агентное моделирование, имитационное моделирование

На данный момент, по оценкам специалистов по анализу рынка труда, наиболее востребованы логисты. Сложность подготовки специалистов связана, прежде всего, с быстро меняющимися требованиями, что не всегда зависит от перемен в таможенном законодательстве [1].

В работе предложено использование имитационного моделирования. Целью работы является разработка модели для обучения персонала порта, а также студентов и стажеров логистических специальностей. На выходе, в зависимости от входных условий, мы должны получить положительный, или отрицательный результат симуляции. Положительный – экономически выгодная стратегия распределения транспорта в порту. Отрицательный – все остальные [2].

Для создания агентной модели применялась система моделирования AnyLogic.

В результате была разработана имитационная модель в инструменте AnyLogic.



**Рисунок 1 - Схема порта 3D вид**

Разработанная программа для процесса «Грузовые перевозки между терминалами морского порта» позволяет пользователю смоделировать работу морского порта г. Владивосток с определенными параметрами, которые включают в себя следующее: Скорость (Пустого поезда и судна, груженого поезда и судна, погрузчика), вместимость (судна, вагонов). Справочная информация по единицам измерения (ДФЭ, узел, условная единица). В имитационной модели порта рассчитываются необходимые показатели эффективности и значимые параметры для того, чтобы лицо, принимающее решение, могло оценить эффективность и наиболее экономически выгодную стратегию распределения транспорта в порту [3].

### Список литературы

1. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем: введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 390 с.
2. Как стать успешным логистом [Электронный ресурс] // [cpb-runo: Столичный центр дополнительного профессионального образования РУНО. – URL: https://cpb-runo.ru/news/Logistika/professiya-logist-kak-stat-uspeshnym/](https://cpb-runo.ru/news/Logistika/professiya-logist-kak-stat-uspeshnym/) (дата обращения: 05.05.2018).
3. Моделирование для обоснованных решений [Электронный ресурс] // [anylogic: AnyLogic. – URL: https://www.anylogic.ru](https://www.anylogic.ru) (дата обращения: 01.05.2018).

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕМОНТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

А.И. Служаев, А.Н. Яшнов  
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет путей  
сообщения, [Yan@stu.ru](mailto:Yan@stu.ru)

*Цель – разработка новых технологий по восстановлению грузоподъемности и усилению конструктивных элементов металлических мостовых конструкций. Предлагаемые технологии основаны на применении высокочастотной индукционной пайки. Разработанные технологии внедрены на Западно-Сибирской железной дороге.*

**Ключевые слова:** мостовые конструкции, индукционная пайка

В настоящее время на сети железных дорог эксплуатируется более десяти тысяч металлических пролетных строений. Высокие требования по обеспечению безопасности движения железнодорожного транспорта, вызванные увеличением скорости и интенсивности движения, а так же увеличением осевых нагрузок подвижного состава, обуславливают необходимость выполнения работ по ремонту и усилению металлических пролетных строений. Применяемые методы ремонта металлических конструкций, поврежденных трещинами, не обеспечивают восстановления несущей способности и долговечности сварных пролетных строений, т.к. используемый способ локализации (засверливания) трещин лишь замедляет их развитие.

Среди новых разработок по ремонтам трещин наиболее перспективной оказалась технология применения индукционной пайки для ремонта элементов металлических мостовых конструкций.

Индукционная пайка характеризуется тем, что нагрев деталей происходит в специальных индукторах с наведенным электрическим полем. Соединение металлических деталей происходит при помощи связующего расплавленного материала – припоя. Такой технологический процесс является быстрым, точным, а главное контролируемым.

Индукционный высокочастотный нагрев конструктивных элементов, выполненных из сталей 10ХСНД и 15ХСНД, проводился до температуры 900 °С с последующим охлаждением при комнатной температуре. При таком тепловом режиме не происходит существенного изменения механических характеристик стали

(временное сопротивление и предел текучести не изменяются более чем на 10 %). Для пайки элементов из конструкционных сталей опытным путем удалось подобрать припой с температурой плавления ниже 800...900 °С, обладающие прочностью соизмеримой с мостовой сталью.

Разогрев металлических элементов при индукционной пайке осуществляется специальной высокочастотной нагревательной установкой ЛН-60KW, состоящей из блока преобразователя частоты, трансформаторного блока, пирометра для контроля температуры, индукционной катушки (индуктора). Установка также включает в себя систему защиты электроники от скачков напряжения, от нарушения подачи охлаждающей воды, а также развития иных аварийных ситуаций.

Индукционная пайка с использованием высокочастотного нагрева обладает следующими преимуществами:

- контролируемость процесса пайки, возможность контроля температуры и мощности подаваемого тока;
- нагрев металла происходит без контакта с источником нагрева, это позволяет сохранить начальную форму соединяемых деталей;
- нагрев происходит за достаточно короткое время (за несколько секунд металл нагревается до 800 °С);
- отсутствует открытый огонь, что позволяет следить за процессом пайки на расстоянии.

Сотрудники лаборатории НИДЦ НИЛ «Мосты» разработали метод ремонта трещин Т-9 и Т-10 в металлических пролетных строениях путем припаивания грибовидных накладок из металла на отверстие от ранее установленного высокопрочного болта. Монтаж такого элемента позволяет восстановить сечение стенки главной балки и предотвратить дальнейший рост трещины. Следующий разработанный метод усиления представляет собой установку металлических уголков, снабженных высокопрочными болтом с гайкой, на ребро жесткости главной балки. Регулировка зазора между «сухариком» и поясом балки позволяет исключить деформации, приводящие к появлению и росту трещин в мостовой конструкции. Соединение деталей происходит также с помощью индукционной пайки.

Для типичных конструктивов в местах образования трещин разработаны специальные формы индукторов, обеспечивающие равномерный нагрев конструктивных элементов в зоне ремонта и, соответственно, высокое качество пайки.



Перечисленные схемы по ремонту трещин и усилению конструкционных элементов методом индукционной пайки применили в 2016 году на Западно-Сибирской жд.

Применение высокочастотных индукторов при ремонте трещин и усилении узлов металлических пролетных строений позволит продлить срок эксплуатации мостовых конструкций и выполнить высокие требования по обеспечению безопасности движения железнодорожного транспорта.

## **СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ПЕРЕГРУЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ В РЕЧНЫХ И МОРСКИХ ПОРТАХ РФ**

**В.С. Стрельников, Е.С. Жендарева**  
**ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного  
транспорта, [gendareva@yandex.ru](mailto:gendareva@yandex.ru)**

*Рассмотрены проблемы и перспективы организации перегрузочных процессов крупнотоннажных контейнеров в речных и морских портах РФ, а также выполнен обзор рынка грузозахватных устройств для перегрузки универсальных контейнеров.*

**Ключевые слова: перегрузка, крупнотоннажные контейнеры, речной порт, морской порт, грузозахватное устройство**

В настоящее время перевозки грузов в контейнерах играют стратегическую роль в организации грузооборота морского и речного транспорта. Транспортный процесс доставки контейнеров включает в себя перевозку сухопутными и водными видами транспорта, а также перегрузку и хранение в портах отправления и назначения. Состояние и развитие портовой инфраструктуры определяет возможности портов по их перевалке.

За период 2010-2015 гг. объём перевалки контейнеров в морских портах РФ увеличился с 32,9 до 40,1 млн. тонн (+ 22 %), в том числе с 10,0 до 15,6 млн. тонн на экспорт (+ 56%) [1]. В речных портах объём переработки грузов в контейнерах незначителен, во-первых, по причине недостаточного развития производственных мощностей по перевалке 20- и 40- футовых контейнеров, а во-вторых – значительного их износа. Большинство речных портов Сибири не располагают перегрузочной техникой, грузоподъемностью свыше 16 тонн, специализированные контейнерные перегружатели имеются в портах Осетрово, Якутск, краны грузоподъемностью свыше 16 тонн – в портах Осетрово, Красноярск, Тобольск, Сургут, Сергино. Однако,

Стратегия развития внутреннего водного транспорта РФ ставит перед отраслью такие задачи, как повышение качества услуг по перевалке грузов, особенно при доставке их в районы Крайнего Севера, развитие мультимодальных и интермодальных перевозок на базе крупных перевалочных портов и др. [2], реализовать которые без обслуживания контейнерных грузопотоков практически невозможно.

Наряду с развитием портовых мощностей по перевалке контейнеров не менее важной задачей является разработка рациональной технологии их перегрузки, основанной на применении современных высокопроизводительных грузозахватных устройств (ГЗУ). По степени механизации различают три категории грузозахватных устройств для перегрузки универсальных контейнеров: ручные, полуавтоматические и автоматические.

К автоматическим ГЗУ относятся телескопические спредеры с функцией автоматического захвата и установки контейнеров. К полуавтоматическим – спредеры, обладающие только функцией автоматической установки контейнеров. К ручным – пространственные траверсы, вилочные захваты, стропы. В речных и морских портах нашей страны для перегрузки контейнеров используют практически все разновидности грузозахватных устройств.

Обзор рынка ГЗУ для перегрузки универсальных контейнеров, выполненный в работе, показал, что потребности транспортных предприятий в полной мере удовлетворяются отечественными производителями. Это касается как ручных захватных устройств, так и полуавтоматических и автоматических. Среди крупнейших компаний можно выделить ООО «Завод Промышленного Краностроения», ООО Завод Универсального Машиностроения «ТРАВЕРСИНДУСТРИ», ООО «Майна-Вира» и др. Территориальная организация их размещения охватывает регионы европейской части России, Урала, Западной и Восточной Сибири, обеспечивая сбалансированный спрос и предложение.

Автоматические захватные устройства более перспективны в использовании для перегрузки как контейнеров, так и для других типов грузов. Их применение позволяет сократить использование ручного труда в портах, снизить себестоимость перегрузочных работ; повысить уровень их безопасности, по сравнению с ручными ГЗУ. Поэтому логично полагать, что приоритетным должно быть дальнейшее развитие производства, и постепенный переход речных и морских портов РФ к использованию в перегрузочном процессе автоматических грузозахватных устройств.

## Список литературы

1. Стратегия развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://government.ru/docs/22004/>
2. Транспорт и связь в России. 2016: Стат. сб./ Росстат. – М., 2016. – 112 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2016/transp-sv16.pdf](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2016/transp-sv16.pdf)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СТАНЦИИ «О» ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПНОП

М.Д. Сурков, Д.Ю. Гришкова

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
raigas@inbox.ru

*В ходе работы были рассмотрены возможности применения процессного подхода для оптимизации процесса подачи вагонов на подъездные пути. Был проведен анализ текущего процесса, а так же предложены варианты его модернизации. После были подсчитаны экономические выгоды от реализации проекта и сроки его окупаемости.*

**Ключевые слова:** процессный подход, подъездные пути, оптимизация производства

В связи с тем, что в ОАО «РЖД» активно внедряются элементы системы менеджмента качества, в состав которой входит и процессный подход, тема данной работы является актуальной. Данный подход позволит выявить недостатки существующей технологии работы станции с вагонами, а также с обслуживанием путей необщего пользования [1].

Целью данной работы является совершенствование технологических процессов станции О. при внутростанционной работе и работе с подъездными путями.

Основные задачи – проанализировать текущий процесс работы станции О., выявить недостатки существующей технологии обработки вагонов и взаимодействия с подъездными путями, предложить варианты улучшения процесса.

Метод исследования – применение программы Aris Express в целях поэтапного рассмотрения процесса взаимодействия работы станции и ПНОП.

Были рассмотрены предприятия связанные со станцией, путевое устройство станции. Также были рассмотрены маневровые средства и специализация маневровых районов. По итогу было решено рассмотреть процесс подачи вагонов на железнодорожный путь необщего пользования №3. Путь необщего пользования №3 является одним из крупнейших предприятий окружающих станцию и ежегодно перерабатывает значительный объем вагонов.

Детально рассмотрен процесс подачи вагонов на данное предприятие с использованием процессного подхода. На основе полученных данных и при помощи программы Aris Express были составлены схемы данных процессов [2].

Продолжительность цикла существующего процесса составляет 0,57 часа, продолжительность всего процесса – 2,35 часа. Затем, посредством моделирования процесса, были рассмотрены варианты его оптимизации. Наиболее рациональным решением по оптимизации является удлинение вытяжного тупика для расформирования составов на 100 метров. Это позволит увеличить число вагонов в одной подаче на 6, а также сократить общее число подач до трех. После внедрения данного мероприятия продолжительность цикла останется неизменной, однако продолжительность процесса составит 1,76 часа.

Планируемое улучшение позволит сократить общую продолжительность процесса, что положительно скажется на времени простоя вагонов на путях станции, в том числе и на ответственности ОАО «РЖД».

Были проведены расчеты экономической выгоды, а так же срока окупаемости проекта.

Экономия в результате сокращения вагоно-часов простоя в месяц составила 19.219 тыс.руб. Капиталовложения – 988.75 тыс.руб. Срок окупаемости составил 4 года и 3 месяца.

Таким образом, можно отметить, что предложенные меры будут способствовать: сокращению времени простоя вагонов на путях станции; уменьшению времени занятости четной горловины станции; сокращению количества маневровых операций.

### **Список литературы**

1. Адлер Ю., Щепетова С. Процессное описание бизнеса основа основ и для системы экономики качества // Стандарты и качество. — 2002, №2.-с.66-69.
2. Бержер С., Гийяр С. Графическое описание процессов. Методика и технические средства. — М., 2003.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ЭСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Р.В. Чернавин, А.Н. Иванов

Сибирский государственный университет путей сообщения

a.n.ivanov1@mail.ru

*В докладе обосновывается необходимость исследования усталостных характеристик композиционных материалов. Авторами предложен новый подход к расчету композиционных материалов на выносливость и изложена методика проведения эксперимента по определению усталостной прочности полимерного композита.*

**Ключевые слова:** Мостовые конструкции, композиционные материалы, усталостная прочность, циклическая нагрузка

Проблема выносливости композиционных материалов актуальна в современном мостостроении. В одной из научных работ А.В. Саморядова [1] проводится исследование выносливости стеклопластиковой арматуры, в результате которого автор получил экспериментальные данные по стойкости стеклопластиковой арматуры и определил, что предел усталостной прочности композитов значительно меньше предела прочности. Этим объясняется необходимость проведения расчета на выносливость для несущих конструкций мостов на стадии их проектирования.

Методы расчета, изложенные в литературе [2, 3], тяжело реализуемы на практике для транспортных сооружений. Поэтому целесообразно использовать новый подход для расчета материала на выносливость (1).

$$\frac{\sigma}{R_f} < 1 \quad (1)$$

где  $\sigma$  амплитудное значение напряжений в материале;

$R_f$  предельное значение напряжений, возникающих в цикле.

Что бы определить  $R_f$  необходимо построить кривую усталости. Для построения кривой усталости стеклопластика марки СППС-240 запланировано выполнение эксперимента по следующей методике. Планируется изготовить пять образцов для каждого из четырех уровней нагружения. Образцы приняты в виде полос прямоугольного сечения без скругленных кромок. Заметим, что образцы после их подготовки к испытаниям не должны иметь дефектов. Перед

проведением эксперимента образцы будут выдержаны в течении 3 суток при температуре  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(50 \pm 5)\%$ .

Частота нагружений назначается из условия недопущения чрезмерного нагрева образца и измеряется с погрешностью 2%. Испытания образцов будут проведены только вдоль волокон армирования стеклопластика.

Для эксперимента приняты следующие уровни нагружения: первый –  $0,8 R$ , второй –  $0,7 R$ , третий –  $0,5 R$ , четвертый –  $0,2 R$ , где  $R$  нормативное сопротивление стеклопластика марки СППС-240. В случае если материал не выдержит базу испытаний, уровни нагружения будут уменьшены.

В процессе испытаний планируется выполнять непрерывный контроль величины нагрузки и удлинения образцов в том числе и в момент достижения предела текучести материала. По результатам испытания каждого образца фиксируется число циклов, которое он выдержал до разрушения. По результатам эксперимента будет построена диаграмма, по которой можно определить предельное значение напряжений для расчетов на выносливость.

В заключении отметим, что отсутствие приемлемой методики расчета конструкций из композиционных материалов на выносливость ограничивает область их применения, поэтому необходимо изучать характер работы композитов под действием циклической нагрузки и развивать методики по определению предела выносливости.

### **Список литературы**

1. Сморядов А.В., Сигейкин Г.И., Кацевман М.Л. Исследование усталостной выносливости стеклонаполненных полиамидов // Пластические массы. – 2013. – №1. – С. 19-23.
2. ГОСТ33110 2014 "Конструкции полимерные композиционные для пешеходных мостов и путепроводов". М. ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2015. 28 с.
3. ГОСТ Р 549282012 "Пешеходные мосты и путепроводы из полимерных композитов". М. ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ", 2014. 50 с.

## СТРОИТЕЛЬСТВО ГОНОЧНЫХ ТРАСС НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКА И НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.Э. Чмир, Д.В. Карелин

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (СИБСТРИН), [ggxsibir@mail.ru](mailto:ggxsibir@mail.ru)

*Анализ и проектные предложения, основанные на методах пространственного моделирования, по развитию автомобильного спорта на территории г. Новосибирска. Изучение имеющегося автомобильного спорта. Определение основных характеристик гоночной трассы. Выявление типов автомобильных соревнований. Формирование типологии основных автомобильных соревнований. Географическое месторасположение гоночных трасс, действующих на данный момент на территории РФ. Сравнительный анализ зарубежных и отечественных автодромов отвечающих соответствующим характеристикам трасс международного уровня. Размещение гоночной трассы в системе расселения. Предлагаемые варианты для освоения территории в городе Новосибирске и сложившейся агломерации.*

**Ключевые слова: автомобильный спорт, многофункциональная гоночная трасса, автодром, конфигурация, концепция типов трасс**

С проблемами исследования можно столкнуться на ранних стадиях изучения автоспорта, потому как, малоразвитость автомобильного спорта на территории Российской Федерации, отсюда следует отсутствие открытых регламентированных источников информации по устройству гоночных автодромов.

Объектом исследования является, многофункциональная гоночная трасса

Предмет исследования: разработка конфигурации трассы с учетом природно-климатических условий города Новосибирск.

Достигнутый уровень процесса исследования: выявление иерархии главенствующих характеристик трассы. Именуемая иерархия автомобильного спорта. Решение задачи по расположению гоночного комплекса в системе расселения. Основные технические характеристики гоночных трасс по критериям РАФ. Процедура одобрения новых или модифицированных трасс. Концепция трасс для всех типов гонок. Вариативность сооружений вдоль трассы. Экологические требования: акустические воздействия в зависимости

от интенсивности, частотных характеристик, времени и продолжительности воздействия для различных мест пребывания человека на территории гоночного комплекса; расчет максимального числа автомобилей для кольцевых гонок; расчет выбросов вредных веществ от соревнований [2, с. 25], проводимых на территории автодрома. Классификация общих видов и фазовые характеристики поворотов в автоспорте. Коэффициент сцепления колес транспортных средств с дорожным покрытием. Зависимость величины пятна контакта шины от износа протектора и скорости движения [1, с. 382]. Разработка графической модели на базе полученных характеристик: конфигурация трассы; расчеты зон «вылета»; зонирование трассы. Обоснование предлагаемых территорий, для размещения многофункционального гоночного комплекса, входящих в состав развивающейся агломерации города Новосибирск.

Научная новизна заключается в разработке классификации типов гоночных трасс автомобильного спорта, с учетом конфигурации и дорожного покрытия.

Область применения результатов: размещение многофункциональной гоночной трассы в Новосибирской области.

### **Список литературы**

1. Шутов А.И., Котухов А.Н. Коэффициент сцепления в системе «водитель-автомобиль-дорога-среда». Материалы IV международной научно-технической конференции. Ч.2. – Пенза: ПГУАС, 2006 г. – с.382-386.
2. А.В. Козачек, Н.П. Беляева Теория и практика нормативного расчёта величин загрязнения окружающей среды на автомобильном транспорте и транспортных предприятиях-Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 80 с.

## **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е.В. Шворнева, И.Г. Фютик**

**Сибирский государственный университет водного транспорта,  
[ina\\_f@mail.ru](mailto:ina_f@mail.ru)**

*Предлагается информация по проведенному исследованию функционирования транспорта новосибирской области.*

*Новосибирская область, является крупнейшим транспортно-распределительным и транзитным узлом Сибири и Дальнего Востока.*



*является опорным пунктом товаропроводящей системы, способствует обслуживанию десятков городов Сибири, Алтая, Казахстана и Средней Азии. Новосибирская область выполняет функцию концентрирующего и распределяющего узла вследствие, чего выполняет функции концентрирующего и распределяющего узла. Всему этому способствует выгодное геополитическое положение области. Основной задачей являлось провести анализ по всем видам транспорта Новосибирской области и изучить динамику его деятельности по таким показателям, как грузооборот и пассажирооборот.*

**Ключевые слова:** транспортный комплекс; грузооборот; пассажирооборот; пассажиропоток; инфраструктурные объекты; инвестиционная программа

Транспортный комплекс области располагает глобальными центрами накопления, обработки и распределения грузопотоков и пассажиропотоков, с комплексами складских и таможенных терминалов, железнодорожных станций-терминалов, вокзалов, аэропортов. По результатам исследования были проанализированы данные грузооборота и пассажирооборота по всем видам транспорта используемого Новосибирской области. Из расчетов были сделаны следующие выводы, что дальнейшее следование составило 102,8 млн чел, а пригородное сообщение 1016 млн чел. увеличилось на 8% это связано с ростом уровня автомобилизации

Грузовые перевозки в области составляют за год, около миллиарда тонн-км и в динамики увеличилось на 6 %, увеличилась погрузка каменного угля на 9,1; значительно снизились строительные материалы -5,7%; руда цветная и серное сырье на 4,1%; кокс на 4,7%

Таким образом, наблюдается тенденция к снижению дальности перевозок пассажиров на железнодорожном транспорте это связано с уменьшением численности сельского населения.

Также были рассмотрены инвестиционные проекты по каждому виду транспорта, разрабатываемые в рамках транспортной системы России в целом, с выделением Новосибирской области.

План запланированных работ по каждому виду транспорта выполняется в полном объеме.

Мероприятия имеют высокую бюджетную эффективность и положительно влияют на экономику области, а также приводят к созданию новых рабочих мест.

В целом можно сделать вывод, что в Новосибирской области хорошо развит автомобильный транспорт и наблюдается снижения

объема пассажироперевозок на железнодорожном транспорте. Новосибирской области существуют крупные инфраструктурные объекты аэропорт «Толмачево», и большие контейнерные станции «Клещиха» и «Инская».

## ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ПЕРЕВОЗКИ ПассаЖИРОВ

Т.С. Шкред, Е.В. Климова

Сибирский государственный университет путей сообщения,

kate-kitton@yandex.ru

*Перед ОАО «РЖД» стоит задача по увеличению экономической эффективности на малодеятельных участках. В данной работе рассмотрено мероприятие по повышению эффективности за счет сокращения количества остановок на промежуточных станциях с небольшим пассажиропотоком. Для решения вопроса предложены несколько вариантов организации доставки пассажиров до пунктов назначения.*

**Ключевые слова:** конкурентоспособность, пассажирские перевозки, малодеятельный участок, критерии

На современном этапе развития транспорта перед железными дорогами на малодеятельных участках стоит задача оптимизации эксплуатационных расходов, связанных с перевозками пассажиров и грузов, а также повышения эффективности их деятельности [1, 2].

В качестве объекта исследования в работе рассматривается малодеятельный однопутный участок Т – О, на котором располагаются 6 раздельных пунктов.

Анализ временных параметров показал, что общее время следования по рассматриваемому участку составляет 4 ч 22 мин, включая 51 минуту на остановки на 6 промежуточных и двух технических станциях [3]. Суммарное число отправленных пассажиров со станций участка составляет 212 чел./сут. При этом максимальный пассажиропоток приходится на станции К и Ч.

Анализ стоимостных показателей позволил сделать выводы о превышении расходов над доходами при перевозке пассажиров.

Для оптимизации расходов железной дороги рассматривается следующее мероприятие: сокращение части стоянок пассажирских поездов на станциях участка. При этом пассажиры по-прежнему будут приобретать проездной документ по существующей стоимости билета, но доставка их до станций, на которых отсутствуют стоянки, будет

осуществляться автотранспортом. Рейсы поездов и автобусов увязаны между собой по времени отправления и прибытия.

Возможно несколько вариантов доставки пассажиров с использованием различных видов транспорта. Для оценки конкурентоспособности рассмотрено и проанализировано 4 варианта:

1. Существующий – пассажирские поезда имеют стоянки на всех станциях согласно действующему расписанию.

2. Стоянки только на 2 станциях с максимальным пассажиропотоком – Ч и К. Пассажиры остальных станций доставляют на автотранспорте со станций ТА и Ш до станции Ч, а со станций Б и О до станции К. Далее пассажиры следуют в пассажирских поездах.

3. Стоянка только на станции К. Пассажиры станций О и Б на автотранспорте добираются до К, а пассажиры станций Ш, Ч, ТА до станции Т.

4. Стоянка на станциях участка не предусматривается. Пассажиры промежуточных станций участка доставляются автотранспортом до станции Т.

Выбор наиболее конкурентоспособного варианта основывается на сравнении нескольких критериев: стоимость проезда, уровень безопасности, время в пути, комфортабельность перевозки, количество пересадок, дополнительный сервис в пути следования. В соответствии с положениями методики рассчитан уровень конкурентоспособности всех вариантов проезда пассажиров в сообщении К1 – Т [4, 5].

Таким образом, наиболее конкурентоспособным является существующий вариант перевозки со значением показателя равным 0,945, что соответствует высокой конкурентоспособности. Однако, сокращение эксплуатационных расходов ОАО «РЖД», таких как затраты локомотиво-часов и вагоно-часов, затраты на разгон и торможение, сокращение расхода топлива и др., можно осуществить за счет внедрения мультимодальных перевозок по 4 варианту с уровнем конкурентоспособности равным 0,867, что соответствует средней конкурентоспособности в конце интервала.

### **Список литературы**

- 1 Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» [Текст]. – М., 2006. – 104 с.
- 2 Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД») [Текст]. – М., 2007. – 54 с.

- 3 Береговая, И.Б. Производственный менеджмент. Методические указания по изучению дисциплины [Текст] / И.Б. Береговая. – Оренбург, 2009. – 78 с.
- 4 Береговая, И.Б. Производственный менеджмент. Практикум [Текст] / И.Б. Береговая, Б.А. Береговой. – Оренбург, 2010. – 102 с.
- 5 ОАО «РЖД» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rzd.ru/>

## **МЕТОД ИЕРАРХИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ**

**Ю.В. Юдин, К.В. Катковская**

**Сибирский государственный университет водного транспорта,  
[kis@nsawt.ru](mailto:kis@nsawt.ru)**

*В работе рассматривается применение метода иерархического анализа для решения вопроса приоритетного выбора маршрута движения между заданными точками с учетом установленных пользователем критериев и комбинации различных видов транспортных средств.*

**Ключевые слова:** метод иерархического анализа, выбор приоритетного маршрута, критерии установленные пользователем, транспортные средства.

Проблема транспортной логистики и загруженности дорог является одной из важнейших задач на сегодняшний день. В современных условиях нахождение кратчайшего пути не всегда в приоритете для обычного пользователя, так как на его маршрут передвижения могут влиять различные факторы, такие как: затраты по времени, денежным ресурсам, наличию того или иного вида транспорта в зоне нахождения объекта и другое.

В связи с этим, необходимо рассматривать возможность применения и комбинирования различных методов иерархии параметров при разработке и проектировании систем для решения проблем транспортной логистики. Одним из наиболее известных методов системного анализа и сравнения критериев является метод иерархического анализа. Данный метод не говорит человеку, как «правильно» нужно сделать, МАИ позволяет ему найти такой вариант, который наиболее лучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению [1-3]. Суть метода заключается в декомпозиции проблемы на все более простые составляющие части и дальнейшей обработке последовательности

суждений лица, принимающего решение (ЛПР), по парным сравнениям [1].

Первым шагом при создании системы является определение необходимых критериев. Для этого был выбран участок карты дорожного движения города Новосибирска (Площадь Труда) с участием различных видов транспорта: (автомобиль, автобус, трамвай). Далее были произведены замеры и оценка ситуации загруженности на выбранном участке с помощью геоинформационных электронных систем.

Учитывая то что системы не подразумевает связь с реальным временем, полученная статистика по времени усреднялась (сведения о загруженности дорог понедельника в 9.00 представляют собой среднее значение из всех понедельников в то же время за недельный период). Для системы была выбрана локальная архитектура – «клиент сервер», т.е. это двухпотокное десктопное приложение. Для решения подобного рода задачи наиболее подойдут Java это язык объектно-ориентированного программирования, Ruby это динамический язык программирования, а также библиотека LWJGL это "легкая игровая библиотека Java" [4].

Работа пользователя в программе подразумевает следующую последовательность действий:

1. Выбор необходимого временного периода и отображение карты с привязкой к полученным усредненным данным загруженности дорог;
2. Выбор критериев отбора и расчет матриц выбранных критериев в соответствии с этапами метода анализа иерархий;
3. Формирование возможных вариантов маршрутов в зависимости от рассчитанных приоритетов.

Разработанная система позволит формировать маршруты передвижения по городу с учетом приоритетных критериев для конкретного пользователя и может быть использована в задачах транспортной логистики. При разработке данной системы удалось сделать вывод, что метод анализа иерархий не является наиболее эффективным при нахождении кратчайшего пути, однако может быть использован для формирования оптимального пути по показателям, которые имеют наибольшее значение для конкретного пользователя.

### **Список литературы**

1. Волкова В.Н., Козлова В.Н. Системный анализ и принятие решений. – М.: Высш.шк., 2004. – 210 с.
2. Волкова В.Н, Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа. – Спб.: СПбГТУ, 1997. – 112 с.

3. Саати Т., перевод с английского Вачнадзе Р. Г. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
4. Васильев А.Н. Java объектно-ориентированное программирование. – Питер: 2013. – 396 с.

## **ПОДБОР СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК**

**Е.О. Ярославкин, О.А. Бендер**  
**Сибирский государственный университет путей сообщения,**  
**[o\\_ben@mail.ru](mailto:o_ben@mail.ru)**

*В докладе приведены результаты испытаний различных составов асфальтобетонных смесей с добавлением модифицирующих добавок с целью определения возможности их использования при внеплановых ремонтах покрытий автомобильных дорог.*

**Ключевые слова:** **всесезонные ремонтные смеси, модифицирующие добавки, улучшенные физико-механические характеристики, транспортно-эксплуатационное состояние**

С каждым годом возрастают механические нагрузки на дорожное покрытие, что приводит к его преждевременному износу. Под действием нагрузок от транспортных средств и влияния погодных условий на поверхности дорожных покрытий возникают дефекты в виде выбоин, просадок, трещин и волн, что приводит к ухудшению транспортно-эксплуатационных показателей и снижению срока эксплуатации автомобильной дороги. Поэтому требуется постоянное проведение строительно-ремонтных дорожных работ [1]. При необходимости внеплановых ремонтов аварийных участков, в том числе и в холодное время года, используются всесезонные ремонтные асфальтобетонные смеси с применением модифицирующих добавок к битумному вяжущему.

Благодаря своему уникальному составу (за счет применения модифицирующих добавок в битум) всесезонные ремонтные асфальтобетонные смеси позволяют производить круглогодичный ремонт дефектов асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог, позволяя сохранять транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги и обеспечить безопасность движения до наступления планового ремонтного срока.

Использование различного рода добавок или комбинации нескольких добавок позволяет придать битуму такие качества, как повышенная гидрофобность, адгезивность, устойчивость к механическим нагрузкам и негативному воздействию факторов внешней среды.

Были проведены лабораторные испытания асфальтобетонных смесей с разным содержанием модифицирующей добавки «АЗОЛ 8030». Результаты испытаний (Таблица 1) показали, что при соблюдении всех нормативных требований к составу асфальтобетонной смеси, применение данной модифицирующей добавки не привело к ожидаемому результату, поэтому запланированы испытания смесей с другими модифицирующими добавками для подбора наиболее эффективного и экономичного состава.

**Таблица 1** – Результаты обработки лабораторных испытаний

№ п/п	Наименование показателей физико-механических свойств смеси	Нормативное значение по СТО 66230517-0001-2015 [2]	Фактическое значение показателей при различном содержании добавки «АЗОЛ 8030»		
			20%	30%	40%
1	Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, МПа, не менее: Сухих: Водонасыщенных:	0,60 0,40	1,50 1,09	1,07 0,95	0,82 0,74
2	Слеживаемость, число ударов, не более	10	19	9	17
3	Водонасыщение, % по объему	5,0 – 9,0	6,7	5,9	4,4
4	Содержание модифицированного вяжущего по объему	3,5 – 5,5	4,1	5,0	5,8

Результаты испытаний будут использованы при разработке рекомендаций по подбору составов асфальтобетонных смесей для ямочного ремонта с применением модифицирующих добавок, что позволит наиболее эффективно применять данные смеси для

аварийного ремонта покрытий автомобильных дорог в зависимости от температурных показателей воздуха, состояния и размера выбоин.

### **Список литературы**

1. Зубко А.Ф. Технология ремонта дорожных покрытий автомобильных дорог с применением горячих асфальтобетонных смесей / А.Ф. Зубков, В.Г. Однолько, Е.Ю. Евсеев. – Москва: Издательский дом «Спектр», 2013. – 180 с.
2. СТО 66230517-0001-2015 Смеси всесезонные ремонтные. Технические условия. – Новосибирск-Томск.: 2015. – 16 с.



РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО МОДУЛЯ  
ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АРХИТЕКТУРЫ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

К.В. Катковская, С.А. Левчук, А.Л. Ефименко  
Сибирский государственный университет водного транспорта  
[ksumat@mail.ru](mailto:ksumat@mail.ru)

*Основной целью проекта является создание электронно-методического указания по методологии Aris, которая будет содержать в себе: учебно-методический материал; базу данных для удобного доступа и хранения; приложение для изучения материала в интерактивной форме.*

**Ключевые слова:** Система, методология, диаграмма, модель, бизнес-процесс

В рамках дисциплины «Архитектура информационных систем» изучаются разные архитектуры. Одной из таких является методология Aris. Была поставлена цель-создание электронно-методического указания по данной методологии.

Aris-методология для моделирования бизнес-процессов организации. (Август-Вильгельм Шеер). Методология ARIS представляет собой современный подход к структурированному описанию деятельности организации и представлению ее в виде взаимосвязанных и взаимодополняющих графических моделей, удобных для понимания и анализа.

Методология Aris подразделяется на модели. В каждой модели присутствует три уровня детализации: формулировка требований, спецификация проекта, описание реализации [1].

Функция системы подразумевает под собой процесс обучения в который включена три главных правила: изучение материала, самопроверка, написание теста.

Существуют несколько Case-технологий, которые широко используются в России и за рубежом. Для примера было решено взять три программы такие как: ARIS, BPWin, Rational Rouse.

Для сравнения методологий электронного обучения были взяты следующие источники. В результате было выявлено, что каждый источник имеет различные возможности, достоинства и недостатки, но

нет методического указания, в котором была бы детально рассмотрена методология ARIS, ее модели и диаграммы, это и объясняет необходимость полноценного обучающего модуля по данной методологии.

Для создания интерактивной системы использовались такие языки программирования как: HTML, CSS, PHP, JS, jQuery.

Интерфейс разрабатываемой системы включает возможность перехода в методические указания, которой структурирован на лекции, л/р, к/р. В них преподаватель добавляет, соответствующие документы. Также имеется перехода в раздел ARIS.

В данном разделе информация структурирована по соответствующим моделям, представленным в боковом меню.

Как было выше сказано, преподаватель имеет возможность добавлять материалы по направлениям. В разделе «Сборка диаграмм» пользователь может собрать диаграмму для самопроверки и закрепления материала.

В разделе «Задание» преподаватель в форму добавляет задания, которое отправляется в базу данных и после случайным образом генерируется и выводится на сайт. После чего студент выбирает количество блоков, вписывает подходящее по смыслу содержимое блока и после собирает саму диаграмму. Затем, студент делает снимок диаграммы и вставляет в поле, для отсылки в базу данных. После чего, преподаватель заходит в свой аккаунт, проверяет диаграммы и ставит оценку.

В заключении хотелось бы отметить, что все поставленные задачи на данный момент реализованы. В дальнейшем планируется усовершенствовать: интерфейс, раздел «Задание» и добавить тестирование.

### **Список литературы:**

1. Богомолова, М.А. Архитектура предприятия. Методические указания к практическим занятиям. [Текст] / М.А. Богомолова. – Самара: ФГОБУ ВПО ПГУТИ, 2014. – 61 с.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИБОРОВ МОДЕЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СУДОВЫХ ДВС

В.И. Осипов, А.В Белуха

Сибирский государственный университет водного транспорта  
kis@nsawt.ru

*Тема работы – модернизация комплекса мобильной диагностики судовых ДВС, то есть решение проблем связанных с центрированием индикаторной диаграммы, а также невозможности нахождения НМТ на некоторых ДВС.*

**Ключевые слова:** ДВС, прибор мобильной диагностики, НМТ, фазовращатель, пьезокерамический датчик.

Вопросы эффективной эксплуатации ДВС на флоте крайне важны. В настоящее время основной целью является создание приборов, отличающихся простотой, низкой стоимостью и высокой надежностью.

В прошлом году на кафедре информационных технологий был создан комплект мобильных средств, реализующих основную цель – обеспечить качественную диагностику судовых двигателей, а также производить их регулировку в условиях реальной эксплуатации. Напомню, что основными функциями прибора является получение на экране ноутбука индикаторных диаграмм всех цилиндров с возможностью их сохранения в файлах.

Комплект состоит из ноутбука, небольшого измерительного блока-приставки, получающего питание через USB-кабель, и необходимых датчиков.

Для оценки возможности внедрения данного прибора проводились его испытания в лабораторных условиях на судовом дизеле.

В процессе испытаний были выявлены два основных замечания:

- 1) Неудобство центрирования графика индикаторной диаграммы на экране ЭВМ при синхронизации от штатного тахогенератора запуска цикла оцифровки давления в цилиндре.
- 2) Невозможность диагностировать дизели с тахометрами без тахогенераторов.

Для получения графика индикаторной диаграммы, т.е. зависимости давления в цилиндре от угла поворота вала необходим датчик нижнего положения поршня. В системе использован штатный тахогенератор, который дает трехфазовое напряжение,

синхронное с вращением вала. Для получения сигнала НМТ разных цилиндров применялся индукционный фазовращатель .

Полученное напряжение подается на 3 обмотки и создает вращающееся магнитное поле, которое вызывает срабатывание датчика Холла. Поворот ротора с обмотками вызывает изменение момента срабатывания этого датчика, т.е. позволяет установить сигнал НМТ в нужную позицию индикаторной диаграммы. Однако испытания показали большой недостаток – существенное изменение фазы происходит только в 3 точках характеристики .

В связи с этим был выбран вариант патентметрического фазовращателя с кольцевой обмоткой, который, однако, не давал достаточного уровня сигнала. В итоге была разработана оригинальная конструкция фазовращателя с двумя контактными щетками, что позволило вдвое повысить выходное напряжение.

Для снятия сигнала используется фотодиод, который принимает сигнал от светодиода, расположенного в центре фазовращателя , также такая конструкция позволяет создать гальваническую развязку схем от цепей двигателя. В процессе проектирования было выполнено моделирование в среде Micro Cap для того , чтобы увидеть характеристику данного фазовращателя.

Для случая, если двигатель не имеет тахогенератора, был разработан датчик, вырабатывающий сигнал запуска в момент начала впрыска топлива в цилиндр форсункой. Датчик выполнен в виде зажима, легко закрепляемого на трубках подачи топлива.

Во время впрыска создается высокое давление внутри подводящих трубок. При этом диаметр трубок увеличивается. Задача датчика – уловить эту деформацию . Основная проблема здесь – крайне малая деформация .

Поэтому было принято решение использовать пьезокерамический датчик, который реагирует на силу, вызывающую деформацию, вызывая появление поверхностного заряда.

Сигнал с нагрузочного конденсатора поступает на вход триггера Шмидта, формируя прямоугольный импульс. Поскольку сигнал не идеален и может содержать побочные выбросы, окончательное формирование сигнала осуществляется одновибратором.

Запускающий цикл измерения импульс в этом случае соответствует не НМТ, а моменту впрыска топлива. Поэтому полученная диаграмма будет начинаться с этого момента. Но эта особенность не существенна, поскольку главная информация содержится в отображаемой части, - по ней определяется максимальное давление в цилиндре и самое главное – тепловая мощность цилиндра.

## РАЗРАБОТКА СВЕТОДИОДНОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

С.К. Чеглаков, А.В. Павлов

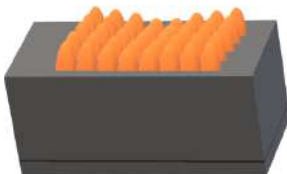
Новосибирский государственный технический университет  
[stepoS96@mail.ru](mailto:stepoS96@mail.ru)

*В данном докладе указаны основные конструктивные особенности светодиодного облучателя, предназначенного для фотодинамической терапии, целью которой является лечение инфекционных заболеваний.*

**Ключевые слова:** Светодиодный облучатель, фотодинамическая терапия

Светодиодный облучатель необходим для лечения инфекционных заболеваний, используя метод фотодинамической терапии. Данная терапия основана на применении фотосенсибилизирующих веществ, повышающих чувствительность ткани к световому излучению. Пучок света определенной длины волны, генерируемый облучателем, будет максимально поглощен используемым фотосенсибилизатором, нанесенным на поврежденный участок кожи. В результате чего, в ткани происходит химическая реакция с образованием свободных радикалов и активного кислорода, которые повреждают болезнетворные клетки в зоне облучения и приводят к их гибели.

Данный облучатель состоит из пластмассового прямоугольного корпуса, размер 94x45 (мм), внутри которого расположено 40 сверхъярких круглых светодиодов с длиной волны 660 (нм). Марка светодиодов L7113SEC. Сила света светодиода составляет 2500 mcd. Угол излучения 20 градусов. Светодиоды в облучателе располагаются в 8 рядов по 5 штук в каждом, на разной высоте и под углом таким образом, чтобы сформировать равномерную область облучения.

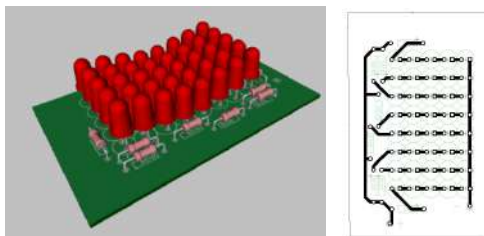


**Рисунок 1** - Схематичная конструкция облучателя

Все детали находятся на печатной плате, спроектированной в среде DipTrace.



**Рисунок 2** – Электронная схема облучателя



**Рисунок 3** – Печатная плата

Плотность мощности излучения облучателя равна  $34 \text{ мВт/см}^2$  при площади облучения  $S$  равной  $4,12 \text{ см}^2$ . Плотность мощности излучения была рассчитана по формуле (1):

$$P_S = \frac{I \times N \times 2\pi \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}{K \times S} \quad (1),$$

$I$  – сила света, кд

$N$  – кол-во светодиодов

$\alpha$  – угол излучения

$K$  – световая эффективность для длинны волны излучения  $660 \text{ нм}$

Использование данного облучателя, собранного на светодиодах, позволяет быстро проводить физиотерапию с помощью метиленового синего фотосенсибилизатора.

### Список литературы

1. Буйлин В.А., Ларюшин А.И., Никитина М.В., Свето-лазерная терапия. Руководство для врачей. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2004. – 256 с.
2. Фотодинамическая терапия с фотосенсибилизатором «Фотодитазин» в офтальмологии / А.В. Терещенко [и др.]; Под редакцией Х.П. Тахчиди. – Калуга, 2008. – 288 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИСКУССТВЕННЫХ МЕТОК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА

Н.Н. Смолин

Сибирский государственный университет водного транспорта  
rahomova\_1\_v@mail.ru

*Дизельный двигатель является наиболее эффективным энергетическим устройством наземного, водного и железнодорожного транспорта современного мира и ближайшего будущего. Топливная система является наиболее продвинутым узлом, базирующимся на высочайших технологиях дозирования и инъекции топлива. Однако, на сегодняшний день, на рынке не существует доступных средств, пригодных для контроля подачи топлива в каждый цилиндр. Данная работа посвящена разработке такого расходомера. В основу положен метод искусственных флуоресцентных меток, возбуждаемых и считываемых оптически. Для отработки методики измерения и алгоритмов обработки сигналов был создан специальный стенд. Он позволяет имитировать движение среды, возбуждать метки лазером, считывать их фотоприемником. Работа со стендом прошла успешно, что открывает перспективы создания реального расходомера.*

**Ключевые слова:** Дизельный двигатель, топливная система, расходомер, флуоресценция, метод искусственных меток.

Дизельные двигатели являются основой энергетики различных транспортных систем. Они непрерывно совершенствуются, отвечая на ужесточающиеся требования в областях экономики, экологии и надежности. Для соответствия двигателя нормативным требованиям, необходимо контролировать количество топлива, поступающее в каждый его цилиндр. Отклонения от оптимального значения приводят к снижению экономичности, росту токсичности выбросов и сокращению ресурса двигателя.

Основной трудностью при создании топливного расходомера является высокая динамика импульсного характера впрыска топлива, приводящая к быстрой деградации прецизионных механических устройств, непригодности калориметрических и ультразвуковых методов. Применение оптических методов, основанных на эффектах Доплера и Физо-Френеля возможно, но является дорогостоящим.

В данной работе для измерения расхода топлива используется метод искусственных меток, реализованных на основе явления флуоресценции. Генерировать и детектировать метки предлагается

оптически. Зная скорость перемещения метки и сечение трубопровода можно однозначно определить расход.

Для оценки метода в ходе работы был создан экспериментальный стенд, который позволяет имитировать движение среды, генерировать метки и регистрировать их перемещение. В качестве модельных флуоресцирующих сред, имеющих разное время высвечивания, используются несколько типов флуоресцентного лака. Для возбуждения меток используется лазерная указка.

Данные, полученные в результате выполнения работы, подтверждают предположение о пригодности данного метода для измерения импульсного расхода. Полученные результаты предполагается использовать для создания датчика расхода дизельного топлива, пригодного для промышленного применения.

### **Список литературы**

1. Брокгауз Ф.А., Ефрона И.А., Энциклопедический словарь. Флуоресценция [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://alcala.ru/brokgauz-slovari/izbrannoe/slovar-F/F3518.shtml>, свободный.
2. Введение в флуоресценцию [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://dereksiz.org/vvedenie-v-fluorescenciyu.html>, свободный.
3. Домань П.И., Подгурский В.И., Лабораторный практикум для студентов всех форм обучения по дисциплине «Двигатели внутреннего сгорания» - Омск: Изд-во СибАДИ, 2008 С. 7-24.
4. Карапетянц И. Россия в ВТО (требования к экологии транспортного комплекса)// Мир транспорта. - 2013. - № 5. - С. 144-153.
5. Климов Е.В. Образование вредных веществ в выбросах судовых дизелей в процессе горения топливовоздушной смеси. // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технологии, 2011. №2 – С. 98 – 104.
6. Кремлевский П.П., Расходомеры и счетчики количества: Справочник, 4-е изд., перераб. и доп. –Л.: Машиностроение, 1989.
7. Суранов, Г.И. Проверка и регулировка топливных насосов высокого давления дизельных двигателей, метод. указания. Ухта: УГТУ, с., ил.
8. Тышкевич Л.Н., Журавлёвский Б.В, Совершенствование точности измерений диагностических параметров топливной аппаратуры системы «Common Rail»// Успехи современной науки, 2017, №4 – С. 85-87.
9. Флуоресценция [Электронный ресурс], Режим доступа: <https://tradiatio.wiki/Флуоресценция>, свободный.



# ИССЛЕДОВАНИЕ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЦЕССЕ ЭКСТРАКЦИИ ВЛАГИ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ БИОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В БИКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

А.А.Елгин, Е.А.Голубев, А.А.Жилин

Сибирский государственный университет водного транспорта  
kis@nsawt.ru

*Основной задачей исследования является определение эффективной методики проведения процесса экстракции влаги из капиллярно- и волокнисто-пористых материалов для дальнейшего внедрения полученной технологии на производстве.*

**Ключевые слова:** Акустическая сушка, термоконвективная сушка, резонатор, амплитудно-частотная характеристика, биканальная система.

В настоящее время существует множество различных способов хранения биологических материалов. Как показывает практика, наилучший эффект достигается методом сушки. Наибольшее распространение на сегодняшний момент имеют термо-конвективная и акусто-конвективная методы сушек [1].

Для проведения экстракции влаги акусто-конвективным методом используется Акусто-конвективная сушильная установка (Рисунок 1).

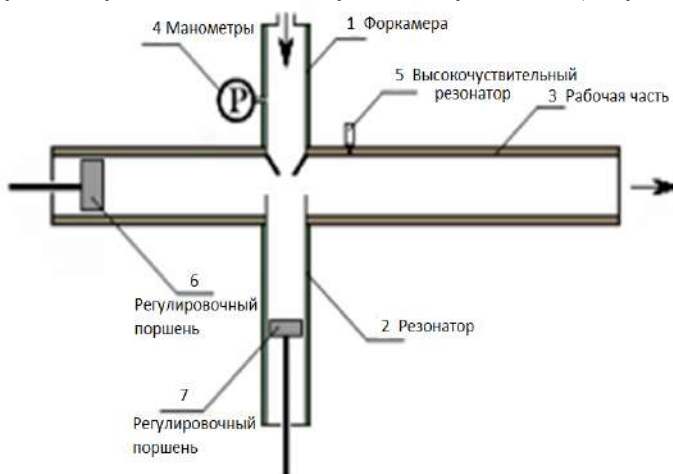


Рисунок 1 - Принципиальная схема АКУСУ

Для достижения наилучшего эффекта экстракции влаги из капиллярно- и волокнисто-пористых материалов, необходимо настроить регулировочный поршень (резонатор) АКСУ на определенную глубину [2].

Исходя из того, что термо-конвективный подход подразумевает собой воздействие на осушаемый объект подогретым воздухом, происходит потеря некоторых его свойств, в том числе разрушение его структуры. На основании этого технология АКС (акусто-конвективной сушки) является наиболее интересной [3].

Для проведения серии экспериментов по акусто-конвективной сушке были выбраны 3 одинаковых образца. Первый эксперимент проходил при глубине резонатора 300 мм, второй 80 мм и третий 0 мм. На основании полученных результатов, наибольшая эффективность была достигнута при глубине резонатора 80 мм [4-5].

В результате проведенного исследования, было установлено, что акусто-конвективный метод экстракции влаги на сегодняшний момент является самым эффективным, а также что наилучшая эффективность процесса экстракции влаги из осушаемого материала достигается при глубине резонатора 80 мм.

#### **Список литературы:**

1. Жилин А. А., Исследование акусто-конвективной сушки мяса / А. А. Жилин, А. В. Федоров // Инженерно-физический журнал. - 2016. – Т. 89, № 2. – С. 316–325.
2. Жилин А. А., Акусто-конвективная сушка кедрового ореха / А. А. Жилин, А. В. Федоров // Инженерно-физический журнал. - 2014. - Т. 87, № 4. - С. 879-886.
3. Жилин А. А., Исследование процессов пропитки и сушки зернистого силикагеля / А. А. Жилин, А. В. Федоров, Ю. Г. Коробейников // Инженерно-физический журнал. - 2011. - Т. 84, № 5. - С. 897-906.
4. Коробейников Ю. Г., Экспериментальное исследование акусто-конвективной сушки неошелушенного корейского риса / Ю. Г. Коробейников, А. В. Федоров, Г. В. Трубочеев // Инженерно-физический журнал. - 2008. - Т. 81, № 4. - С. 652-655.
5. Розенберг, Л. Д., Источники мощного ультразвука. - М.:НАУКА, 1967. - 400 с.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОАГУЛЯНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

Д.Е.Юдина, Б.В.Малозёмов

Новосибирский государственный технический университет,  
[malozyomov@corp.nstu.ru](mailto:malozyomov@corp.nstu.ru)

*Данная статья посвящена проектированию автоматизированной системы управления технологическим процессом. АСУ ТП – это комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённый продукт. Имеется возможность участия человека в отдельных операциях, как в целях сохранения человеческого контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций. Повышение уровня автоматизации в промышленном производстве является общемировой тенденцией.*

**Ключевые слова:** Проектирование, автоматизированная система, технологический процесс, датчики, контроллер.

В рамках исследования представлен проект автоматизации производства коагулянта «Оксихлорида алюминия». Для контроля и управления технологическими процессами производства коагулянта, с целью обеспечения устойчивости качества и непрерывности процесса с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами, используется автоматизированная система управления.

Система обладает трехуровневой функционально распределенной структурой контроля, которая содержит три уровня управления технологическими процессами. Первый уровень – полевой, второй – контроллерный, третий – информационный. На нижнем уровне происходит измерение и анализ параметров объекта, осуществляемое с помощью датчиков.

Основными параметрами являются:

- ✓ температура в реакторах;
- ✓ уровни в орошающих емкостях;
- ✓ уровни в аварийных емкостях;
- ✓ уровни в сливных емкостях;
- ✓ давление в линии сжатого воздуха.

При выборе комплекса технических средств для первого уровня, все применяемые датчики, преобразователи, исполнительные

механизмы выполнены только электрическими. Средства пневмоавтоматики не предусматриваются.

В качестве датчика давления был выбран Электроконтактный манометр ЭКМ-1005. Манометры электронные ЭКМ-1005 (далее — ЭКМ) предназначены для измерения и контроля значений абсолютного давления, избыточного давления, избыточного давления-разрежения и разности давлений жидких и газообразных, в том числе агрессивных сред. ЭКМ используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

В качестве датчика сигнализации предельного уровня был выбран датчик СУ100. Данный сигнализатор предназначен для контроля предельного уровня воды, щелочей, кислот, масла, а также других жидких и сыпучих сред, в емкостях, находящихся как под атмосферным, так и под избыточным давлением. Сигнализатор представляет собой моноблочную конструкцию, объединяющую электронный преобразователь, имеющий релейный или бесконтактный выход и ЧЭ. При заполнении или опорожнении резервуара электрическая емкость расположенного в нем чувствительного элемента (ЧЭ) изменяется в зависимости от уровня погружения в контролируемую среду. Это изменение емкости преобразуется электронной схемой сигнализатора в дискретный сигнал. В качестве датчика уровня был выбран радиоволновый уровнемер УР 203 Ex. Радиоволновые уровнемеры взрывозащищенного исполнения УР 203Ex предназначены для бесконтактного непрерывного измерения уровня жидких, сыпучих и кусковых продуктов, в технологических резервуарах, танках, силосах, бункерах и т.п. стационарных объектах, а также для обмена информацией с другими техническими средствами автоматизированных систем управления (АСУ).

В качестве датчика температуры был выбран термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом ТСМУ205. Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом предназначены для измерения температуры твердых, жидких, газообразных и сыпучих веществ. Термопреобразователи обеспечивают непрерывное преобразование температуры в унифицированный токовый сигнал. Предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Выбор комплекса технических средств для второго уровня.

С цеха по производству коагулянта с датчиков поступают сигналы о состоянии объекта: измерения давления, уровня, температуры; которые поступают на ПЛК как входные аналоговые и дискретные

параметры, а выходными параметрами с ПЛК являются дискретные сигналы управления процессом производства ОХА.

В качестве контроллера был выбран ОВЕН ПЛК 410, который соответствует требованиям технического задания. Программируемый логический контроллеры ОВЕН ПЛК410 выполнен в полном соответствии со стандартом ГОСТ Р 51840-2001 (IEC 61131-2), что обеспечивает высокую аппаратную надежность и имеет достаточно мощные вычислительные ресурсы для реализации простых систем автоматизации. В качестве модуля питания был выбран многоканальный блок питания ОВЕН БП14-Д4. Многоканальный блок питания БП14-Д4 предназначен для питания стабилизированным напряжением 24 В или 36В датчиков с унифицированным выходным токовым сигналом.

Аналоговых входов с уровнемера – 8. Аналоговых входов с термопреобразователей – 8. Все датчики используют унифицированный сигнал 4 ... 20 мА, следовательно, модуль аналогового входа должен поддерживать данный тип сигнала. Для этого используем модуль аналогового ввода МВ 110 – 8АС. Прибор предназначен для преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код и передачи результатов измерения в сеть RS-485.

В качестве модуля ввода дискретных сигналов с датчиков был выбран МВ110-8ДФ. Прибор предназначен для сбора данных со встроенных дискретных входов с передачей их в сеть RS-485. Прибор может использоваться для контроля подачи напряжения питания на исполнительные механизмы, а также для подсчета числа включений оборудования или перебоев в подаче электропитания на оборудование, питающееся от сети 220В частотой 50Гц или от источника постоянного тока. В качестве модуля дискретного вывода сигналов был выбран МУ110-16Р. Прибор предназначен для управления по сигналам из сети RS-485 встроенными дискретными ВЭ, используемыми для подключения исполнительных механизмов с дискретным управлением. Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

### **Список литературы**

1. Дубровских, А.Х. Техника проектирования систем автоматизации технологических процессов [Текст] / А.Х. Дубровских, Г.Л. Шегал, Л.И. Шипетин: учеб. пособие. – Изд-во «Машиностроение», 1999. - 493с.

2. Макаров, И.М. Основы автоматизации управления производством. [Текст] - М.: Высшая школа, 1983. - 504 с.
3. Преобразователи измерительные ТСМУ 205. Техническое описание [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://www.metran.ru/catalog/catalog\\_9.html](http://www.metran.ru/catalog/catalog_9.html) -Загл. с экрана.

## **РАЗРАБОТКА ТАЙМЕРА ДЛЯ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО АППАРАТА**

**А.А. Комлева**

**Новосибирский государственный технический университет  
arginin@mail.ru**

*Объектом разработки является разработка и изготовление устройства «Цифровой таймер» с возможностью управления исполнительным устройством физиотерапевтического назначения. Изготовленное устройство способно не только задавать интервал работы физиотерапевтического аппарата, но также поддерживать комфорт пациента во время процедуры и контролировать его состояние с помощью дополнительных возможностей.*

**Ключевые слова:** Цифровой таймер, физиотерапевтическая техника, медицинские приборы

На сегодняшний день никого не удивит конструкция таймера: в литературных ресурсах и в том числе в ресурсах сети Интернет можно разыскать множество рабочих схем такого устройства или же найти готовое на прилавке магазина. Тем не менее, изготовленные по существующим обычаям и стандартам приборы далеко не всегда выполняют возложенные на них задачи и непригодны для решения практических проблем. Таким, например, является наш случай: цель разработки схемы и сбора устройства «Цифровой таймер» - это возможность контролируемого управления исполнительным устройством, а конкретнее - физиотерапевтическим аппаратом.

**Целью исследования** является разработка и изготовление устройства «Цифровой таймер» с возможностью управления исполнительным устройством физиотерапевтического назначения.

### **Задачи:**

1. Выбор схемотехники и подбор элементов для схемы «Цифрового таймера».
2. Добавление дополнительных возможностей устройству.
3. Изготовление устройства.

#### 4. Запуск и испытание схемы.

**Актуальность тематики.** Во-первых, любое воздействие на организм человека извне должно происходить под строгим контролем и в том числе - ограничено во времени. Поэтому в условиях необходимости физиотерапевтического лечения каждому пациенту подбирается способ воздействия, курс, интенсивность и длительность сеанса. Таймер в таких случаях просто незаменим. Ведь он не только значительно упрощает работу с прибором, но и позволяет проводить процедуры без пристального наблюдения врача и даже самостоятельно, в домашних условиях. Во-вторых, способность таймера отсчитывать определенный интервал времени позволяет контролировать работу исполняющего прибора, т.е. включать или выключать его активную часть по истечении заданного промежутка времени.

На подготовительном этапе исследования были проведены анализ существующих решений схемотехники цифровых таймеров и их элементной базы. Особое внимание было уделено изучению функций, выполняемых таймерами в работе медицинского оборудования, и изучению особенностей проведения физиотерапевтического лечения: показаний, противопоказаний, требований к условиям окружающей среды.

На данном этапе мы определили несколько вариантов для совершенствования устройства путем добавления дополнительных возможностей таких, как контроль параметров температуры тела пациента с помощью датчика температуры, «аварийная кнопка пациента» для экстренного отключения исполнительного аппарата. Решение о введении таких элементов в схему обосновано тем, что, несмотря на эффективность и безопасность способов физиотерапевтического лечения, одним из немногих противопоказаний к проведению процедур является наличие воспалительных процессов в организме и, как следствие, повышенная температура тела.

Таким образом, изготовленное устройство уникально в своем роде так, как способно не только задавать интервал работы физиотерапевтического аппарата, но также поддерживать комфорт пациента во время процедуры и контролировать его состояние с помощью дополнительных возможностей.

## РАЗРАБОТКА ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ

Е.Ю. Парилова

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
k.p97.ekat@gmail.com

*Статья посвящена описанию конструктивных особенностей излучателя для лабораторных исследований, основной функцией которого является облучение микроорганизмов светом.*

**Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, светодиоды, облучатель

Широкое применение антибактериальных препаратов в повседневной клинической практике привело к возникновению резистентности патогенных микроорганизмов. Данная проблема является серьёзной и нерешенной в современной медицине. Попытки увеличения дозировки и использование новых лекарственных средств не решают её. Поэтому требуются альтернативные методы лечения инфекционных заболеваний [1]. В перспективе таким методом может стать фотодинамическая терапия (ФДТ).

Суть фотодинамической терапии заключается в том, что большинство биологических объектов (микробов, вирусов, воспалительных тканей и раковых клеток) накапливают особый вид веществ - фотосенсибилизаторов и удерживают их. Под действием света, спектр которого соответствует спектру поглощения используемого вещества, происходит фотохимическая реакция с выделением высокоактивных окислителей (синглетного кислорода и свободных радикалов), приводящих к разрушению сенсibilизированных клеток. Таким образом, механизм действия ФДТ – это совокупность трёх компонентов: фотосенсибилизатора, соответствующего ему оптического излучения видимого спектра и молекулярного кислорода. Потенциал использования ФДТ огромен, поэтому учёные многих стран занимаются разнообразными исследованиями в этой области. Фотодинамическую терапию применяют в дерматологии, онкологии, ортопедии, оториноларингологии, офтальмологии и как антибактериальную терапию[2].

Данный метод редко применяется в повседневной практике, т.к. только проходит стадию клинических испытаний в этом задействовано множество учёных. Основное направление это установление зависимости между фотосенсибилизатором, микроорганизмом, на



который он может оказывать пагубное воздействие, и спектром поглощения вещества. Для упрощения подобных экспериментов будет служить разрабатываемый излучатель.

В основе излучателей всех современных систем для фотодинамической терапии лежат лазеры различной конструкции, традиционные гелийнеоновые лазеры, лазеры на красителях с накачкой аргоновым лазером, а также диодные (полупроводниковые). Мощность оптического излучения таких лазеров на выходе световода достигает 3 Вт. При всех положительных качествах лазерных систем, есть несколько существенных недостатков: сложная конструкция, высокая стоимость, необходимость средств защиты органов зрения. Из-за этих недостатков для излучателя используем светодиоды, с мощностью оптического излучения 1 Вт, что не уступает лазерам.

Облучатель состоит из 48 светодиодов: с длиной волны 660 нм, 610 нм, 590 нм, 520 нм, 470 нм, 404 нм по 8 шт. в каждом ряду, что позволяет определить, на какой длине волны фотосенсибилизатор наиболее эффективен. Он рассчитан на совместное использование с иммунологическим 96-луночным планшетом. Такой же планшет будет служить и корпусом.



**Рисунок 1** – Схематичная конструкция излучателя

Использование данного облучателя, собранного на светодиодах позволяет более быстро и качественно оценивать эффективность фотосенсибилизатора и его воздействие на микроорганизмы, что существенно упрощает проведение опытов и исследований.

#### **Список литературы:**

1. Странадко Е.Ф., Кулешов И.Ю., Караханов Г.И. Фотодинамическое воздействие на патогенные микроорганизмы (Современное состояние проблемы антимикробной фотодинамической терапии) // Лазерная медицина. 2010. Т. 14, вып. 2. С. 52-56.
2. Странадко Е.Ф. Гастродуоденальный геликобактериоз и ассоциированные с ним заболевания как объекты для фотодинамической терапии // Лазерная медицина. 2002. Т. 6. Вып. 1. С. 53–58.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ  
ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Р.С. Зиновьева, Г.Т. Амбросова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет - НГАСУ (Сибстрин)

*В данной статье отражены вопросы причин и последствий эвтрофирования водоема. Этот процесс сопровождается развитием в водоеме сине-зеленых водорослей, которые вызывают ряд негативных последствий: ухудшаются органолептические и физико-химические показатели природной воды, нарушается кислородный баланс водоемов, снижается их эстетическая ценность. Эвтрофирование вызвано поступлением в водоем биогенных элементов (азота и фосфора). Выяснилось, что основным загрязнителем являются производственные и бытовые стоки. На сегодня изучены и применяются три принципиально отличных метода: биологический, физико-химический и комбинированный методы. Как показала практика эксплуатации очистных сооружений канализации с данными технологиями, каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Из всех известных методов после проведения исследований предложена усовершенствованная технология удаления азота и фосфора.*

**Ключевые слова:** очистка сточных вод, методы удаления фосфора, доочистка стоков, реагенты, микроорганизмы, физико-химические, биологические методы, технология, циркулирующий активный ил.

До 1980-1990 годов прошлого столетия во всех странах мира, в том числе и в СССР, применялась, с позиции сегодняшнего дня, устаревшая технология, предусматривающая снижение двух показателей (взвешенных веществ и БПК<sub>пол</sub>). В то время считалось, что, удалив из сточной жидкости растворимые и нерастворимые органические составляющие, будет исключено загрязнение водоёмов. К сожалению, в водоёмах продолжали развиваться, хотя с немного меньшей интенсивностью, процессы эвтрофирования.

Выяснилось, что основной причиной эвтрофирования водоёмов является поступление в них биогенных элементов (фосфора и азота). Как правило, эвтрофирование сопровождается целым рядом негативных последствий: ухудшением органолептических и физико-химических показателей природной воды, нарушением кислородного баланса в водоёме, образованием донных отложений, а также снижением эстетической ценности водного объекта.

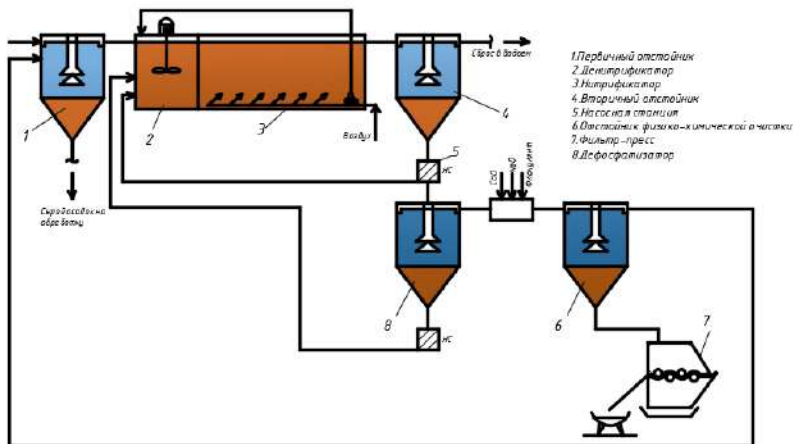
Для решения этой экологической проблемы в последние 10-20 лет её считают основной проблемой и в области очистки сточных вод, так как концентрация этих элементов в городских стоках довольно высокие. Так, в поступающих на очистку стоках концентрация фосфора (в пересчёте на ион-фосфат) может достигать 10-16 мг/л, а азота в пересчёте на ион аммония 40-60 мг/л. В настоящее время учёными многих странами мира проведено огромное количество исследований как в лабораторных, так и производственных условиях, апробированы биологические, физико-химические и комбинированные методы удаления фосфора и азота.

Биологические методы удаления фосфора экологически чистые, не требуют введения реагентов, в сточную жидкость не вносятся дополнительные химические загрязнения, процесс удаления фосфора осуществляется специфическими бактериями *Acinetabacter*. Несмотря на привлекательность этого метода его крайне сложно осуществить, так как для нормальной жизнедеятельности *Acinetabacter* требуется выполнять целый ряд условий. Например, зона, где протекает процесс удаления фосфора всегда должна обеспечиваться в избытке легко окисляемым питательным субстратом в виде кислот карбонового ряда (уксусная, масляная, муравьиная и др.). Стоки и циркулирующий активный ил должны подаваться на очистку равномерно для обеспечения равномерной нагрузки на биомассу по органическим загрязнениям. Выполнить эти условия в производственных условиях практически невозможно, так как стоки на очистные сооружения поступают с коэффициентом неравномерности 1,3-2,5. По этим причинам этот метод не нашел широкого распространения.

Из всех перечисленных методов удаления фосфора наиболее доступным, легко реализуемым и эффективным является физико-химический способ, применение которого требует ввода в сточную жидкость на любом этапе её очистки реагентов: солей железа ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ), алюминия ( $\text{OXA}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), магния ( $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ ) или извести ( $\text{CaO}$ ). В последние годы для удаления фосфора исследуются новые более эффективные комбинированные реагенты

двойного действия, которые не только связывают фосфор в кристаллы трудно растворимой соли, но и ускоряют процесс их осаждение.

Возможным методом удаления фосфора является комбинированный способ, сочетающий в себе биологические и физико-химические методы (рис. 1). Суть этого метода заключается в способности микроорганизмов в анаэробных условиях выделять фосфор, оставаясь при этом жизнеспособными организмами, а в аэробных компенсировать потерю фосфора до первоначального значения. Выделенный в анаэробных условия фосфор связывается в труднорастворимую соль и выводится из биологической системы. Данный способ может обеспечить удаление фосфора из сточной жидкости до предельно-допустимых концентраций, однако при этом требуются большие капитальные затраты на строительство сооружений, где выделяется фосфор из клетки, и где связывается фосфор в трудно растворимую соль.

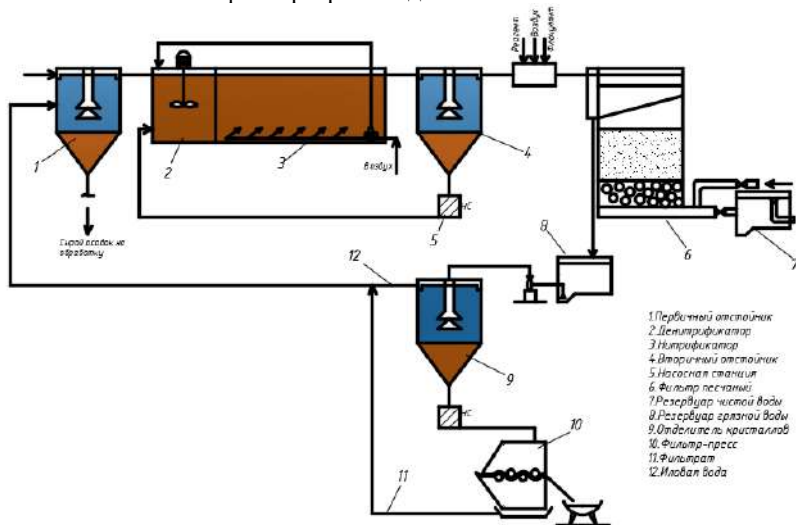


**Рисунок 1** - Комбинированный метод удаления фосфора из сточной жидкости.

Методы удаления из сточной жидкости азота также отличаются большим разнообразием: используются физические, физико-химические и биологические методы. Однако к апробированному, эффективному, экологически чистому и широко применяемому в настоящее время методу относится удаление азота биологическим способом с использованием процессов нитрификации и денитрификации. Суть метода заключается в длительной обработке сточной жидкости в аэробных условиях в результате которой вначале

окисляются растворимые и частично нерастворимые органические вещества, а затем азотсодержащие соединения. На первом этапе окисления азота образуются нитриты и нитраты, которые на втором этапе используются как источники связанного кислорода для дыхания микроорганизмов. В результате биохимических реакций окисленные формы нитриты и нитраты в зоне денитрификации восстанавливаются до элементарного азота, который выделяется в атмосферу.

На рисунке 2 представлены самая перспективная технология удаления азота и фосфора из сточной жидкости. Согласно этой схеме сточная жидкость освобождается от азота на стадии биологической очистки в нитрификаторах и денитрификаторах, а фосфор удаляется на стадии доочистки стоков. Образующиеся в камере реакции кристаллы ортофосфорной кислоты задерживаются в верхних слоях фильтрующей загрузки и удаляются из неё в период обратной промывки фильтра. Грязная вода с кристаллами попадает в уплотнителе для улавливания кристаллов, которые после этого обезвоживаются на фильтр-прессах до влажности 60-70%.



**Рисунок 2** - Метод удаления азота нитрификацией денитрификацией и фосфора на стадии доочистки стоков

В настоящее время в мировой практике на многих объектах применяются современные технологии очистки сточных вод, в целом обеспечивающие снижение основных показателей (ХПК, БПК<sub>полн</sub>, взвешенные вещества, азот и фосфор) до предельно-допустимых

концентраций, установленных для водоёмов рыбо-хозяйственного и хозяйственно-бытового назначения. К сожалению, пока применяемые методы нельзя отнести к совершенным, поэтому их доработка продолжается как отечественными, так и зарубежными учёными.

На кафедре водоснабжения и водоотведения НГАСУ (Сибстрин) проведен большой объём работ, направленных на уточнение некоторых расчётных параметров способов удаления биогенных элементов (фосфора, азота и серы).

**Вывод.** Удаление из сточной жидкости азота и фосфора на стадии её биологической очистки и доочистки исключает эвтрофирование водоёмов.

### **Список литературы**

1. Амбросова Г.Т., Матюшенко Е. Н., Функ А. А., Синеева Н. В. Источники повышения концентрации фосфора в сточной жидкости, поступающей на очистные сооружения канализации, и способы их устранения//Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов академии строительства и архитектуры. ФГАОУВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». СИТБ, № 5 (57) - 2016, стр. 24-31. (РИНЦ).
2. Амбросова Г.Т., Матюшенко Е.Н. Немшилова М.Ю. Удаление фосфора из сточной жидкости// Патент № 2593877. Приоритет от 5 ноября 2014 года, зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации от 18.07.2016 года. Срок действия патента истекает 5.11. 2034 года.
3. Амбросова Г.Т., Матюшенко Е.Н., Синеева Н.В. Места дефосфатирования городской сточной жидкости и эффект удаления фосфора реагентами//Журнал «Вода и экология» Санкт-Петербург, №4, декабрь, 2017. (ВАК, Scopus).

## **ТЕХНОЛОГИЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГЕНЕРАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ЩЕЛОЧНЫХ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ**

**К.В. Целищева, А.А. Рязанцев**

**Сибирский государственный университет путей сообщения -  
СГУПС, raastu@academ.org**

*Предложен способ регенерации щелочных моющих растворов, позволяющий вернуть их на повторное использование и снизить нагрузку на заводские очистные сооружения. В качестве реагентов используют неионогенное поверхностно-активное вещество - продукт*

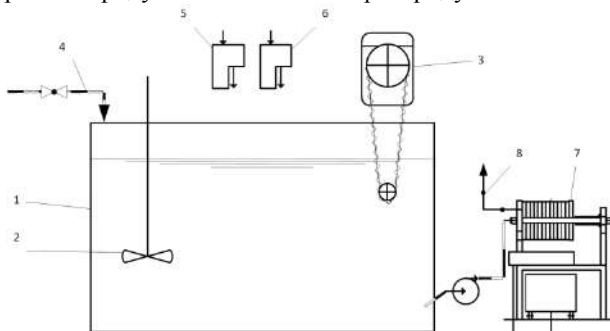
полимеризации окисей пропилена и этилена с глицерином – в количестве 30 - 40 мг/л, и сульфат магния в количестве 100 - 200 мг/л.

**Ключевые слова:** сточные воды, деэмульгирование нефтепродуктов

Источниками образования сточных вод на предприятиях ЖД транспорта являются такие технологические операции, как ремонт оборудования, наружная обмывка локомотивов и пассажирских вагонов, горячая промывка и пропарка цистерн из-под нефти, а также сбросы отработанных моющих растворов, в которых концентрация нефтепродуктов и твердых примесей может достигать нескольких десятков граммов в одном литре. При сбросе таких растворов в приемные резервуары заводских очистных сооружений происходит резкое увеличение концентрации загрязняющих веществ в общезаводском стоке и загрязнение канализационных сетей. Сооружения очистки сточных вод не справляются с возросшей нагрузкой и быстро выходят из строя или требуется частая замена дорогостоящих комплекующих материалов и адсорбентов.

Цель работы – разработать технологию регенерации щелочных моющих растворов от машин для мойки и сушки подшипников, кожухов и корпусов букс, позволяющую очистить и вернуть их на повторное использование.

Отработанные моющие растворы это сложные дисперсные системы, состоящие из смеси взвешенных веществ, неэмульгированных нефтепродуктов, а также растворимых и нерастворимых продуктов омыления нефтепродуктов и масел.



**Рисунок 1** – Схема очистки и регенерации моющих растворов.

1 – реактор; 2 – мешалка; 3 – нефтеотделитель; 4 – трубопровод подачи раствора на очистку; 5, 6 – дозирующие насосы; 7 – фильтр; 8 – трубопровод возврата очищенного раствора в моющую машину.

В предлагаемом способе (Рис. 1) отработанную жидкость из моечной машины через трубопровод 4 подают в ёмкость 1, где она отстаивается и охлаждается до температуры 60-70°C. Затем с помощью нефтееделителя 3 удаляют всплывшие неэмульгированные жиры, масла и нефтепродукты. После удаления жиров, масел и нефтепродуктов включают мешалку кавитационного типа 2 и при интенсивном перемешивании в течение 2-3 минут на каждой стадии обработки дозирующими насосами 5 и 6 последовательно вводят сначала реагент – деэмульгатор, а затем раствор реагента, который в щелочной среде моющего раствора образует нерастворимый гидроксид, на поверхности частиц которого адсорбируются продукты деэмульгирования. Образовавшуюся суспензию подают в фильтр-пресс 7, фильтрат по трубопроводу 8 возвращают в моечную машину, а обезвоженный осадок отправляют на утилизацию. В качестве реагентов используют неионогенное СПАВ - продукт полимеризации окисей пропилена и этилена с глицерином – в количестве 30 - 40 мг/л, и сульфат магния в количестве 100 - 200 мг/л. Перемешивание осуществляют с помощью мешалки кавитационного типа. Мешалка обеспечивает эффективное диспергирование реагентов в объеме жидкости и разрушение стабилизационного слоя на поверхности раздела фаз под воздействием кавитации. Применение предлагаемого способа регенерации моющих и обезжиривающих растворов приводит к повышению эффективности и стабильности очистки, позволяет вернуть их на повторное использование и снизить нагрузку на заводские очистные сооружения.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**С.А. Плотникова, А.А. Рязанцев**  
**Сибирский государственный университет путей сообщения -**  
**СГУПС, raastu@academ.org**

*Предложена технологическая схема удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод гальванического производства, основанная на электрокоагуляционном удалении хрома и реагентном осаждении кадмия и цинка в виде сульфидов.*

**Ключевые слова:** тяжелые металлы, электрокоагуляция, электрофлотация, сульфид кальция, сточные воды



Предотвращение загрязнения водоемов производственными сточными водами тесно связано с разработками мероприятий по сокращению потребления свежей воды на технологические нужды производства. Один из наиболее рациональных путей для достижения этой цели – создание новых или реконструкция устаревших локальных систем очистки с извлечением ценных компонентов и повторным использованием очищенных сточных вод.

Цель работы – разработать проект реконструкции ЛОС участка по нанесению гальванических покрытий.

Сточные воды гальванического производства включают в себя постоянно образующиеся промывные воды и отработанные концентрированные растворы электролитов, сбрасываемые на ЛОС периодически. Все сточные воды токсичны и их следует сбрасывать в канализацию только после обезвреживания, очистки и нейтрализации.

Принятая на предприятии схема очистки включает последовательно: усреднение сточных вод, восстановление  $\text{Cr}^{6+}$  бисульфитом натрия, осаждение тяжелых металлов в виде гидроксидов при  $\text{pH}=8-9$ , осветление методом электрофлотационного разделения фаз и доочистку на сорбционных фильтрах. Сравнение значений минимальной растворимости гидроксидов [1] со значениями нормативов сброса сточных вод в систему канализации г. Новосибирска [2] показывает, что принятая схема очистки не обеспечивает достижение нормативных показателей по цинку, кадмию и алюминию. При применении метода восстановления  $\text{Cr}^{6+}$  бисульфитом натрия концентрация сульфатов в очищенной сточной воде будет превышать установленный норматив 100 мг/л.

Нами предложена технологическая схема, включающая разделение сточных вод на два потока: 1 – хром- и алюминий- содержащие промывные воды; 2 – кислотно-основные стоки от ванн обезжиривания, оксидного фосфатирования, меднения, кадмирования и цинкования. Поток №1 подается в электролизер с растворимыми Fe-анодами, где осуществляется восстановление  $\text{Cr}^{6+}$  до  $\text{Cr}^{3+}$  при  $\text{pH} = 5-7$  и коагуляционное осаждение гидроксидов  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  и частично  $\text{Zn}^{2+}$ . После осветления воды в отстойнике жидкость объединяют с потоком №2 и подают в реактор, в который одновременно дозируют твердый  $\text{CaS}$ . В реакторе происходит управляемый гидролиз сульфида кальция и образование сульфидов металлов, растворимость которых на много порядков меньше, чем гидроксидов [3]. Далее следует электрофлотационное разделение фаз и доочистка фильтрованием осветленной жидкости через инертную

зернистую загрузку, предварительно «зашлавленную» гидроксидами железа  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  и  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Предложенный метод удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод гальванического производства, основанный на электрокоагуляционном удалении хрома и реагентном осаждении кадмия и цинка в виде сульфидов, позволяет обеспечить достижение нормативных показателей по содержанию примесей в очищенной воде.

### **Список литературы**

1. Святохина И.П., Исаева О.Ю., Пестриков С.В., Красногорская Н.Н. Расчет минимальной растворимости гидроксидов тяжелых металлов в воде // Журнал физической химии.- 2002.- Т.76.- №2.- С.1416-14-17.
2. О нормативах водоотведения (сброса) по составу сточных вод в систему водоотведения (канализации) города Новосибирска // Постановление мэрии города Новосибирска № 3051 от 30 июня 2017г. [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/465717598>
3. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии.- М.: Химия, 1989.- 448 с.

## **ОЧИСТКА СТОЧНОЙ ВОДЫ РАСТЕНИЕМ – ВОДООЧИСТИТЕЛЕМ**

**К.С. Смирнов, В.Н. Гончарова, С.А. Степанова**  
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий**  
**- СГУГиТ, [svetlana.himiya@mail.ru](mailto:svetlana.himiya@mail.ru)**

*Проведено исследование очистки воды, загрязненной органическими веществами, растением – водоочистителем – эйхорнией (водный гиацинт). В воду, загрязненную стиральным порошком, фенолом, ацетоном и нефтью помещалась эйхорния. Исходные растворы и растворы после очистки эйхорнией контролировались газово-жидкостным хроматографом. Показано, что после недельной очистки пики, соответствующие фенолу и ацетону, обнаружены не были. Пик, соответствующий стиральному порошку исчез после 20 дней очистки. Нефть потребовала месяц.*

**Ключевые слова: Биоочиститель, эйхорния, загрязненная вода, органические соединения**

Пресная вода составляет 0.6% от всех огромных запасов воды на планете Земля. Пресная вода расходуется на нужды промышленности,

сельского хозяйства и быта. Загрязненная вода (сточная) подлежит очистке. Мониторинг показывает, что в большинстве случаев (в том числе и в Новосибирской области) сточная вода сбрасывается в природные водоемы. Без надлежащей очистки. В результате природные водоемы получают загрязнения, приводящие к серьезной метаморфизации воды. Поэтому очистка природных источников является весьма актуальной проблемой.

Целью данной работы является определение количественной оценки очистки воды. Существуют растения, способные в той или иной мере очищать водоемы от загрязнений. Судя по публикациям наибольшей очищающей способностью обладает водный гиацинт.

Поставленная цель достигалась исследованием с помощью газожидкостного хроматографа. Сравнивались пики загрязнений в исходных образцах воды, то есть величина исходных загрязнений, соответствующих загрязнениям после 10, 20, 30 дневной очистки воды с помощью эйхорнии. Результаты показали, что ацетон и фенол не были обнаружены после 10-ти дневной очистки воды. Незначительный пик стирального порошка остался после 20-ти дневной очистки, нефть потребовала 30-ти дневной очистки, после чего ее пик отсутствовал.

Тем самым, проведенные нами исследования показали, что данное растение надежно и достаточно быстро (7-30 дней) очищает воду от таких популярных загрязнителей как фенол, стиральный порошок, ацетон, нефть.

Эйхорния – южно-американское растение. Это имеет свои плюсы и минусы в вопросе об очистке природных вод в Новосибирской области.

Плюсы – эйхорния – теплолюбивое растение, в холодное время года погибает и не может заполнить водоёмы.

Минусы – зимой трудно и дорого сохранять её генофонд, что значительно удорожает ее применение.

В силу этого предприятия предпочитают загрязнять водоёмы, платя за это штрафы, а не очищать их с помощью безвредно природного очистителя – эйхорнии.

### **Список литературы**

1. В. Н. Гончарова. Очистка сточных вод от органических соединений натуральным биоочистителем – Сборник докладов, LXV Региональная студенческая научная конференция, 2017, СГУГиТ
2. Воронина Л.П., Малеванная Н.Н., Карпова Е.В. Поиск качественных характеристик *Eichhornia crassipes*, способствующих реализации его экологических функций (Водяной гиацинт: очистка

водоемов и кормовая ценность). – Актуальная проблема инноваций нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов -, 2001, - с. 174-176

## ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОЧНЫХ ВОД Г. ЯКУТСКА

**Н.Ч. Тоносва, Е.А. Ефремова, Е.А. Удальцов**  
Новосибирский Государственный Технический Университет -  
НГТУ, ugodnic@gmail.com

*Коммунально-бытовые стоки загрязненные пропагативными формами био- и геогельминтов обуславливают неблагоприятное санитарно-паразитологическое состояние р. Лена, что оказывает негативное влияние на экологическую и эпидемическую ситуацию по паразитозам в Республике Саха.*

*В статье представлены результаты оценки паразитологического загрязнения канализационных сточных вод г. Якутска. Исследования показали, что в пробах воды взятых до очистки, а также осадка из песколовков в 100% случаев зарегистрированы яйца аскарид и дифиллоботриид. Неповреждённые яйца возбудителей аскаридоза и дифиллоботриоза были обнаружены соответственно в 18 и 9% проб воды и после воздействия ультрафиолетового излучения.*

*Установлено, что применяемые на очистных сооружениях канализации, г. Якутска методы дезинвазии не обеспечивают уничтожение возбудителей аскаридоза и дифиллоботриоза, и не гарантируют эпидемиологическую безопасность сточных вод в отношении этих гельминтозов.*

**Ключевые слова:** пропагативные формы гельминтов; дифиллоботриоз; обсеменение объектов окружающей среды; санитарно-паразитологический мониторинг сточных вод; санитарно-паразитологические показатели качества воды.

Предотвращение распространения инвазионных болезней и защита поверхностных водосточников от контаминации яйцами и личинками гельминтов – эффективное обеззараживание сточных вод. Современные очистные сооружения в значительной мере освобождают воду от механических, химических загрязнений, и от патогенной микрофлоры. Однако даже высокоэффективные очистные объекты, в ряде случаев, не обеспечивают надлежащей дезинвазии стоков [1, 2].

Цель работы – провести анализ экологического и санитарно-паразитологического мониторинга сточных вод и их осадков на наличие яиц гельминтов на станции биологической очистки г. Якутска.

Сбор материала и динамические исследования осуществляли с 2015 – 2017 гг. на станции биологической очистки сточных вод г. Якутска исследования проб воды и их осадков проводили в химико-бактериологической лаборатории «ГУП Водоканал» г. Якутска. В ходе выполнения работы использовали эпидемиологические, санитарно-паразитологические и статистические методы исследования.

Применяемые на очистных сооружениях канализации, г. Якутска методы дезинвазии не обеспечивают уничтожение возбудителей паразитарных заболеваний и не гарантируют эпидемиологическую безопасность воды в отношении возбудителей аскаридоза, и дифиллоботриоза. Причиной недостаточного ооцидного действия ультрафиолетового излучения, а также снижения эффективности ультрафиолетовых ламп является по нашему мнению быстрое загрязнение их поверхности.

Одним из возможных экологических (безреагентных) решений проблемы загрязнения УФ-ламп, а также повышение эффективности паразитологической очистки сточных вод является одновременное воздействие на воду ультразвук и ультрафиолета. Ультразвук, очищая стекло УФ-ламп, одновременно подвергает деструкции клеточные оболочки яиц гельминтов, тем самым делая их более уязвимыми для ультрафиолета.

Оценка паразитологического загрязнения, санитарно-паразитологический мониторинг канализационных сточных вод являются, отправной точкой для регуляции паразитарной экосистемы путем воздействия, на её внеорганизменную часть, что позволит обеспечить санитарную охрану водоемов и оптимизировать профилактику паразитарной заболеваемости населения, связанной с водным фактором.

### **Список литературы:**

1. Сарбашева М.М., Биттирова А.А., Атабиева Ж.А., Биттиров А.М. Модель санитарно-гельминтологического надзора и поиск средств дезинвазии почвы и воды в очагах тениаринхоза в условиях Кабардино-Балкарской Республики // Гигиена и санитария – 2014. – №3 – С. 31 – 34.
2. Юсупхужаева А.М. Дегельминтизация сточных вод на очистных сооружениях г.Ташкента // Гигиена и санитария – 2014.- №3 – С. 34 – 37.

## СООРУЖЕНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ Г. КУЙБЫШЕВА

Е.Н. Игнатов, Е.Н. Гусельникова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет - НГАСУ (Сибстрин), egusel@mail.ru

*В работе определяются гидрологические характеристики р.Омь, построены кривая обеспеченности, кривые многолетних колебаний максимальных уровней воды, максимальных расходов воды, определены линии тренда*

**Ключевые слова:** наводнение, весеннее половодье, максимальные уровни, затопление территории, гидрологические характеристики, защитная дамба

В административном отношении, защитная дамба расположена в г. Куйбышеве, Куйбышевского района, Новосибирской области. В геоморфологическом отношении район дамбы находится в Омь – Тартасском районе Восточно – Барабинской аккумулятивной равнины, для которого характерен гривно – лощинный рельеф с множеством мелких озер, займищ, болот. В рассматриваемом районе колебания высот от 123 до 107 мБс. Уклон поверхности в сторону русла р. Оми.

Русло р. Омь неразветвленное, местами сильноизвилистое и в целом относится к меандрирующему. Выше г. Куйбышев отмечаются следы завершеного меандрирования (староречья – отмершие излучины у с. Маслинино, устье Патрушевского магистрального канала). В целом русловые процессы развивались в полосе меандрирования, dna долины р.Омь, ширина которой составляет 2-3 км.

Скоростной поток в русле р. Омь в период половодья достигает 0,7 – 1,0 м/с в среднем по сечению и до 1,0 – 1,5 м/с по максимальному потоку (поверхностному).

Половодье проходит обычно одной выраженной волной, распластанной за счет естественной зарегулированности водосбора до 3-4 месяцев. Обычные сроки прохождения половодья с апреля по июнь, реже спад завершается в июле, в крайних случаях половодье не выражено, сток талых вод проходит в краткие сроки апреля при вскрытии рек.

Общая протяженность дамбы около 31 км. Дамба отсыпана неоднородными грунтами: суглинками твердыми непросадочными слабозаторфованными с включениями щебня и битого кирпича до 5-

10%. Также встречается суглинок просадочный слабонабухающий с примесью органических веществ и глина твердая просадочная слабозаторфованная.

Почти на всем протяжении дамбы подстилающими грунтами являются насыпные грунты суглинки, супеси, пески. Местами встречается глина, суглинок твердый просадочный.

Превышение отметки гребня защитных дамб над расчетным уровнем 1% обеспеченности с учетом высоты наката ветровых волн, ветрового нагона воды и конструктивного запаса составляет 1,2 м. Ширина по гребню дамб составляет 4,5 м. Заложение откосов дамб со стороны реки 1:2,0; сухого откоса со стороны застройки 1:2,0. Крепление гребня дамб выполнено грунтощебнем толщиной около 25 см.

За последние десятилетия наивысшие уровни воды в р. Омь отмечаются с превышением нормы, что вероятно связано не только с водностью периода, но и повышением уровня прохождения пика половодья в современных условиях морфометрии долины реки на протяжении ряда участков, особенно в районе населенных мест (противопадные участки – ограждающие, дамбы – переезды, и др.), а также зарастание русла и поймы древесно-кустарниковой растительностью.

Очевидно, что водозащитная дамба является основным объектом, который защищает от негативного воздействия вод (затопления паводковыми водами реки Омь) территории жилой застройки г. Куйбышева.

### **Список литературы**

1. Белоненко Г.В., Карнацевич И.В., Мезенцев В.С. Гидрологические и водохозяйственные расчеты водохранилищ на малых реках Западной Сибири: учеб. пособие – Омск.: ОмСХИ, 1992. – 80 с.

## **СОРБЕНТ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ, СИНТЕЗ, СВОЙСТВА**

**Н.А. Старцева, Д.В. Друзилевич, Г.Л. Радченко**  
**Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет - НГАСУ (Сибстрин)**

*Синтезирован гуминоалюмокремниземный композиционный сорбент изучены его свойства, определен круг возможного применения.*

**Ключевые слова: сорбент, гуминовые кислоты, водоподготовка.**

В настоящее время в связи с развитием антропогенного воздействия на окружающую среду становятся все более актуальными проблемы экологии. И поэтому представляется естественным вовлечение природных материалов и продуктов их модифицирования для решения, в частности, вопросов водоподготовки, т.е. разработка и применение эффективных и экономически приемлемых природоохранных технологий. Так, на основе торфа в литературе [1] предложен композиционный сорбент для удаления ионов тяжелых металлов.

В представленной работе были поставлены следующие задачи: синтезировать предложенный сорбент, изучить его некоторые свойства и определить круг возможного применения в водоподготовке.

Синтез сорбента состоял в обработке торфа водным раствором силиката натрия. После высушивания и прокаливании образовавшегося гидрогеля формируется алюмокремниевая матрица с закрепленными на ней гуминовыми кислотами. Прогнозируемая эффективность по сорбционной емкости для различных металлов составляет от 2,6 до 4,4 ммоль/г, в частности, по иону  $Fe^{+3}$  – 2,6 ммоль/г.

Синтезированный сорбент был проанализирован на количественный и качественный элементный состав в Институте органической химии СО РАН с использованием автоматического CHNS-анализатора и спектрометра с микроволновой плазмой. Из полученных результатов были сделаны следующие выводы:

- 1) массовое соотношение С:Н:N:О соответствует соотношению этих элементов в гуминовых кислотах;
- 2) в составе золы были обнаружены некоторые тяжелые металлы, но в концентрациях на 4-5 порядков ниже их ПДК в питьевой воде (Mn, Cu, Zn, Cr);
- 3) содержание железа превышало ПДК на 1,5 порядка.

Изучение свойств полученного сорбента состояло в определении его растворимости в воде. С этой целью определяли величину pH дистиллированной воды до и после ее контакта с сорбентом в течение суток. Величина pH воды не изменилась ( $pH \approx 6$ ), из этого был сделан вывод: растворимые гуматы в сорбенте отсутствуют.

В связи с предполагаемым использованием сорбента – удаление ионов металлов были проведены следующие опыты:

- I. Опыты по удалению катионов жесткости:



В течение 30 мин. 1 г сорбента находился в контакте со 100 мл водопроводной воды. Результаты: до сорбции  $J(\text{Ca}^{+2}) = 1,6$  ммоль-эк /л, после сорбции  $J(\text{Ca}^{+2}) = 0,8$  ммоль-эк /л;

II. Опыты по удалению катионов железа:

1) Готовились модельные растворы, содержащие ионы железа с концентрациями 0,3; 0,6; 1,0 мг/л; время контакта растворов (100 мл) с 1 г сорбента было 30 мин. и 1 час. Содержание железа определялось методом фотометрии. Результаты показали полное отсутствие железа;

2) Поскольку в составе полученного сорбента содержалось некоторое количество железа, было проведено исследование процесса сорбции с модельными растворами железа более широкого диапазона концентраций: от 0,1 мг/л до 1,2 мг/л с шагом 0,1 мг/л; время контакта растворов (100 мл) с 1 г сорбента составило 1 сутки. Визуальное наблюдение показало, что изначально светло-желтые растворы очень быстро стали прозрачными, а через несколько часов некоторые из них вновь пожелтели. Определение содержания железа через 1 сутки показало, что: а) в образцах с концентрациями железа 0,1 – 0,4 мг/л после сорбции железо не обнаружено; б) в образцах с концентрациями железа 0,5 – 1,0 мг/л после сорбции содержание железа соответствует ПДК(Fe) в питьевой воде, т.е. 0,3 мг/л; в) в образце с концентрацией железа 1,2 мг/л после сорбции содержание железа возросло в 3-4 раза, т.е. вероятно, произошла десорбция.

III. Для подтверждения возможности использования сорбента для улучшения качества воды Лабораторией контроля воды Верхнеобского бассейна было проведено хроматографическое исследование 2-х наших образцов воды: 1-й – водопроводная вода, 2-й – водопроводная вода, находящаяся 30 мин. в контакте с сорбентом. Сравнительный анализ результатов исследований показал, что после сорбции такие показатели как «сухой остаток», концентрации кальция и железа, жесткость воды, ХПК уменьшились на 25-28 %, величина pH не изменилась.

Результаты и выводы проделанной работы:

1) проведен синтез композиционного сорбента на основе гуминовых кислот;

2) проанализирован состав полученного сорбента;

3) проведены опыты по сорбции катионов кальция и железа;

4) полученный сорбент может быть использован для удаления катионов

кальция и тяжелых металлов;

5) полученный сорбент может быть использован для обработки жестких артезианских вод, содержащих повышенное содержание

железа, для нужд сельского хозяйства; а также для обработки воды, содержащей тяжелые металлы, для некоторых отраслей промышленности.

#### **Список литературы:**

1. Патент Российской Федерации №2174871, 16.02.2000 г.

## **ОПТИМАЛЬНЫЕ ПУТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ ТКО**

**Д.В. Карелин, Е.А. Шпакович**

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет – НГАСУ (Сибстрин), ggxsibir@mail.ru**

*Данная работа посвящена решению актуальной и очень важной проблемы не только для Новосибирской агломерации, но и для всей Российской Федерации в целом - рекультивация полигонов твердых коммунальных отходов. В современных условиях невозможно не оценить важную роль экологии в жизни людей.*

**Ключевые слова:** Рекультивация, твердые коммунальные отходы, мусорный полигон, биологическое восстановление почв, колосниковые решетки.

Актуальность проблемы рекультивации промышленных территорий обусловлена необходимостью создания комфортной городской среды и заботой о здоровье и безопасности граждан, проживающих в ней, а также введением в частичный хозяйственный оборот городских и сельских земель

На основе изученных методов и способов рекультивации выявлены наиболее оптимальные.

Целью данной работы является анализ отечественного и зарубежного опыта альтернативных вариантов рекультивации и выявление наиболее эффективного метода рекультивации.

Существуют различные по своей технологии методы рекультивации.

Биологическая рекультивация наиболее бережный и безопасный способ, однако, он уступает по экономическим показателям термической. Относительно дорогая стоимость строительных материалов плохо окупается в дальнейшей эксплуатации. Необходимо понимать, что биологическое восстановление нарушенных земель не является самостоятельным видом рекультивации. Очень важен

технический этап, с применением специальных защитных систем и мероприятий, позволяющих минимизировать негативное влияние отходов ТКО на атмосферу, почву, а так же грунтовые воды.

При отсутствии другой возможности рекультивировать территорию, биологическая рекультивация вполне конкурентоспособна.

С одной стороны, наиболее простой и быстрый способ правиться с отходами – это сжигание твердых коммунальных отходов. Но одновременно с этим при термической переработке, образуются продукты горения, которые содержат токсичные вещества. Разгружая экологическую ситуацию, она усугубляется сильнее.

Мусоросжигательные заводы безусловно необходимы, но в первую очередь, необходимо наладить сортировку отходов и максимально увеличить процент рециклинга.

В Новосибирской агломерации лицензия на транспортировку и сбор отходов получена, только у Гусинобродского полигона. Остальные четыре являются самовольными, что нарушает все нормативы бережного отношения к окружающей среде. В связи с этим, было решено рассмотреть Гусинобродский полигон как источник загрязнения окружающие среды и подобрать методом сравнения наиболее подходящий метод его рекультивации. В дальнейшем на примере полигона Гусинобродский возможна рекультивация оставшихся полигонов ТКО в Новосибирской агломерации.

Проведены укрупненные расчеты и предложен сравнительный анализ технологий переработки на основе глубокого пиролиза с применением колосниковых решеток и плазмотермических реакторов. Варианты были сравнены с целью выявить более выгодный в стоимостном эквиваленте, а так же энергоэффективности

Исходя из расчетов можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным способом утилизации ТКО является сжигание на колосниковых решетках.

Строительство завода по утилизации ТКО окупается за 2,5 года в общем случае, при условии, что существует потребность рынка в производимых продуктах (стройматериалах, энергии). Что говорит о прибыльности производства. В структуре аналитической части введена градация прогнозов развития событий. Данные позволят дополнить существующую теоретическую базу, на которую в дальнейшем могут ссылаться другие авторы при дальнейших исследованиях, а также использоваться в качестве рекомендации при рекультивации полигонов ТКО в Новосибирской агломерации.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАРТОФЕЛЬНЫХ ЧИПСОВ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Ю.Е. Камоцкая, М.А. Кондратовская

С.А. Шахов, А.С. Кожемяченко

Сибирский государственный университет путей сообщения -  
СГУПС, [kyuliyae@mail.ru](mailto:kyuliyae@mail.ru)

*Определены показатели качества картофельных чипсов с солью разных ценовых категорий: вкусовые качества, массовая доля жира, массовая доля соли.*

**Ключевые слова:** картофельные чипсы, массовая доля жира, массовая доля соли.

Состав чипсов: картофель, масло растительное, соль, усилители вкуса и аромата (глутамат натрия Е621, гуанилат натрия Е627, инозинат натрия Е631), натуральные и идентичные натуральным ароматические вещества, мальтодекстрин, декстроза, регулятор кислотности (лимонная кислота Е330), добавка, препятствующая комкованию Е551, краситель натуральный жирорастворимый Е160С.

Целью настоящего исследования является сравнение характеристик чипсов без вкусовых добавок разных производителей.

Исследовались вкусовые качества чипсов, содержание поваренной соли, а также содержание жира.

Объектами исследования были чипсы «Lay's с солью», чипсы картофельные с солью производства ООО «Русскарт», чипсы картофельные с солью производства ООО «КДВ Яшкино». (Lay's - 78 рублей, производитель ООО «Русскарт – 65 рублей, производства ООО «КДВ Яшкино – 43 рубля)

Вкусовые качества исследовались органолептически методом слепого теста. Содержание жира определялось по ГОСТ 15113.9-77: навеска чипсов заливалась изооктаном, кипятилась в течение часа, затем изооктан с растворенным жиром сливался. Обезжиренные чипсы высушивались и взвешивались. Массовую долю поваренной соли определяли методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105».

"КАПЕЛЬ-105" - прибор с наиболее широкими возможностями. В нем сохранены лучшие качества предыдущих моделей - жидкостная система охлаждения капилляра, автосемплеры, возможность работы в программируемом автоматическом режиме: в энергонезависимую память записывается до 15 программ проведения анализа. Каждая

программа может содержать до 60 шагов, использовать циклы и вызывать другие программы. Программы могут создаваться на основе типовых шаблонов, редактироваться и перезаписываться.

В ходе экспериментов установлено, что максимально допустимое содержание жира в чипсах – 37%. Образец №1 содержит жира на 5% больше – 42,2%. Остальные образцы соответствуют данной норме. Жир, накапливающийся в чипсах, приводит к образованию «плохого» холестерина – а это атеросклероз, тромбофлебиты и другие опасные заболевания.

**Таблица 1** - Содержание жира и соли в образцах чипсов

	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Содержание жира, %	42,2	34,3	35,7
Содержание соли, %	1,4	3,1	0,5

Результаты выполненных анализов (таблица 1) показали превышение содержания соли обнаружено в образце №2. Максимальное содержание соли по ТУ 2,5%. Остальные образцы соответствуют данной норме.

По результатам слепого теста лучшими по вкусовым качествам были признаны чипсы №2 – за них проголосовало 46% участников. Самые дорогие чипсы №1 получили 36% голосов.

Таким образом, самые дешевые чипсы оказались самыми вкусными, а самые дорогие – самыми жирными. Только образец №3 соответствовал всем требованиям нормативных документов.

При этом оказалось, что таким образом намного более вредные являются не те чипсы, что готовятся из цельной картошки (образец №3), а те, что приготовлены из пюре (образцы №1,2) – а таких сейчас на рынке большинство. Последние, это просто настоящая смесь жира и углеводов в количестве, которое просто не нужно организму, да еще и приправленное химическими вкусовыми добавками.

### **Список литературы**

1. Катионы ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000 (определение ионов аммония, калия, натрия, лития, магния, стронция, бария и кальция)
2. Анионы ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 (определение хлорид-, нитрит-, сульфат-, нитрат-, фторид- и фосфат-ионов)
3. Скурихин И. М., Нечаев А. П. Все о пище с точки зрения химика: Справ, издание. С 46 М.: Высш. шк. 1991.—288 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

**А.С. Петрова, О.Ю. Тельнова, С.А. Шахов, А.С. Кожемяченко**  
**Сибирский государственный университет путей сообщения -**  
**СГУПС, [olia-olia-0@mail.ru](mailto:olia-olia-0@mail.ru)**

*Исследован химический состав водопроводной воды в разных населенных пунктах Новосибирской области. Изучены и проверены общие физико-химические показатели качества воды, а также органолептические показатели. Разработаны рекомендации по подбору фильтров, подходящих для воды с определенными показателями.*

**Ключевые слова:** водопроводная вода, жесткость, содержание **ионов.**

Вода напрямую связана с состоянием здоровья населения, экологической чистотой продуктов питания, с разрешением проблем медицинского и социального характера. Она обеспечивает существование живых организмов на нашей планете, так как входит в состав клеток любого животного и растения.

По данным формы федерального статистического наблюдения N 18 "Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации" за 2009 год, доля проб питьевой воды из водопроводной сети, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила 16,8 %, а по микробиологическим - 5,1 % процента. Как следствие, длительное использование питьевой воды с нарушением гигиенических требований по химическому составу обуславливает развитие различных заболеваний у населения.

Исследовались образцы воды из п. Барлакский, р.п. Мошково, г. Болотное, г. Новосибирска.

Вкус, привкус и запах воды определялись органолептическим методом по ГОСТ 3351-74. Водородный показатель pH определялся с помощью рН-метра «Аквилон рН-410».

Анализ растворенных солей проводился на системе капиллярного электрофореза «Капель-105», где анализировались 8 катионов и 6 анионов.

Капиллярный электрофорез – высокоэффективный метод разделения и анализа компонентов сложных смесей, для анализа химических загрязнителей. Под действием электрического поля компоненты пробы начинают двигаться по капилляру с разной

скоростью, зависящей от их структуры, заряда и молекулярной массы, и, соответственно, в разное время достигают детектора. Полученная последовательность пиков – электрофорограмма, позволяет судить о качественном составе образца по времени миграции, и о количественном – по высоте или площади пиков.

Превышение ПДК фторид-иона зафиксировано в воде г. Болотное и близкое к ПДК значение в воде р.п. Мошково. Содержание фторид-иона более 1,5 мг/л приводит к развитию флюороза.

В водопроводной воде п. Барлакский обнаружено значительное количество нитрат-иона. Его наличие, как правило, обусловлено стоками воды с сельскохозяйственных угодий, которые обрабатываются азотосодержащими удобрениями.

Таким образом, исследованные образцы воды целесообразно дополнительно очищать от фторид- и нитрат-ионов, и также от избыточного количества растворенных веществ, которые дают сухой остаток.

Для этой цели можно рекомендовать использовать специальные фильтры. В настоящее время предлагается большое количество бытовых фильтров для воды, среди которых наиболее доступными и эффективными для обследованных вод будут устройства со следующими фильтрующими элементами:

- на основе активированного угля (сорбирует органические вещества)
- на основе ионообменных смол (заменяет растворенные катионы или анионы на ионы  $H^+$  и  $OH^-$  соответственно)
- работающие по принципу обратного осмоса (наилучшая эффективность).

### **Список литературы**

1. Катионы ПНД Ф 14.1:2:4.167-2000 (определение ионов аммония, калия, натрия, лития, магния, стронция, бария и кальция)
2. Анионы ПНД Ф 14.1:2:4.157-99 (определение хлорид-, нитрит-, сульфат-, нитрат-, фторид- и фосфат-ионов)
3. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности
4. ГОСТ 18164-72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

**О.Е. Сартакова, А.И. Павлова**

**Новосибирский государственный университет экономики и  
управления - НГУЭУ «НИНХ», [annstab@mail.ru](mailto:annstab@mail.ru)**

Для геоинформационного анализа местности используют морфометрические показатели, которые рассчитываются по цифровым моделям рельефа (ЦМР), а именно площадь водосбора и объем поверхностного стока.

Как правило, они входят в блок гидрологических параметров, и являются базовыми понятиями. Сеть потенциальных водотоков, и расчет различных производных показателей (т.е. компоненты универсального уравнения смыва почв – USLE), которые необходимы для оценки и моделирования процесса эрозии почв, все это является основой этих понятий.

В современных ГИС, чтобы рассчитать направление поверхностного стока, основой которого является сеточная ЦМР, вычисляется площадь водосбора и объем стока. Моделируемая водная масса перемещается из ячейки с большей высотой в соседнюю ячейку с меньшей высотой. Чтобы определить, как происходит перемещение, нужно проследить за направлением стока для заданной ячейки.

Возможны следующие варианты: перемещение потока из ячейки строго в одну соседнюю ячейку или распределение потока между несколькими соседними ячейками в некоторой пропорции.

На данный момент существует большое количество алгоритмов расчета направлений стока, которые реализуют разные варианты и пропорции распределения потока между соседними ячейками.

Площадь водосбора и объем стока, основанные на базе разных алгоритмов, могут различаться в несколько раз.

Причем до сегодняшнего времени так и не нашли достойного способа оценки правильности расчета направлений стока и пропорций распределения потока на реальных поверхностях. Поэтому, невозможно выбрать из «сеточных» алгоритмов расчета стока, такую последовательность действий, которая давала бы наиболее точный результат.

Есть вероятность, что решить данную проблему можно с помощью изменения концепции расчета показателей, т.е. перемещение потоков не должно быть привязано к регулярной сетке.



В данной работе предложен алгоритм для расчета базовых гидрологических параметров, в основе которого лежит построение линий тока на непрерывной поверхности. Сама поверхность при этом восстанавливается путем интерполяции по значениям высот в дискретных узлах регулярной сетки ЦМР.

#### **Материалы и методы исследований.**

Общая площадь территории для осуществления потенциального стока в соответствующую ячейку регулярной сетки, является площадью водосбора. Это показывает всего лишь геометрию поверхности рельефа. Во всех современных Гис расчет площади водосбора составляет блок гидрологического анализа рельефа. В каждой ячейки сетки ЦМР рассчитывается значение показателя. В результате выходит матрица значений, которая соответствует матрице высот начальной цифровой модели рельефа.

Расчет этого показателя можно представить так: площадь водосбора ячейки  $(i,j)$  равна сумме площадей водосбора соседних ячеек, из которых осуществляется сток в  $(i,j)$ , площади всех ячеек при этом считаются равными.

В современных Гис есть два варианта: Площадь ячейки  $(i,j)$  включена в площадь водосбора и площадь ячейки  $(i,j)$  не включена в площадь водосбора. У ячеек, которые находятся на водораздельных позициях или локальных максимумах, площадь водосбора равна площади ячейки (или нулю).

Объем стока рассчитывается по предложенной выше схеме. Различие лишь в том, что за начальное значение величины берется не площадь ячейки, а слой стока (кол-во осадков для формирования поверхностного стока). Начальное значение может быть разным для каждой ячейки и входным значением алгоритма расчета показателя является матрица той же размерности, что и матрица высот.

В практической части, как правило, правдивые, которые соответствуют определению, значения, получаются только для ячеек внутри водосборных бассейнов, целиком входящих в экстенд ЦМР

Для оставшихся ячеек значения получаются заниженными, т.к. отсутствует часть водосборного бассейна в ЦМР. На данный момент, почти все созданные алгоритмы используют для расчета площади водосбора или объема стока, схему, приведенную ранее.

Различаются только тем, что не всегда можно определить какие ячейки считаются соседними и какая процедура расчета направлений стока используется для распределения воды из текущей ячейки в соседние.

Рассмотрим более подробно данную схему. Структура речной системы представлена в виде древовидной сети водотоков, с имеющимся частным водосбором у каждого. Все водотоки делятся на внешние, которые имеют первый порядок в низ идущей классификации, и внутренние, образованные из-за слияния притоков, у которых порядок соответствует разным системам классификации.

Далее рассмотрим самую употребительную систему Хортон-Штраллера. Частному водосбору назначается тот же порядок, что и текущему в нем водотоку, этим и отличается от полного водосбора, который определяет замыкающий створ. Приведенная структура количественно выражается через следующие параметры: -количество водотоков  $i$ -го порядка; - вероятность впадения водотока  $i$ -го порядка в водоток порядка  $j$ ; – средняя протяженность склонов (здесь и далее -  $i$ -ого порядка  $j$ ); -средний уклон склонов; -средняя протяженность водотоков; - средний уклон водотоков; - средняя площадь водосборов.

Из-за больших трудозатрат определение всех этих параметров для реальных бассейнов по топографическим картам считается невозможным. Пришли к выводу, что обработка ЦМР(цифровая модель рельефа) является самым практичным способом для перехода к рекурсивному отображению речных систем.

ЦМР - растр, который представляет поверхность в виде совокупности высотных отметок в узлах регулярной сети. Чтобы построить корректную гидрологическую ЦМР используют радарные снимки, стереопары снимков в оптическом и ближнем инфракрасном диапазонах

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНЫ ПРОРЫВА В КАНАЛАХ С ПОМОЩЬЮ ПК ANSYS**

**А.О. Валов, В.В. Дегтярев, Н.Н. Фёдорова**

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет - НГАСУ (Сибстрин), [ngasu\\_gts@mail.ru](mailto:ngasu_gts@mail.ru)**

*В настоящей работе выполнен сопоставительный анализ результатов численного и экспериментального исследования параметров волн перемещения в лотке прямоугольной формы поперечного сечения с различной донной шероховатостью при «мгновенном» устранении преграды, создающей первоначальный перепад уровней. В работе использован программный комплекс ANSYS.*

**Ключевые слова:** волны перемещения, численный эксперимент, программный комплекс ANSYS.

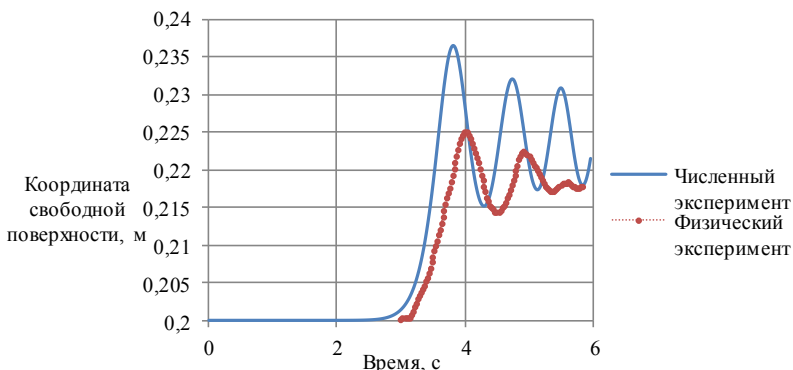
В настоящее время на территории России эксплуатируются несколько десятков тысяч плотин. При этом около 10 миллионов человек проживают на территории нижнего бьефа. Прорыв плотин может привести к огромным материальным потерям, ухудшению состояния окружающей среды, а также к человеческим жертвам.

Плотины из грунтовых материалов, зачастую представляющие собой основной элемент напорного фронта – источник наибольшей потенциальной опасности с точки зрения возникновения аварии. При аварии наиболее опасным последствием является разрушение напорного фронта, возникновение волны прорыва и затопление территории нижнего бьефа.

Исследование гидродинамических аспектов развития аварийных ситуаций требует выполнения комплексных расчетно-теоретических и экспериментальных исследований. Разработка новых и дальнейшее развитие уже известных математических моделей, их калибровка определяют необходимость проведения специальных лабораторных опытов, результаты которых позволят провести валидацию численной модели и выбрать наиболее адекватные методы численного решения [1,2].

Целью настоящей работы является численное моделирование волны прорыва в условиях физического эксперимента, проведенным одним из авторов настоящей работы Дегтяревым В.В. и дальнейший сопоставительный анализ результатов вычислений с результатами физического эксперимента. Создание компьютерной модели нестационарного течения в канале проводилось в программном комплексе ANSYS Fluent.

В результате расчетов были получены графики, показывающие изменение уровня свободной поверхности во времени и сопоставлены с данными физического эксперимента. На Рисунке 1 представлены графики результатов численного и физического экспериментов для условий Эксперимента №1 (гладкое дно) в точке замера  $l_3=5$  м. Рисунок показывает качественное соответствие расчетных и экспериментальных данных по времени прихода и длине волны. Однако расчетная амплитуда волны превышает экспериментальное значение, что может быть связано как с погрешностью измерительной аппаратуры, трудностями проведения измерений в нестационарном течении, так и с несовершенством численной модели.



**Рисунок 1** – Полученные результаты численного и физического экспериментов (произведение замеров на расстоянии 5 метров от начального створа)

### Список литературы

1. Букреев В.И. Экспериментальная проверка методов расчета волн после частичного разрушения плотины / В.И. Букреев, В.В. Дегтярев, А.В. Чеботников // ПМТФ. – 2008. – Т. 49, №5. – С. 61 - 69.
2. Букреев В. И. Гравитационные волны при распаде разрыва над уступом дна открытого канала / В.И. Букреев, ., А.В. Гусев // ПМТФ. – 2003. – Т. 44, №4. – С. 64 – 75.

## СОСТАВЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ГРУНТОЗОЛОБЕТОНОВ ДЛЯ АВТОДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Р.С. Яровой, Н.А. Машкин**

**Новосибирский государственный технический университет - НГТУ, result@centr.nstu.ru**

*Представлены результаты оптимизациисоставов грунтобетонov с применением техногенного сырья – золошлаковых отходов. Установлено, что введение в состав грунтобетонov до 50% золы способствует увеличению прочности при сжатии в 1,5 раза.*

**Ключевые слова:** грунтозолобетон, портландцемент, зола, дорожные одежды.

Среди всех промышленных производств, электростанции занимают особое положение, так как энергоресурсы являются неотъемлемой

частью абсолютно любого технического процесса. В процессе своей деятельности, электростанции производят огромное количество золошлаковых отходов (ЗШО) при сжигании угля. Золоотвалы на территории городов оказывают негативное влияние на окружающую среду и здоровье населения. Широкое использование ЗШО в автодорожном строительстве может существенно снизить данное влияние, а также служить источником дохода. В данной работе была поставлена цель – используя известные научные разработки по утилизации ЗШО, разработать методику по применению золошлаковых отходов в грунтозолобетонах для дорожного строительства.

В настоящее время на российских площадках, относящихся к тепловым электростанциям, хранится 1,3 млрд. тонн ЗШО. Ежегодно образуется до 60 млн. тонн ЗШО, но только 5% (3 млн. тонн) перерабатывается и используется повторно. По мнению экспертов, стоимость одной тонны ЗШО колеблется от 200 до 500 рублей, и в случае повторного использования может обеспечить экономию энергии на 5-7%. В ближайшие 5 лет количество ЗШО достигнет предкритического объема, что приведет к переполнению золошлаковых хранилищ и необходимости поиска экстренного решения проблемы.

Ежегодно по Новосибирским ТЭЦ-5, ТЭЦ-3, ТЭЦ-2 – образуется около 800 тыс. т. ЗШО, из которых мелкими потребителями утилизируется не более 5-6% ЗШО. В то время как использование ЗШО в развитых странах мира составляет более 60 %. Широко распространена практика строительства заводов при ТЭЦ по полной переработке ЗШО в различные строительные материалы. В среднем по России объем перерабатываемых ЗШО составляет около 7 % [1, 2].

Причина этого кроется в значительной изменчивости химического состава ЗШО, отсутствии проверенных регламентированных составов строительных смесей с использованием ЗШО, отсутствии налаженного золоотбора, а также адаптированных для различных эксплуатационных условий технологий переработки ЗШО в строительные материалы. Среди которых наиболее перспективным является использование ЗШО при строительстве местных автомобильных дорог [3].

Экспериментами, проведенными в НГТУ, установлено, что ЗШО могут успешно применяться в грунтозолобетонах при устройстве дорожных одежд. При стабилизации цементным вяжущим подстилающих слоев дорожных одежд можно вводить в состав до 50% ЗШО от массы грунтозолобетона. При этом при 5-6%-ном содержании

портландцемента в смеси обеспечивается прочность грунтозолобетона при сжатии в 10,0 МПа. Грунтобетоны без добавления золы, при таком же содержании портландцемента, показывают прочность при сжатии только 6,0 МПа, что соответствует существующим требованиям. Использование добавок ЗШО при стабилизации грунтов оснований автомобильных дорог может сэкономить до 30% вяжущего.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Установлена эффективность использования при стабилизации портландцементом оснований автомобильных дорог золошлаковых отходов с возможностью экономии до 30% портландцемента.

#### **Список литературы:**

1. Машкин Н.А., Молчанов В.С. Материалы и технологии закрепления грунтовых массивов, оснований и откосов. Учеб. пособие; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2016. – 120 с.
2. Стенина Н.Г. Строительная индустрия в свете решения проблемы связывания воды в силикатном веществе. Монография. Новосибирск: НГАСУ, 2014.– 54 с.
3. Применение зол уноса и золошлаковых отходов при строительстве автомобильных дорог. Обзорная информация /Е.И. Путилин, В.С. Цветков. М.: ФГУП «СоюздорНИИ», 2003. – 31 с.

# СЕКЦИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

## ОПЫТ ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ТЕРРИТОРИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Т. Байшуаков, Е.Н. Кулик

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
[e.n.kulik@ssga.ru](mailto:e.n.kulik@ssga.ru)

*Научная работа посвящена тематическому дешифрированию данных дистанционного зондирования Земли и созданию тематических карт для сельскохозяйственных территорий*

**Ключевые слова:** Дешифрирование, сельское хозяйство, карты

Сельское хозяйство – обширная жизненно важная отрасль народного хозяйства РФ. Актуальность мониторинга и анализа сельскохозяйственных земель по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) очевидна: можно выявить не только виды сельскохозяйственных растений, а также уточнить границы полей, площади посевов сельскохозяйственных культур и др.

Автор выполнял работу по тематическому дешифрированию данных ДЗЗ с использованием современных геоинформационных технологий [1].

Необходимо было решить следующие задачи:

- выполнение визуального дешифрирования космических снимков для выбранных территорий;
- выполнение автоматизированного дешифрирования с применением программных средств;
- создание тематических карт, иллюстрирующих результаты дешифровочных работ.

Стартовый набор был представлен космическими снимками Landsat 8 в естественных и ложных цветах.

Для определения состояния сельскохозяйственных угодий был применен расчет вегетационного индекса NDVI, который указывает на плотность растительности, показывает ее здоровье и уровень вегетации.

При анализе снимка удалось выявить, что зоны с яркими пикселями на изображении показали высокое содержание хлорофилла в растениях, что означало высокую степень вегетации. Такие участки были засеяны

сельскохозяйственными культурами. Зоны в темных тонах указали на отсутствие вегетации. Это означало слабую плотность растительности.

Для получения камеральной версии карт было выполнено автоматизированное дешифрирование космического снимка двумя методами: без обучения и с обучением.

По результатам автоматизированного дешифрирования методами классификации была составлена схема произрастания сельскохозяйственных культур, на которой были отображены виды культур, обозначенные разными цветами.

Построение карты-схемы состояния сельскохозяйственных земель предусматривало определение на снимке залежных, заброшенных и активно используемых земель.

Активно используемые земли на снимке представлены объектами большой площади. Залежных земель было чуть меньше. Сама залежь представляет собой земельный участок, неиспользуемый в сельхозпроизводстве в течение 2 и более лет. В центральной части снимка встречались заброшенные земли, они, как правило, не используются порядка многих лет. Оценка состояния сельскохозяйственных земель показала, что обследуемая территория в большей части активно используется для выращивания сельскохозяйственных культур.

Почвенный состав на всей территории достаточно пестрый, однако удалось выделить основные типы почв, включающие: черноземы, аллювиальные почвы, озерно-болотные и серые лесные почвы. По косвенным признакам почвенного дешифрирования была составлена карта-схема типов почв.

В результате проделанных работ по анализу данных ДЗЗ были созданы следующие виды тематических карт:

- схема произрастания сельскохозяйственных культур;
- карта-схема состояния сельскохозяйственных земель;
- карта-схема типов почв.

Аналогичные исследования проводились на территории Утянского муниципального образования Доволенского района Новосибирской области. Результаты исследований были представлены на конкурсе студенческих проектов [2].

## **Список литературы**

1. Школа-олимпиада по тематическому дешифрированию ДДЗЗ [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.unigeo.ru/page/shkola-po-ddzz>, свободный.



2. Байшуаков А.Т., Белова Т.В. Изучение возможностей автоматизированного дешифрирования космических снимков, в частности, для сельскохозяйственных территорий в задачах земельного кадастра РФ [Электронный ресурс] / Конкурс студенческих проектов программы Hexagon U:Student Project, HexagonGeospatial. – 2017. – Режим доступа: <http://geosystems.ru/n2.pdf>, свободный.

## **СОЗДАНИЕ КАРТЫ РЕСУРСОВ ОХОТНИЧЬИХ ВИДОВ ПТИЦ НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЕ**

**А.В. Байыр-оол, И.П. Кокорина**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
[irusha2008@gmail.com](mailto:irusha2008@gmail.com)**

*В докладе рассмотрена актуальность разработки карт ресурсов охотничьих видов птиц. Рассмотрены этапы создания карты «распределение и запасы куропапок в предпромысловый период на Западно-Сибирской равнине»*

**Ключевые слова:** Геоинформационное картографирование, ресурсы птиц, Западная Сибирь

Целью исследования явилось создание карты «Распределение и запасы куропапок в предпромысловый период на Западно-Сибирской равнине».

Для достижения цели потребовалось решить следующие задачи: 1) изучение современного состояния картографирования природы, в частности, зоогеографического картографирования; 2) выбор проекции, компоновки, способов отображения для создаваемой карты; 3) выбор программного обеспечения; 4) создание проекта карты «Распределение и запасы куропапок в предпромысловый период на Западно-Сибирской равнине».

Картографирование численности и распределения охотничьих видов птиц на основе результатов учётов актуально при планировании размеров добычи, при проведении природоохранных работ и при мониторинге популяции животных. На данных, полученных путем учета численности, базируется картографирование размещения отдельных видов, биоценозов или животного населения. От правильности организации учета и анализа полученных данных зависит качество составляемой карты. Количественный учет лежит в основе определения численности отдельных видов, рассматриваемой на единицу площади.

Животные территории характеризуется двумя показателями: долей каждого вида в населении и численностью [2].

Особенность животных состоит в сезонных и годовых колебаниях численности. В связи с этим необходимо пользоваться однородными данными. Для этого используются средние многолетние показатели, данные за определенный отрезок времени и т. д. [1].

В качестве картографической основы, а также для интерполяции и экстраполяции результатов учетов используется карта местообитаний животных, которая составляется по комплексу карт природы так, чтобы на ней отразилось распределение наибольшего числа видов животных.

При картографировании численности и распределения охотничьих птиц использован способ обозначения выделов, где птицы обитают, но не были обнаружены, бесконечно малой величиной (обозначена в легендах карт как «0,0001»).

Для карт на территории, расположенные в средних широтах, применяются прямые конические проекции. В создаваемой карте главным элементом тематического содержания является обилие и запасы боровой дичи, отображаемые способом количественного фона. Отсюда нами использована равновеликая проекция, обладающая наименьшими искажениями площадей.

В работе для создания базы данных и оформления карты использована ГИС MapInfo. Картографической основой послужила карта «Растительность Западно-Сибирской равнины» масштаба 1: 1 500 000 [3]. Ее цифровой вариант в формате TAB составлен в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС) СО РАН. Карта содержит следующие тематические слои: «Растительность Западно-Сибирской равнины», «Гидрография», «Населенные пункты», «Границы природных зон и подзон».

При разработке тематического содержания карты созданы слои: «Суходолы», «Поймы», «Болота», «Запасы» и «Обилие». Технология геоинформационного картографирования подразумевает выдачу карты потребителю в электронном виде и на бумажных носителях. Офсетный способ требует применения печатных форм и, следовательно, специальной подготовки файла карты. Для подготовки карты к печати был использован графический редактор CorelDRAW.

Таким образом, в ходе работы решены поставленные задачи и достигнута цель: создана карта «Распределение и запасы куропадок в предпромысловый период на Западно-Сибирской равнине».

### **Список литературы:**

1. Географическое картографирование: карты природы: учеб. пособие / под ред. Е.А. Божилиной. – М.: КДУ, 2010. – 316 с.
2. Равкин, Ю.С. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления / Ю. С. Равкин, С. Г. Ливанов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205с.
3. Растительный покров Западно-Сибирской равнины / И.С. Ильина, Е.И. Лапшина, Н.Н. Лавренко и др. – Новосибирск: Наука, 1985. – 251с.

## **СОЗДАНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ КАРТЫ**

**Р.Н. Баталов, Л.К. Радченко**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
kaf.kartography@ssga.ru**

*В докладе рассмотрена актуальность разработки исторических карт на примере карты «Древнейшие государства на территории Новосибирской области (середина VI – начало XIII века)». Определены цели и задачи исследования. Рассмотрены этапы создания исторической карты. В докладе содержатся результаты исследования и основные выводы о востребованности созданной исторической карты.*

**Ключевые слова:** Историческая карта, Новосибирская область

Современная картография использует информацию, полученную из разных отраслей науки, в том числе и истории. В связи с этим в картографии выделяется такое научное направление, как историческая картография. Историческая картография – научная дисциплина, изучающая исторические карты и методы их составления. Предмет изучения – конкретное пространство исторических процессов и его изменение во времени [2].

Цель исследования – рассмотреть этапы создания исторической карты на примере карты «Древнейшие государства на территории Новосибирской области (середина VI – начало XIII века)» и разработать авторский оригинал карты.

В процессе исследования необходимо определить картографируемую территорию, тему карты, изучить требования к карте и круг ее потребителей, общегеографическую характеристику картографируемой территории и особенности, касающиеся темы карты; произвести сбор источников для составления карты, анализ

ранее изданных карт на аналогичную тематику; выбор математической основы карты; разработать редакционно-технические указания, составить макет компоновки, экспериментальные эскизы и окончательный вариант авторского оригинала карты.

В начале работы определяются картографируемая территория и тема карты. Далее изучаются требования к карте и круг ее потребителей, общегеографические особенности картографируемой территории. Особое внимание уделяется историческим сведениям, непосредственно касающимся темы карты. Производится сбор основных, дополнительных и вспомогательных источников для составления карты [1].

Производится анализ ранее изданных карт на аналогичную тематику. Для этого выбираются исторические карты на любую территорию, отражающие любой исторический период или события, условные знаки из которых могут быть использованы для составления карты. Производится выбор условных знаков, описание их размеров, штрихового и цветового оформления, определяются достоинства и недостатки, производится сравнение [1].

Производится выбор математической основы карты – размеров, проекции, масштаба и вида компоновки. Составляются редакционно-технические указания – требования, обязательные для выполнения при составлении и подготовки карты к изданию [1].

Составляется макет компоновки карты. Макет компоновки представляет собой чертеж, на который наносятся рамка, картографическое изображение, название карты и масштаб, легенда внутри рамки с указанием размеров элементов в миллиметрах. При этом на картографическое изображение наносится общегеографическая основа карты [1].

Составляются экспериментальные эскизы авторского оригинала карты. На карту наносится ее тематическое содержание в различных вариантах цветового оформления. Затем определяются достоинства и недостатки каждого из вариантов. На основе этого выбирается окончательный вариант оформления тематического содержания карты, и затем составляется легенда [1].

В результате рассмотрены этапы создания исторической карты, и согласно редакционному плану и технологии создания с применением компьютерных средств составлен авторский оригинал карты «Древнейшие государства на территории Новосибирской области (середина VI – начало XIII века)» масштаба 1:2 500 000. Карта может оказаться востребованной при изучении исторических дисциплин в высших учебных заведениях Новосибирской области либо в качестве

научно-справочной исторической карты Новосибирской области для широкого круга потребителей, интересующихся историей родного края.

### **Список литературы**

1. Берлянт А. М., Востокова А. В., Кравцова В. И. и др. Картоведение: учебник для вузов; Под ред. Берлянта А. М. – М.: Аспект Пресс, 2003 – 477 с. – Серия «Классический университетский учебник».
2. Гольденберг Л.А. К вопросу о картографическом источниковедении. Историческая география в России. XII – начало XX в. Сборник статей к 70-летию профессора Любомира Григорьевича Бескровного. – М., 1975.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ МОДЕЛИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА (НА ПРИМЕРЕ г. НОВОСИБИРСКА)**

**О.А.Горбунова, А.А.Бердюгина, В.А.Калужин**  
**Сибирский государственный университет геосистем и  
технологий, kaluzhin@mail.ru**

*Эффективность и качество поиска оптимальной архитектурно-планировочной схемы развития городов зависит от многих факторов, в том числе от выбранных границ модели территории города.*

*В этой связи предложен подход определения границ модели территории города, который опирается на модель «идеального» города, где учитываются близлежащие муниципальные образования и населенные пункты.*

**Ключевые слова:** Устойчивое развитие, архитектура, градостроительство, компактность территории, город, границы территории, критерий, порядок, муниципальные образования, подход

Концепция перехода России к устойчивому развитию обуславливает разработку долгосрочных стратегий, среднесрочных и краткосрочных прогнозных и программных документов федерального и регионального (территориального) уровней, а также методологической и методической базы для обеспечения устойчивого развития территории страны. Важнейшая роль в решении данных задач отводится архитектуре и градостроительству [1].

В настоящее время накоплен богатый опыт отечественной и зарубежной практики градостроительного планирования в поиске оптимального архитектурно-планировочного плана развития городов [2]. Эффективность и качество этого поиска зависит от многих факторов, в том числе от выбранных границ модели территории города.

В этой связи определение границ модели территории города, при разработке генерального плана, является актуальной задачей.

Объектом исследования являются границы муниципальных образований Новосибирской агломерации.

Предметом исследования является разработка подхода к определению границ модели территории города (на примере г. Новосибирска) с учетом смежных территорий муниципальных образований.

Границы модели территории города, на начальном этапе разработки генерального плана, предлагается определять в следующем порядке:

1) запросить сведения о границах муниципальных образований из Единого государственного реестра недвижимости;

2) выполнить поиск оптимального контура границ территории города на основании минимального значения критерия компактности  $K$ , т.е.

$$\min = \{K_i\}. \quad (1)$$

Оценка компактности территорий (населенных пунктов, муниципальных образований и государств)  $K$  определяется по формуле[3, 4]:

$$K_i = \frac{0,282 \cdot P_i}{\sqrt{S_i}}, \quad (2)$$

где  $P$  – периметр территории города;  $S$  – площадь территории города;  $i$  – вариант границ территории города.

3) Построить выпуклый многоугольник для оптимального контура территории города.

Предложенный подход определения границ модели территории города позволит повысить эффективность и качество схем территориального планирования и архитектурно-планировочного плана развития территории города.

## Список литературы

1. Спиридонов В.Ю. Эволюция концепций архитектурно-планировочного развития систем расселения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры.
2. Косицкий Я.В. Архитектурно-планировочное развитие городов: Учеб. пособие. – М.: Архитектура-С, 2005. – 648 с.
3. Голубчик М.М. Политическая география мира. – Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. – 312 с.
4. Соловьев А. И. Критерии и показатели оценки эффективности установления границ муниципальных образований // Российский экономический интернет-журнал. URL: <http://www.e-rej.ru/Articles/2008/Solovyeve2.pdf> (дата обращения: 12.11.2017).

## ГОРОДСКАЯ АГЛОМЕРАЦИЯ – МЕХАНИЗМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Е.А. Благова, И.А. Бугаева, А.В. Дубровский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: avd5@ssga.ru

*В докладе приводятся общие сведения по свойствам и структуре городских агломераций. В систематизированном виде дана характеристика проблем развития агломераций в России. Предложен подход к формированию информационной модели городской агломерации. Представлены результаты расчета численности населения агломерации, как основного элемента информационной модели.*

**Ключевые слова:** Городская агломерация, информационная модель, проектирование городов, развитие территорий, территориальное планирование, геоанализ, население.

Агломерация, представляет собой такое расположение населенных пунктов (поселков, поселений), при котором они граничат с центральным городом (ядром), обеспечивающим население необходимыми ресурсами [1]. Агломерация – наиболее рациональная, грамотно спланированная форма организации территории для проживания человека. На ней осуществляется эффективное и целесообразное совместное использование территории и ресурсов: земельных, водных, агроклиматических, природных полезных ископаемых и т.д. Городские агломерации демонстрируют принцип

эмерджентности («системного эффекта»), который заключается в том, что целое качественнее и продуктивнее чем обычная сумма частей, из которых оно состоит. В России, как и в остальном мире, преобладают моноцентрические агломерации с одним городом – ядром, который подчиняет своему влиянию все населенные пункты его пригородной зоны. Развитие территории агломерации, при этом, на начальном этапе, осуществляется с элементами лучевой модели. Примером может служить Московская, Новосибирская, Екатеринбургская агломерации.

Территориальное планирование развития городских агломераций является комплексной задачей, решение которой возможно осуществить с применением методов геоанализа и информационного моделирования. Новосибирская агломерация уже сложилась и существует [1, 2]. Однако, на сегодняшний день нет единой системы планирования развития территорий, входящих в состав агломерации. Возникают вопросы по отчуждению земельных участков, предназначенных для строительства транспортных магистралей и промышленных зон. Одним из нерешенных вопросов является отсутствие законодательной базы агломерационного объединения муниципальных образований. Следствием являются возникающие сложности в объединении экономических ресурсов муниципальных образований для решения общих проблем территориального развития. Основным индикатором успешной реализации концепции Новосибирской агломерации является повышение уровня жизни людей, которые будут жить на ее территории [2]. По прогнозам специалистов в области территориального управления и планирования, для реализации всего комплекса мероприятий по созданию и развитию, Новосибирской агломерации понадобится 30 лет. Важное значение имеет и создание «плана резерва земель», которые будут включаться в состав агломерации и использоваться под общие нужды. Планы должны предусматривать долгосрочные перспективы развития, чтобы уже сегодня резервировать земельные участки под будущее строительство, в том числе и жилых районов. Например, в результате геоинформационного моделирования определено, что общее количество жителей в Новосибирской агломерации к 2045 году может приблизиться к 3 700 000 человек. В настоящее время количество жителей на территории, планируемой под развитие агломерации, составляет 2 222 444 человек. Прогнозируется увеличение численности жителей на 1 500 000 человек.

Таким образом, современные методы территориального планирования, совместно с методами геоинформационного моделирования, позволяют получить прогнозные модели развития



территории, а также рассчитать значения перспективных социально-экономических показателей.

### **Список литературы**

1. Проекты агломерационного развития [Текст]/Выпуск 3, ОАО Российский институт градостроительства и инвестиционного развития «Гипрогор» – М.: ГИПРОГОР, 2014. – 32 с.
2. Дубровский, А. В. Перспективное районирование территории для цели рационального использования в хозяйственной деятельности [Текст] / А. В. Дубровский, - Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апреля 2016 г., Новосибирск :Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. Т. 2. – Новосибирск :СГУГиТ, 2016. – С. 34 – 39.

## **ВОДООХРАННЫЕ ЗОНЫ – ЭЛЕМЕНТ ЗАЩИТЫ ЗЕМЕЛЬ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

**Е.А. Воронина, А.В. Дубровский**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: avd5@ssga.ru**

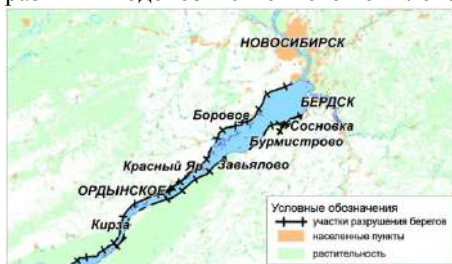
*В докладе рассматривается проблема установления границ водоохраных зон и прибрежных защитных полос водных объектов. Рассмотрены этапы работ при установлении водоохраных зон. В качестве примера выполнен обзор проблемных вопросов, связанных с организацией системы землепользования в прибрежной зоне Новосибирского водохранилища.*

**Ключевые слова:** Водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, водохранилище, охрана и защита земель, мониторинг

Одной из актуальных проблем территориального управления в Новосибирской области является нарушение правового режима землепользования в границах водоохраных зон (ВЗ) и прибрежных защитных полос (ПЗП) Новосибирского водохранилища. В границах ВЗ устанавливаются ПЗП, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности [1]. Основной причиной нарушения правового режима ВЗ является отсутствие проектов границ ВЗ и ПЗП для водных объектов. Проблемными вопросами является уменьшение размеров ВЗ и

отсутствие требований по согласованию предоставления участков для строительных и других работ вблизи ВЗ. Эти факторы увеличили вероятность негативных воздействий на водные объекты.

Проектом ВЗ предусматривается разработка мероприятий по улучшению экологического и санитарного состояния, гидрологического режима водного объекта. Самым крупным гидротехническим сооружением на территории Новосибирской области является Новосибирское водохранилище, рисунок 1 а). Несмотря на то, что водохранилище является объектом федеральной собственности, до 2014 года ни в фонде данных землеустройства, ни в едином государственном реестре недвижимости не было информации о границах ВЗ и ПЗП. В 2014 году были произведены работы только по описанию границ ВЗ и ПЗП для реки Иня, которая является самым большим притоком реки Обь в пределах Новосибирской области. Управлением, рациональным использованием и мониторингом состояния водохранилища занимаются несколько организаций во главе с Федеральным агентством водных ресурсов. Однако, несмотря на федеральный статус объекта и стратегическое значение водохранилища, наблюдается ухудшение экологического состояния береговой зоны, увеличение ветро-волновой эрозии, снижение качества воды, рисунок 1 б). Наличие этих проблем связано, в первую очередь, с отсутствием спланированной и согласованной стратегии развития водохозяйственного комплекса [2, 3].



а)

б)

**Рисунок 1** – Новосибирское водохранилище:

а) схема водохранилища; б) пример разрушения береговой линии

Подводя итоги, можно отметить, что наличие проекта границ ВЗ и ПЗП важно не только в границах крупных населенных пунктов. Создание проекта ВЗ и ПЗП для Новосибирского водохранилища и реализация мероприятий, предусмотренных проектом, могли бы решить большинство проблем водопользования и правового обеспечения функционирования системы охраны земель.

## Список литературы

1. Об утверждении «Методических указаний по проектированию водоохранных зон водных объектов и их прибрежных защитных полос». Приказ МПР РФ от 21.08.1998 № 198 [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXR&n=269806#06352728666251275>.
2. Дубровский А. В., Паяльников И. Ю. К вопросу разработки технологии мониторинга состояния земель, подверженных ветро-волновой эрозии // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апреля 2016 г., Новосибирск : Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке» : сб. материалов. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – С. 108 – 113.
3. Дубровский А. В., Колмогоров В. Г. Проблемные вопросы рационального землепользования и защиты земель Новосибирского водохранилища / Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 178 –182.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕПРИСТУПНЫХ РАССТОЯНИЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

**В.Д. Астраханцев, С.С. Воропаева, В.А. Казаков**  
**Сибирский государственный университет путей сообщения,**  
**kmn@stu.u**

*В работе исследованы различные способы определения неприступных расстояний*

**Ключевые слова: Неприступные расстояния**

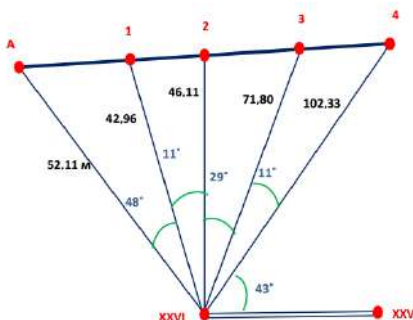
Цель данной работы – сравнить точность определения неприступных расстояний различными способами.

В инженерной практике возникает такая ситуация, когда нужно определить расстояние между точками, а в створе определяемой линии находится какое-то препятствие.

Тогда для решения этой задачи обычно используют теорему косинусов: измеряют угол между базисами. Для контроля измерений этот угол уменьшают, т. е. изменяют точку стояния инструмента. А затем вычисляют разности расстояний.

Исследования проводились на стационарном компараторе геодезического полигона СГУПС, расположенного в пойме реки Иня, точки которого закреплены металлическими тумбами. В процессе

измерений задействовано жесткое центрирование, что позволяет определить расстояние между точками компаратора с миллиметровой точностью. Схема измерений показана на рисунке 1.



**Рисунок 1** - Схема измерений

Наше исследование мы выполнили следующим образом: между точками компаратора, расположенными на геодезической сети полигона, определялись значения горизонтальных углов с помощью круговых приемов.

От стационарного пункта XXVI были определены расстояния с помощью рулетки двойным измерением каждой линии. После, используя теорему косинусов, о которой упоминали вначале, определяем расстояния между точками компаратора.

Для контроля расстояний, вычисленных по теореме косинусов, был использован электронный тахеометр «Focus 4».

Относительные ошибки определения искомым расстояний между тумбами компаратора через теорему косинусов оказались следующими: 1/4000 – участок А–1, 1/2487 – участок А–2, 1/1255 – участок А–3, 1/1120 – участок А–4.

Но эта теорема имеет одно существенное ограничение: в том случае, если горизонтальный угол между базисами больше 90 градусов, формула косинусов не работает. А в инженерной практике часто возникают такие ситуации, когда угол между базисами превышает этот предел, а переместить точку стояния инструмента для уменьшения угла невозможно.

В связи с этим предлагаем следующие: от стационарного пункта геодезической сети полигона, решив прямую геодезическую задачу, определяем плановые координаты всех точек компаратора, а затем из решения обратной геодезической задачи определяется искомое

расстояние. При этом значение горизонтального угла между базисами не имеет никакого значения. Через координаты вычислены те же расстояния, что и по теореме косинусов. Полученные результаты оказались равнозначными и приведены в таблице 1

**Таблица 1** – Ошибки определения расстояний

Участок	Ошибка	Горизонтальный угол
A-1	1/3997	48° 34,5′
A-2	1/2485	60° 24,5′
A-3	1/1265	89° 40,5′
A-4	1/1123	101° 18,5′

Из полученных результатов прослеживается следующая закономерность: с увеличением угла между базисами относительная ошибка определения непреступного расстояния становится грубее.

## **МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ В ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ**

**О.И. Глушкова, О.А. Коробова**

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет, oakorobova@mail.ru**

*В докладе рассматриваются существующие методики моделирования и расчета прогрессирующего разрушения на примере программных комплексов SCAD Office и ЛИРА-САПР.*

**Ключевые слова:** Прогрессирующее разрушение, расчет, программный комплекс.

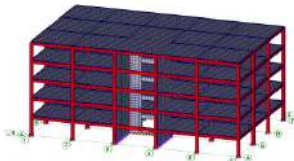
Сегодня остро стоит вопрос о безопасности строительных конструкций. Требования к безопасности зданий и сооружений должны быть обеспечены на всех этапах работы по возведению зданий.

Под прогрессирующим (лавинообразным) обрушением понимается распространение начального локального повреждения в виде цепной реакции от элемента к элементу, которое, в конечном счете, приводит к обрушению всего сооружения или непропорционально большой его части [1]. Причиной такого разрушения могут быть воздействия и их комбинации, которые не предусматриваются в стандартном расчете.

В ходе работы решаются задачи сравнения методов расчета в основных программных комплексах и выявления особенностей,

наиболее слабых и сильных стороны каждого программного комплекса.

Особенностью и преимуществом программных комплексов является использование расчетной модели, учитывающей работу не отдельной конструкции, а поведение здания в целом (рисунок 1).



**Рисунок 1** – Расчетная модель в SCAD Office

Наиболее используемыми ПК являются SCAD Office и ЛИРА-САПР.

ПК SCAD Office выполняет расчет на прогрессирующее разрушение следующим образом [2]:

- определяются реакции в узлах вышедших из строя элементов, примыкающих к остальной части схемы, от проверочной комбинации нагрузок;

- полученные значения реакций добавляются в расчетную комбинацию с коэффициентом  $K_f$ .

Особенностью ПК SCAD является отображение только тех элементов, которые выходят из строя на первой ступени (шаге) обрушения, для определения элементов, которые будут выходить из строя в последующем, требуется дополнительный расчет. Также в методике, предложенной разработчиками SCAD Office, не учитывается нелинейность работы материалов железобетонных конструкций, не учитывает мембранный эффект работы арматуры, не позволяет оценить перемещения.

Главным преимуществом ПК ЛИРА по сравнению с ПК SCAD является реализация расчётов с учётом физической нелинейности работы материала. Результатом расчёта являются усилия, напряжения и перемещения на каждом из этапов приложения нагрузки, картины трещин в стенах и плитах, места образования пластических шарниров, информация об элементах, разрушающихся в первую очередь. Также имеется возможность определить нагрузку, при которой разрушается первый элемент конструкции и по ней судить об имеющихся запасах по несущей способности [1].

Разработанная в процессе исследования модель позволяют проводить численное моделирование, что дает возможность получить качественную оценку характеристик устойчивости конструкции по отношению к прогрессирующему разрушению, сопоставлять и

прогнозировать варианты возможных сценариев разрушения с целью выявления слабых мест конструкции.

Несмотря на возможность расчета прогрессирующего разрушения с помощью различных методик, предлагаемые ПК SCAD Office и ЛИРА-САПР, достоверность получаемых результатов еще не подтверждена. Надежность зданий и сооружений определяется комплексной надежностью отдельных конструктивных элементов. Поэтому целесообразным шагом представляется учет САПР в методологии проектирования.

### **Список литературы**

1. Руденко Д.В., Руденко В.В. Защита каркасных зданий от прогрессирующего разрушения /Инженерно-строительный журнал.– 2009. – № 3. – С. 38-41.
2. SCADOfficeHelp [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[https://scadsoft.com/help/SCAD/ru/index.htm#t=SCAD1049%2Fp%2Fprogressive\\_collapse\\_calculation.htm](https://scadsoft.com/help/SCAD/ru/index.htm#t=SCAD1049%2Fp%2Fprogressive_collapse_calculation.htm)(дата обращения: 21.04.2018)

## **ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПЛАНИРОВКИ ТЕРРИТОРИЙ**

**Д.В. Гоголев, А.В. Чернов, А.А. Ким**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: [avch-1011@mail.ru](mailto:avch-1011@mail.ru)**

*В статье рассматривается применение BIM-технологий как инструмента для реализации мероприятий приведенных в Дорожной карте по направлению «Умный город», разработанной в рамках Программы «Цифровая экономика Российской Федерации». На основании проведенного научного исследования по применению информационного моделирования при создании трехмерных моделей планировки территорий представлены результаты по данному направлению, а также выделены основные показатели, улучшение которых возможно при интеграции BIM с различными сферами деятельности.*

**Ключевые слова:** Цифровая экономика, геопространственные данные, умный город, BIM

Активное внедрение современных компьютерных и интернет-технологий, основанных на использовании различных типов данных в цифровой форме, во все сферы социально-экономической

деятельности, привело к утверждению ряда важных нормативных документов, определяющих вектор развития государства на ближайшие годы, среди которых особое внимание заслуживает программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

Реализуемая программа включает ряд актуальных направлений, среди которых, в рамках представляемой научной работы, сделан упор на раздел «развитие системы геопространственных данных». Такая система включает в себя цифровое описание и 3D отображение существующей архитектуры и городской инфраструктуры с максимальной детализацией, доступное для использования широким кругом заинтересованных лиц на протяжении всего жизненного цикла объектов недвижимости (BIM-модели).

Цель работы заключается в создании трехмерных геоинформационных моделей единых недвижимых комплексов – всесезонного семейного парка туризма, спорта и отдыха «Салаир-Олимпик» и территории «Восточного» жилого массива города Новосибирска с прилегающей территорией жилых массивов «Плющихинский» и «Лазурный» и изучении технологических решений по их интеграции в структуру действующего инвестиционного геопортала Новосибирского района Новосибирской области GISINVESTOR (<http://gisinvestor54.ru/>), разработанного специалистами СГУГиТ.

Создание и проектирование моделей социально-значимых объектов недвижимости, недвижимых комплексов, инженерных сетей и коммуникаций с помощью BIM-технологий и их размещение на общедоступных источниках (геопорталах) позволяет улучшить следующие показатели:

1. Уменьшение себестоимости строительства объекта за счет исправления ошибок проектирования на ранней стадии и повышения качества принимаемых планировочных решений (например, выявление и устранение ошибок в расположении объектов, вызванных особенностями рельефа территории).

2. Сокращение трудозатрат при расчете объемных показателей. BIM-модели позволяют сразу рассчитать нагрузку на несущие конструкции, объем земляных работ, подобрать необходимые материалы и пр.

3. Уменьшение экономических затрат. При изменении какого-либо параметра в модели единого недвижимого комплекса, автоматически изменяются все спецификации, что исключает необходимость дополнительных расходов для доработки проекта.



4. Сокращение сроков согласования этапов строительства объекта. Технология BIM-360 позволяет в режиме реального времени согласовывать проект с использованием усиленной квалифицированной электронной подписи, а также вносить в него изменения из любой точки страны.

В результате проведенных исследований созданы единые BIM-модели, содержащие более 1000 трехмерных моделей разного типа (здания, сооружения, инженерные коммуникации), частично размещенные на существующем геопортале (доступна 3D модель местности). В данный момент, продолжаются работы по полноценной интеграции полученных моделей и доработке структуры геопортала.

### **Список литературы**

1. Российская Федерация. Распоряжения: Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р. «Об утверждении программы Цифровая экономика Российской Федерации» (по состоянию на 24.04.2018 г.) [Текст] // СПС «Консультант Плюс».

## **ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ «LEAN ТЕХНОЛОГИЙ» ДЛЯ МИНИМИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ**

**О.О. Головнина, А.В. Федорова, Н.В. Петрова**  
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,**  
**natalyavpetrova@mail.ru**

*Рассматривается концепция, основные понятия и инструменты «Lean технологий». Анализируется опыт их внедрения на промышленных предприятиях, выявляются возможности использования для снижения профессиональных рисков и экономии средств работодателя на трудовых мероприятиях за счет внедрения «Lean технологий».*

**Ключевые слова:** Бережливое производство, профессиональные риски, трудовые мероприятия.

В современных условиях, когда инженерно-технические программы по разработке новой продукции усложняются, а создаваемые изделия становятся более наукоемкими, конкурентноспособными могут быть предприятия, ориентированные на работу в условиях постоянно меняющейся экономической ситуации. Избежать риска в таких условиях практически невозможно, но можно уменьшить его уровень. Поиск решений, позволяющих

снизить риски предпринимательской деятельности в целом, и минимизировать профессиональные риски в частности, является актуальной задачей в современных условиях перехода к инновационной экономике.

Целью исследования является ознакомление с понятием и инструментами «Lean технологий», а также выявление возможности их использования для минимизации профессиональных рисков и получения высокого конечного результата [2].

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучить концепцию и инструменты «Lean технологий» и выбрать те из них, которые возможно использовать для снижения уровня профессиональных рисков на предприятии;
- исследовать предприятия, в которых внедрены «Lean технологии» и оценить изменения в состоянии охраны труда;
- рассмотреть преимущества и недостатки от внедрения «Lean технологий» и предложить пути устранения выявленных недостатков.

ГОСТ Р 56020-2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» дает следующее определение «Lean технологии» – «это концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь» [1].

В качестве инструментов «Lean технологий» используют: систему TPM, карту потока создания ценности продукта, систему 5S, кайдзен визуализацию, «пока-ёка», jit, «диаграмма спагетти». Авторами были детально изучены все перечисленные инструменты «Lean технологий» и выбраны четыре, которые возможно использовать для повышения уровня охраны труда на предприятии.

В ходе работы были рассмотрены российские предприятия, на которых внедрены «Lean технологии» и проведена оценка эффективности от внедрения. Более детально было изучено предприятие Физтех-Энерго, находящееся в г. Томске, а точнее цех по сборке ламп данного предприятия. На примере профессии «сборщик ламп» авторы рассмотрели возможность экономии средств работодателя при внедрении «Lean технологий» в отдельном структурном подразделении этого предприятия. В качестве примера был выбран инструмент 5S, суть которого заключается в рациональном использовании рабочего места. Выполненное исследование показало, что внедрение даже одного инструмента «Lean

технологий» может привести к повышению производительности труда, улучшению качества продукции, улучшение безопасности труда на предприятии.

Внедрение «Lean технологий» позволяет оптимизировать производство, что приводит к сокращению рабочих мест, и, как следствие, сокращению расходов работодателя на трудовые мероприятия для данных рабочих мест. Так как объем производства остается на прежнем уровне, сэкономленные средства работодателя не могут стать прибылью предприятия, но их можно использовать на иные мероприятия, направленные на улучшение условий и охраны труда [3].

Таким образом, анализ инструментов «Lean технологий» показал, что их можно использовать для минимизации предпринимательских рисков в целом, и профессиональных рисков в частности, и повышения уровня охраны труда на предприятии. Выполненный анализ показал, какие именно инструменты «Lean технологий» можно использовать для повышения уровня охраны труда. К ним относятся: система 5S, система TPM; «пока-ёка»; «jit».

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ**

**А.С. Гринев, П.Ю. Бугаков**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
peter-bugakov@yandex.ru**

*Разработан программный модуль с использованием открытых технологий для визуализации геопространственной информации в 3D режиме.*

**Ключевые слова:** Трёхмерное пространство, беспилотные летательные аппараты, цифровая модель местности, зоны затопления, 3D ГИС

Трёхмерные геоинформационные системы позволяют наглядно и ярко представить пространственную информацию. Подобные системы используются во многих областях, включая военное дело, горное дело, геологию, добычу природных ископаемых, и даже медицину [1]. Спрос на описанные программные системы и предъявляемые к ним требования слишком велики, и потребности, даже с существующими разработками, остаются неудовлетворёнными. Поэтому, возникла

необходимость в ГИС с инструментарием для визуализации трёхмерных данных и интерактивного взаимодействия с ними.

Разработка выполнена с использованием языка программирования Java. В качестве графической библиотеки была выбрана Java OpenGL (JOGL) – библиотека, представляющая собой прямую привязку функций OpenGL к языку программирования Java [2]. Благодаря широкой отраслевой поддержке OpenGL является единственным действительно открытым, независимым от поставщиков, мультиплатформенным графическим стандартом [3]. В комплекте с графической библиотекой используется OpenGL Shading Language – язык высокого уровня для программирования шейдеров. Для работы с двумерной геометрией была использована библиотека Java Topology Suite – программная библиотека, часто используемая в качестве основного компонента векторного программного обеспечения для геоинформатики [4].

Разработанная программная система способна визуализировать на трёхмерной сцене все геопространственные объекты, имеющиеся в банке данных, которые могли быть получены как с помощью традиционных методов топографических съёмки, так и современных. В системе реализован функционал для импорта трёхмерных моделей, полученных путём оцифровки облака точек. Также система имеет возможность строить цифровые модели местности путём и рендеринга данных, полученных в результате работы с аэрофотоснимками БПЛА, а именно – с помощью растровых изображений с матрицами высот, и моделей трёхмерных тайлов.

Полученная цифровая модель местности может быть использована для демонстрации зон затопления, а также для учёта административно-хозяйственной деятельности предприятия. Для выполнения оценки зон затопления пользователю предоставляется возможность в интерактивном режиме изменять уровень воды на местности.

На данном этапе ведётся работа над алгоритмами для визуального представления сематической информации пространственных объектов, что позволит наглядно классифицировать объекты по ряду признаков. Планируется разработать полноценный 3D редактор, позволяющий не только создавать трёхмерные примитивы, но и добавлять на сцену качественные трёхмерные модели из библиотеки моделей и применять к ним аффинные преобразования.

### **Список литературы**

1. Computer and Computing Technologies in Agriculture, Volume II: First IFIP TC 12 International Conference on Computer and Computing

Technologies in Agriculture (CCTA 2007), Wuyishan, China, August 18-20, 2007

2. Language bindings [Electronic resource] / Khronos Group. – Электрон. дан. – Beaverton: [б.и.], 2017. – Режим доступа: [https://www.khronos.org/opengl/wiki/Language\\_bindings/](https://www.khronos.org/opengl/wiki/Language_bindings/). – Загл. с экрана.

3. OpenGL Overview [Electronic resource] / Khronos Group. – Электрон. дан. – Beaverton: [б.и.], 2006. – Режим доступа: <https://www.opengl.org/about/>. – Загл. с экрана.

4. The 2012 free and open source GIS software map – A guide to facilitate research, development, and adoption / ed. by Stefan Steiniger, Andrew J.S. Hunter – Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, 2500 University Drive N.W., Calgary, Alberta, Canada T2N 1N4

## **ВЫБОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ БУКЛЕТА «НОВОСИБИРСК МАЛОИЗВЕСТНЫЙ»**

**Л.Г. Исакова, Д.В. Могунова, Е.С. Утробина**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
[yes1976@yandex.ru](mailto:yes1976@yandex.ru)**

*В статье рассмотрены малоизвестные достопримечательности города Новосибирск. Проанализированы особенности программ, используемых для создания буклета. На основе проведенного исследования разработаны условные знаки для карты в буклете. Создан буклет «Новосибирск малоизвестный».*

***Буклет, программное обеспечение, карта, условные знаки.***

За последние годы Новосибирская область заявила о себе как о крупном туристском центре Сибири. Здесь бережно защищают памятники истории, культуры и природы, заботливо обращаются с уникальными ландшафтами. Но мало кто знает о малоизвестных достопримечательностях Новосибирска, которые не менее интересны. Поэтому разработка данного буклета является актуальной. Буклеты могут быть как рекламными, так и информационными. Но что делать, когда появилась необходимость создать буклет самому? Для этого необходимо выбрать программное обеспечение для создания буклетов. Работая с программой, пользователь может повысить производительность и сэкономить время.

Была поставлена цель: подобрать наиболее подходящее программное обеспечения для создания буклета, отвечающее задачам.

Задачи работы: анализ популярных программ для создания буклета; разработка содержания буклета, включающая выбор интересных объектов, подбор фотографий и информации о них; разработка карты для буклета, включающая поиск и подбор картографической основы и условных знаков для карты; выбор программного обеспечения и создание буклета.

На начальном этапе возникла сложность выбора программного обеспечения. Экспериментальный вариант буклета подразумевал верстку в программе Microsoft Office Publisher. Однако варианты шаблонов оказались банальными, и вопрос выбора программного обеспечения остался не решённым. Были обнаружены два Интернет-портала PrintDesign и Canva, выявлены их преимущества и недостатки.

PrintDesign – онлайн-редактор полиграфических макетов. Плюсы: хранение макетов в облаке и возможность их скачать; встроенный фотосток и бесплатный клипарт [1]. Минусы: неудобный интерфейс; низкое качество изображений в фотостоке; узкий функционал; стоимость готового макета 150 рублей.

Canva – онлайн-сервис, позволяющий любому человеку заниматься веб-дизайном без специальной подготовки, дорогого программного обеспечения и оборудования [2]. Плюсы: простота использования; наличие бесплатных шаблонов страниц, изображений и т.п.; загрузка пользовательских шрифтов; «Защита потери данных»: система не позволяет сохранить изображение, если работа не завешена или возникла серьезная ошибка; возможность сохранять работу в форматах png и pdf. Формат png подходит для публикации изображений онлайн, а pdf можно использовать для изготовления печатной продукции; использование и скачивание бесплатны; наличие мобильной версии приложения. Минусы: ограниченное количество изображений и иллюстраций доступных бесплатно; отсутствует возможность использовать графические элементы из разных шаблонов.

Исходя из анализа, для создания буклета использован онлайн-сервис Canva.

Подбирая условные знаки для карты, были использованы готовые работы. Проведя анализ имеющихся в сервисе Canva условных знаков, наилучшим вариантом условных обозначений приняты силуэтные изображения, которые ассоциируются с достопримечательностями. Формат PNG позволяет упростить работу со слоями, т.к. обеспечивает поддержку многоуровневой прозрачности слоев. Картографическая основа была подобрана из электронного справочника 2GIS.

В результате работы разработано содержание буклета, включающее в себя 12 малоизвестных достопримечательностей Новосибирска и

карту их размещения, выбрано программное обеспечение, в котором создан буклет «Новосибирск малоизвестный».

### **Список литературы**

1. Неизвестное где-то рядом. Средство массовой информации «Интернет-журнал Сиб.фм» [Электронный ресурс].– Электронные данные – М., 2018. – Режим доступа: <https://sib.fm/articles/2016/02/08/neizvestnoe-gde-to-rjadam> .
2. Как создавать визуальный контент с помощью удобного и дешевого инструмента Canva. Интернет-агентство Texterra. [Электронный ресурс]. – Электронные данные –М., 2018. – Режим доступа: <https://texterra.ru/blog/kak-sozdavat-vizualnyy-kontent-s-pomoshchyu-udobnogo-i-deshevoogo-instrumenta-canva.html> .

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАЛОФОРМАТНЫХ КАМЕР ДЛЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СЪЁМОК С БПЛА**

**С.А. Арбузов, А.А. Калугин, М.И. Светков**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
Stan\_i\_slav84@mail.ru**

*В докладе уделено внимание вопросам проектирования и изготовления системы крепления малоформатных камер к беспилотному воздушному судну.*

**Ключевые слова:** Мультиспектральная камера, аэрофотосъёмка, светофильтры, 3D моделирование.

Для мониторинга в сельском и лесном хозяйстве в настоящее время активно применяются беспилотные летательные аппараты, использующие различного вида специализированную полезную нагрузку, в том числе и мультиспектральные камеры. Находят применение как весьма дорогостоящие специализированные многоканальные системы от именитых производителей, так и относительно дешевые адаптированные под съёмку в узких зонах спектра цифровые RGB камеры. При использовании RGB камер актуальным является не только их адаптация и исследование, но и разработка креплений к конкретному типу беспилотного воздушного судна (БВС).

Целью работы являлась разработка системы крепления малогабаритных камер снимающих в узких спектральных диапазонах к БВС DJI Phantom 4 и их полетные испытания.

К основным задачам отнесем моделирование в специализированном программном обеспечении и печать на 3D принтере элементов крепежа, обеспечивающих одновременное крепление к БВС до четырех камер и разработку устройства для быстрой замены светофильтров, а также проведение полётных испытаний съёмочной системы.

На первом этапе были рассмотрены основные имеющиеся на рынке мультиспектральные камеры, и различные варианты их крепления к БВС. Выявленные достоинства и недостатки существующих систем крепления были учтены в дальнейшей работе.

Первым этапом разработки было создание модели в системе автоматизированного проектирования Autodesk AutoCAD 2018 с учётом размеров квадрокоптера, затем модель экспортировалась в формате .stl в программу NetFab для проверки качества и исправления ошибок модели, далее в программе Slik3r генерировался g-код, который загружался в программное обеспечение 3D принтера для последующей печати.

Были продуманы и смоделированы различные варианты размещения камер. Первые пробные напечатанные изделия позволили учесть ошибки проектирования в дальнейшем. Были изучены особенности печати принтера и объём усадки рабочего материала. Окончательный вариант изделия получился значительно проще и легче, по сравнению с первыми версиями. Для возможности безопасного крепления насадок со светофильтрами крепежная основа булла поднята относительно опорных стоек квадрокоптера и смещена в сторону от основной камеры. Изменения, внесенные в конструкцию, позволили размещать 2 камеры на БВС, не снимая штатную нагрузку. Для этого крепления была смоделирована прижимная скоба, которая крепко фиксирует камеры.

Также было разработано крепление для одновременного размещения четырёх камер. Для этого предыдущий вариант крепления был переработан: камеры развернуты на 90 градусов, что позволило уменьшить параллакс между каналами, уменьшить и облегчить конструкцию. Были добавлены рёбра жёсткости, которые помогли сделать крепление несколько прочнее.

На период полевых испытаний камер была смоделирована система быстрой замены светофильтров. Монтаж держателя светофильтра осуществляется посредством насадки с защитным стеклом непосредственно к объективу камеры. Светофильтр размещается между держателем и прижимной пластиной. Прижимная пластина



фиксируется на держателе при помощи пластиковых хомутов, что позволяет быстро менять светофильтры в полевых условиях.

В настоящее время проводятся полётные испытания камер на БВС DJI Phantom 4. Целью испытаний является настройка работы мультиспектральных камер и подтверждение расчетных характеристик системы. Планируется выполнить фотограмметрическую и спектральную калибровку камер, что позволит применять их для решения производственных задач.

## **АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ ЧЕРЕЗ РЕКУ ОБЬ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО ТАХЕОМЕТРА**

**И.Е. Канькова, Е.Д. Краснова, А.А. Караваяев**  
**НГАСУ (Сибстрин), alexcaravayev@mail.ru**

*В докладе рассматривается исследование точности измерения расстояния через реку Обь напрямую и косвенно. Также приводится оценка точности.*

**Ключевые слова:** Расстояние, река Обь, Октябрьский мост, электронный тахеометр, теорема косинусов, оценка точности

Геодзические работы являются неотъемлемой частью технологии строительного производства. Достоверность и точность данных, полученных во время выполнения линейно-угловых измерений, играет одну из основных ролей при реализации проектов.

В нашей работе мы исследовали точность линейных измерений через реку Обь напрямую и косвенно с помощью электронного тахеометра [3]. Эти исследования были проведены около Октябрьского моста.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

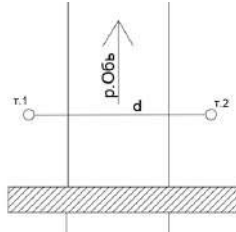
1) измерить расстояние через реку Обь напрямую, установив электронный тахеометр на правом берегу, а отражатель на левом берегу;

2) измерить то же самое расстояние косвенно, используя теорему косинусов [1], установив поочередно электронный тахеометр на мосту в двух точках;

3) обработать результаты измерений;

4) по результатам измерений выполнить оценку точности.

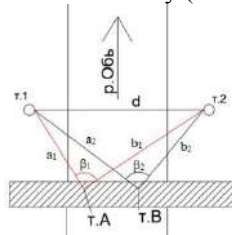
Сначала расстояние через реку Обь было измерено напрямую четыре раза (Рисунок 1).



**Рисунок 1** – Измерение расстояния напрямую

Результаты измерений: 770,854 м, 770,787 м, 770,877 м, 770,817 м. По результатам измерений была выполнена оценка точности по формулам Бесселя [2]. Средняя квадратическая ошибка (СКО) одного измерения получилась равной 39,8 мм, СКО арифметической середины составила 19,9 мм, а относительная ошибка вероятнейшего значения измеренной линии –  $1/38700$ .

Затем то же самое расстояние было измерено косвенно с двух станций (точек), расположенных на мосту (Рисунок 2).



**Рисунок 2** – Измерение расстояния косвенно

Электронным тахеометром, который был установлен в точке А, были измерены длины линий  $a_1$ ,  $b_1$  и горизонтальный угол  $\beta_1$ . По теореме косинусов было вычислено значение расстояния, которое составило 770,816 м. Аналогичные измерения длин линий ( $a_2$ ,  $b_2$ ) и горизонтального угла ( $\beta_2$ ) были выполнены с точки В. Значение расстояния, тоже вычисленного по теореме косинусов, получилось равным 770,882 м. Далее была определена точность измерений с использованием теоремы косинусов отдельно для каждой станции по формуле СКО функции измеренных величин [2]. При измерении расстояния косвенно с точки А СКО функции измеренных величин составила 16,3 мм, а с точки В – 17,1 мм.

Оценка точности косвенного способа выполнялась по формулам Бесселя [2]. СКО одного измерения составила 46,7 мм, СКО арифметической середины получилась равной 33,0 мм, а относительная ошибка вероятнейшего значения измеренной линии –  $1/23400$ .

Сравнивая относительные ошибки вероятнейших значений измеренной линии, можно сказать, что измерение расстояния через реку Обь напрямую точнее, чем косвенно.

### **Список литературы**

1. Михайлов А. Ю., Инженерная геодезия в вопросах и ответах. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 200 с.
2. Нестеренок М. С. Геодезия: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк., 2012. – 288 с.
3. Руководство пользователя “Электронный тахеометр Trimble M3” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.geosalut.ru/img/file/trimble\\_3dr\\_ru.pdf](http://www.geosalut.ru/img/file/trimble_3dr_ru.pdf).

## **АНАЛИЗ РАСПОЛОЖЕНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ЦЕЛИ ВНЕСЕНИЯ СВЕДЕНИЙ В ЕГРН**

**А.В. Дубровский, А.А. Ким**

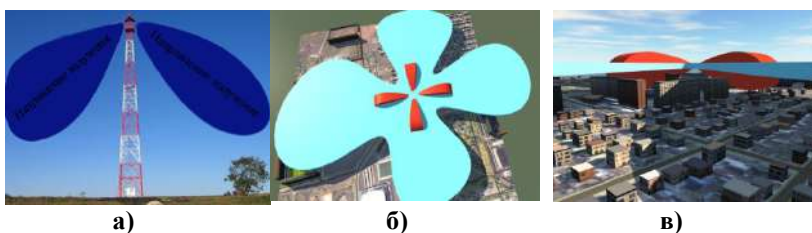
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: avd5@ssga.ru**

*В работе дано обоснование необходимости трехмерного моделирования формы санитарно-защитных зон вокруг базовых станций оператора мобильной связи и внесение этой информации в единый государственный реестр недвижимости. Выполнено описание элементов формирования санитарно-защитных зон базовых станций, а также представлены данные об опасном влиянии электромагнитного излучения на организм человека.*

**Ключевые слова:** Санитарно-защитная зона, базовая станция, оператор мобильной связи, трехмерный кадастр

Неправильно установленное оборудование операторов мобильной связи может оказывать на организм человека негативное воздействие. Для предотвращения возможности электромагнитного облучения вокруг базовых станций (БС) устанавливаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ). Внутри СЗЗ действует особый режим землепользования, заключающийся в запрете строительства жилых зданий, а также продолжительного нахождения в данной зоне людей. СЗЗ имеют сложную форму и их границы устанавливаются не только в плановом положении (горизонтальной проекции на плоскость земли), но и в высотном (вертикальном). Электромагнитное излучение представляет

собой по форме «лепестки», направленные в разные стороны света [1]. Лепестки должны иметь горизонтальное направление, быть выше и в стороне от строений и зданий где живут и работают люди. На рисунке 1 а) показан пример неправильной установки антенны. При выборе земельного участка или здания для размещения базовой станции необходимо знать пиковые значения электромагнитного излучения в момент наибольшего количества абонентов в зоне приема. В зависимости от этого параметра будет варьировать и размер санитарной защитной зоны. При этом важным является не только горизонтальная проекция данной зоны на поверхность земли, но и трехмерная модель СЗЗ. Построение трехмерной модели СЗЗ выполняется с использованием геоинформационной системы и технологии геоинформационного моделирования [2].



**Рисунок 1** – Примеры формы и направления электромагнитного излучения БС: а) опасное для здоровья населения направление антенно-передающего устройства; б) и в) трехмерная модель зоны электромагнитного излучения БС

На рисунке 1б) красным цветом показана биологически опасная зона на высоте 30–50 метров. Санитарно-защитная зона на высоте 20 метров от земли отсутствует. Максимальная зона ограничения застройки вокруг БС распространяется до 150 метров и действует на высоте от 20 до 50 метров. Следует также учитывать и тот факт, что при контроле уровня электромагнитного излучения органами Роспотребнадзора и промышленного контроля оборудование, как правило, работает не на полную мощность. В последующем вблизи уже действующей БС, возможна установка оборудования другого оператора. Несколько базовых станций, имеющих одинаково направленные антенны, могут создать большой уровень электромагнитного излучения, влияющего негативно на здоровье населения.

Таким образом, проведение кадастровых работ с определением СЗЗ, как зон с особыми условиями использования, является важной задачей, направленной на защиту здоровья населения, проживающего

вблизи размещения оборудования сотовых операторов связи. Информация по форме, размеру и пространственному положению СЗЗ должна вноситься в единый государственный реестр недвижимости.

### **Список литературы**

1. Ратынский М. В. Основы сотовой связи. – М: Радио и связь 1999 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/143532/>.
2. Dubrovsky A. Elements of Geoinformation Support of Natural Resource Management System [Text] / Alexey V. Dubrovsky, Ivan T. Antipov, Anatoly I. Kalenitsky and Alexander P. Guk // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR), Vol-9, Issue-1, 2018, pp. 1185-1202.

## **ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ЕГРН**

**А.В. Чернов, А.А. Ким, Д.В. Гоголев**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
e-mail: [avch-1011@mail.ru](mailto:avch-1011@mail.ru)**

*В статье рассмотрены основные преимущества использования BIM-моделей при подготовке документов для постановки на кадастровый учет и регистрации объектов капитального строительства. Предложены рекомендации по развитию системы единого государственного реестра недвижимости в вопросе учета BIM-моделей объектов недвижимости.*

**Ключевые слова:** 3D модель, BIM, информационное моделирование, объект капитального строительства, ЕГРН

Современное высокотехнологичное общество нуждается в точной геопрограммной информации об объектах капитального строительства (ОКС), подземной и наземной городской инфраструктуре, инженерных сетях и др. Наличие таких сведений позволяет осуществлять эффективное планирование городских территорий и обеспечивать гарантии прав собственников объектов недвижимости, учтенных в едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Актуальным направлением развития ЕГРН является описание пространственного положения объектов недвижимости с помощью 3Dмоделей (включая информационные (BIM) модели), что подтверждается стратегией информационного

развития общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, в которой основным направлением является законодательное закрепление возможности применения BIM-моделей при подготовке технических планов объектов капитального строительства [2].

Представляемое исследование направлено на изучение преимуществ интеграции информационных моделей в ЕГРН на примере создания BIM-модели ОКС с кадастровым номером 54:35:053575:3516, расположенного в г. Новосибирске, на основании существующей проектной документации.

В качестве технического решения для создания BIM-модели объекта был выбран программный комплекс Autodesk Revit Architecture. В результате выполнения экспериментальной части исследований, создана BIM-модель, представленная на рисунке 1. Модель содержит сведения о 361 помещении, подлежащих учету и регистрации в ЕГРН и соответствует перечню требований, предъявляемым к 3D моделям объектов недвижимости.

В результате выполнения проекта, были сформулированы 3 основных преимущества BIM-моделей в сравнении с существующими 2D моделями ОКС, хранящихся в ЕГРН: простота восприятия данных, возможность автоматизированного расчета параметров ОКС и редактирования семантики модели, а также целостность модели.



**Рисунок 1** – Информационная модель объекта недвижимости

Успешная интеграция BIM-моделей в ЕГРН, по мнению авторов, возможна при соответствующей доработке технической и организационной структуры ЕГРН, проведении соответствующих разъясняющих семинаров и мастер-классов для членов профессионального сообщества (кадастровых инженеров) и сотрудников Росреестра, более подробном описании требований к BIM-моделям, а также при налаживании взаимодействия со специалистами строительной области в вопросе интеграции и проверки BIM-моделей.

## **Список литературы**

1. Талапов В.В. BIM: что под этим обычно понимают. –CADmaster. – № 2 (57).– 2011. –10-16 с.
2. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы: Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 г. N 203 [Электронный ресурс]. – Доступ из информационно-правового портала «ГАРАНТ.РУ».

## **ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕГИОНА ДЛЯ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВИДОВ ТУРИЗМА**

**П.С. Колесникова, А.С. Тельманова**  
**Кемеровский государственный институт культуры,**  
**astel-75@mail.ru**

*В докладе представлен анализ развития специализированных туров в Кемеровской области. На основе историко-культурного потенциала региона разработаны специализированные туры в Кузбассе.*

**Ключевые слова:** Туристский потенциал региона, историко-культурный потенциал, Кемеровская область, специализированные виды туризма.

В настоящее время все большее значение уделяется изучению туристского потенциала регионов, которые обладают ресурсами и возможностью для развития внутреннего туризма.

Мы обратили внимание, что на рынке внутреннего туризма достаточно ограниченно представлены туры специализированных видов, которые приобретают популярность в других странах.

Исходя из этого, целью нашего исследования является разработка специализированных туров на основе историко-культурного потенциала региона.

На первом этапе исследования мы изучили туристский потенциал региона и выявили, что это не только совокупность туристских ресурсов и социально-экономических элементов, но и их полноценное взаимодействие, которое влияет на желание потенциальных туристов посетить регион.

На втором этапе исследования мы выбрали классификацию туристских ресурсов для изучения туристского потенциала Кузбасса.

Мы выявили, что Кемеровская область представляет собой регион богатый не только природными ресурсами, но и историко-культурным наследием, которое сохранилось до наших дней. Так как регион

является промышленным, туристской инфраструктуре уделялось не так много внимания. На сегодняшний день мы имеем заинтересованные органы власти и жителей области, которые способствуют улучшению состояния туристской инфраструктуры и сервиса в Кузбассе.

На следующем этапе исследования мы изучили специализированные виды туризма, которые определяются целью поездок. Под специализированным туризмом понимают термин, который используется для обозначения туристов, покупающих специализированный тур и выезжающих с целью изучения специфических особенностей того или иного места [2, с. 56].

Появление на рынке данных новых видов услуг объясняется тем, что на смену пляжной модели отдыха приходит модель, где объектами туристского интереса выступают национальные традиции, пейзаж и досуг [1].

На завершающем этапе исследования, мы рассмотрели возможность организации специализированных туров в Кузбассе, соответствуя новым потребностям туристов. Мы выявили, что богатая история, самобытная культура коренных народов и археологическое наследие в сочетании с оптимальным количеством музеев, дают основание полагать, что в Кузбассе могут быть реализованы специализированные туры в рамках историко-культурного потенциала.

Нами разработан маршрут «Кузбасс – край с богатой историей», в ходе которого туристы узнают об истории области, начиная с далекого прошлого и жизни динозавров, заканчивая современной историей.

Деловой тур, затрагивающий перспективы развития внутреннего туризма. В ходе выездного мероприятия будут организованы экскурсии и круглые столы на тему внутреннего туризма на базе Кузбасской ТПП.

И фото-пленэр тур «Живописный Танай», где участники выполняют творческие работы в виде фотографий или этюдов.

Таким образом, новому типу туриста, который проявляет интерес к специализированным турам, в Кузбассе можно предложить различные виды отдыха, в основе которых будет лежать историко-культурный потенциал. На данный момент Кузбасс обладает необходимыми туристскими достопримечательностями и находится на стадии формирования туристской инфраструктуры, которая при гармоничном взаимодействии с объектами туристского показа и социально-экономическими элементами может говорить о достаточно устойчивом туристском потенциале региона.



## **Список литературы**

1. Дубиничева, Л. В. Агротуризм в развитие сельских территорий // Экономические и социальные перемены в регионе: факты, тенденции, прогноз. – 2009. – № 46. – С. 48 – 55.
2. Менеджмент в туризме: учеб. пособие / Т. С. Жданова, Д. Л. Бикташева, Л. П. Гиевая. – М.: Альфа-М, 2010. – 272 с.

## **ГИС «КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ»**

**А.О. Лебзак, Е.В. Лебзак, С.С. Янкелевич**  
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,**  
**ss9573@yandex.ru**

*В докладе рассмотрена актуальность разработки геоинформационного обеспечения для объектов культурного наследия на примере территории Новосибирской области. Определены цели и задачи исследования. Рассмотрен процесс создания геоинформационной системы «Культурное наследие Новосибирской области» и содержатся результаты исследования.*

**Ключевые слова:** Геоинформационное картографирование, геоинформационная система, культурное наследие, объекты культурного наследия, Новосибирская область

Популяризация и сохранение объектов культурного наследия – одна из первоочередных задач любого государства, а также главная задача ЮНЕСКО. На сегодняшний день на территории Новосибирской области действует государственная программа, направленная на сохранение и популяризацию объектов культурного наследия.

Сегодня в регионе насчитывается более двух тысяч объектов культурного наследия, имеющих различные категории историко-культурного значения [1].

Для наиболее успешной реализации программы встает вопрос ее геоинформационного обеспечения. ГИС «Культурное наследие» позволит быстро получать подробную информацию о любом из объектов культурного наследия, а также наборы объектов по заданным критериям [2].

Цель проекта – разработка ГИС «Культурное наследие Новосибирской области».

Для достижения цели необходимо решить целый ряд задач:

- провести анализ объектов, подлежащих картографированию и разработать условные обозначения;
- составить общегеографическую мультимасштабную основу;
- нанести на основу элементы тематического содержания;
- провести апробацию.

Объектом исследования являются объекты культурного наследия Новосибирской области.

Первый этап работы – анализ объектов культурного наследия и разделение их на группы. В результате проведенного анализа основных источников информации была разработана следующая классификация:

- история (братские могилы времен Гражданской войны, памятники военной истории и места значимых исторических событий);
- архитектура (культурная, промышленная и гражданская);
- археология (остатки древних поселений, древние захоронения, комплексы исторических памятников и места отдельных археологических находок).

Для того чтобы избежать перегрузки картографического изображения в мелком масштабе и не нарушить мультимасштабность разрабатываемой ГИС были созданы отдельные условные знаки для мелкого и крупного масштабов.

Затем необходимо обозначить конкретную структуру будущей ГИС. Из объектов общегеографической основы показать гидрографию, рельеф, границы, населенные пункты, дорожную сеть и растительность. Из объектов тематического показать все объекты культурного наследия, за исключением имеющих статус «утрачен» и «не обнаружен». Для объектов культурного наследия важнейшее значение имеет семантическая информация, которая будет содержаться в разрабатываемой ГИС, а именно, индивидуальный код, категория охраны, типология, датировка, местонахождение и прочее.

Затем была составлена мультимасштабная общегеографическая основа, на которую нанесены элементы тематического содержания с помощью метода визуальной привязки.

Последний этап – апробация разработанной геоинформационной системы «Культурное наследие Новосибирской области». В процессе апробации выявлялись недочеты и вносились исправления в проект.

Созданная ГИС «Культурное наследие Новосибирской области» может использоваться широким кругом пользователей в познавательных целях, студентами и научными работниками как научно-справочное издание, а также администрацией региона для принятия управленческих решений.

## **Список литературы**

1. Кошелев А.В. (отв. ред.). Памятники истории, архитектуры и монументального искусства Новосибирской области. – Новосибирск, 2011. – Книга 1. – 284 с.
2. Берлянт А.М. Картография: учебник. – М.: КДУ, 2010. – 328 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОДВИЖЕНИЯ УСЛУГ ДЕВЕЛОПЕРСКИХ КОМПАНИЙ НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ**

**К.А. Ломаева, С.Б. Спирин, Е.О. Ушакова**  
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,**  
**eo\_ushakova@mail.ru**

*В докладе рассмотрены методы продвижения услуг девелоперских компаний на рынке недвижимости*

**Ключевые слова:** **Недвижимость, девелопер, рынок недвижимости**

Основная цель исследования – выбор наиболее эффективных методов продвижения услуг на рынке недвижимости. Исследование проводилось на примере рынка недвижимости г. Новосибирска.

Девелопмент – это предпринимательская деятельность, связанная с созданием и развитием объектов строительства. Понятие девелопмента является сравнительно новым понятием в области управления рынком недвижимости.

Группа компаний «SKY GROUP» действует на рынке недвижимости г. Новосибирска с 2008 года. Недавно компания завершила строительство жилого комплекса «Тихие зори» (г. Новосибирск) и осуществляет строительство 4-х современных жилых комплексов. Одна из главных целей компании – реализация приоритетного национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

На основе проведенного анализа методов продвижения услуг девелоперской компании «SKY GROUP» было выявлено, что эффективными средствами коммуникаций для различных групп потребителей являются:

– агентства недвижимости и банки – прямая, системная работа с партнерами компании, которые влияют на принятие решений конечными покупателями квартир;

– СМИ – радио, наружная и теле- реклама. Учитывая бюджетные ограничения, концентрацию рекламы стоит делать на наиболее крупных сегментах;

– печатные рекламные материалы. Рекомендуется создать единый каталог по жилому комплексу, в котором будут описаны преимущества для потребителей различных целевых групп. Также можно издать небольшие брошюры, которые будут раздаваться лицам, пришедшим посмотреть жилой комплекс;

– сайт компании. На сайте для каждой группы потребителей создается отдельная страница с предложениями и особыми условиями именно для этой группы потребителей. После создания страницы можно делать контекстную рекламу в соответствии с потребностями каждой группы потребителей (ключевые запросы, группы объявлений, таргетинг и т.д.);

– видео ролики о жилом комплексе (на сайте, в youtube, социальных сетях и т.д.);

– реклама в целевых группах и на сайтах, в социальных сетях (в контакте, фейсбуке, одноклассниках и т.д.). Существуют группы, посвященные недвижимости в г.Новосибирске и переезду в Новосибирск из других регионов России. В подобных группах необходимо размещать объявления в зависимости от тематики группы и ее целевой аудитории;

– СМС-информирование.

В ходе исследования было выявлено, что основной поток входящих заявок «SKY GROUP» от потенциальных клиентов осуществляется посредством следующих источников: реклама в поисковой системы Яндекс и на радио; звуковая реклама в супермаркетах, а также рекламные сообщения в газете «Комсомольская правда». Данные источники являются наиболее эффективными для продвижения услуг на рынке недвижимости г. Новосибирска и могут использоваться в дальнейшем для повышения эффективности работы девелоперских компаний.

## ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ГЕОПОРТАЛА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РЖД

Д.К. Помыткина, О.Д. Малахова  
Сибирский государственный университет геосистем и  
технологий  
komissarova\_e@mail.ru

*Научная работа посвящена созданию условных знаков для геопортала геоинформационной системы Российские железные дороги (РЖД). Данный проект осуществляется по заказу Российских железных дорог.*

**Ключевые слова:** Геопортал геоинформационной системы РЖД, условные знаки

Сегодня развитие web-технологий позволяет перейти на хранение накопленных в аналоговом виде пространственных данных, что позволяет использовать имеющиеся материалы. Одним из средств предоставления широкого доступа к пространственным данным выступают геопорталы [1].

Наш университет сотрудничает с ОАО «Российские железные дороги» в создании различных проектов. ОАО «Российские железные дороги» – это российская государственная вертикально интегрированная компания, владелец инфраструктуры общего пользования, значительной части подвижного состава и важнейший оператор российской сети железных дорог.

В настоящее время на кафедрах университета активно ведутся работы над проектом по созданию геопортала ГИС РЖД. Геопортал геоинформационной системы РЖД представляет собой Интернет-сайт с пространственными данными, которые возможно загружать, просматривать, редактировать и использовать при решении различных задач.

Цель работы – разработать специализированную геоинформационную систему Российские железные дороги для обеспечения специалистов удобным доступом к отраслевой информации и условные знаки, обеспечивающие высокий уровень информативности геопортала.

Объектовый состав ГИС РЖД должен быть представлен: осевыми линиями железнодорожных путей, полученных при помощи специализированной измерительной тележки, снабженной

оборудованием с глобальной навигационной спутниковой системой (ГНСС), точками, соответствующими расположению объектов железнодорожной инфраструктуры, профилями путей.

Для отработки технологических решений по проекту ГИС РЖД была выполнена съемка на территории города Новоалтайск (станция Алтайская) при помощи беспилотных авиационных систем (БАС) самолетного типа Supercam 350. Съёмка выполнялась с высоты 250 метров, при этом обеспечивалось пространственное разрешение около 5 см. В качестве точек планово-высотного съёмочного основания использовались канализационные люки, углы бордюров и предварительно размещенные опознаки [3].

По результатам аэрофотосъемки был создан ортофотоплан, который соответствует по точности масштабу 1:1 000. Дополнительно была выполнена аэрофотосъемка здания ЖД вокзала и прилегающей территории при помощи квадрокоптера DJI Phantom 4 с высоты 50 м. По результатам аэрофотосъемки мультикоптером был построен ортофотоплан с пространственным разрешением около 2 см.

На основе условных обозначений для составления масштабных планов железнодорожных станций были разработаны и усовершенствованы условные обозначения для ГИС РЖД.

Главными недостатками ранее использованных условных обозначений является практическая непригодность для использования в ГИС. Это связано с их плохой распознаваемостью и читаемостью в силу цветового и контурного оформления.

Новые условные знаки создавались в дизайнерской векторной программе CorelDRAW. В результате были изменены размеры условных знаков, общее оформление, а также цветовое решение. Объекты стали читаемы и визуально воспринимаемы.

На первом этапе проекта была решена задача по разработке и созданию условных знаков для ГИС РЖД [2,3].

### **Список литературы**

1. Берлянт А. М. Картография: учебник. – М. : КДУ. – 2014. – 447 с.
2. Лисицкий Д. В. Перспективы развития картографии: от системы «Цифровая Земля» к системе виртуальной реальности // Вестник СГГА. – Вып. 2 (22). – 2013. – с. 8-16.
3. Хорошилов В. С., Кацко С. Ю. Геоинформационное пространство и виртуальная географическая среда // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 5/С. – С. 256 – 260.

## СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С ВЫБОРОМ НАИБОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНОГО ТИПА ФУНДАМЕНТА

Т.А. Перегутова, А.В. Шестухин, О.А. Коробова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет, oakorobova@mail.ru

*В работе представлен 3D-проект производственного объекта с детализацией выбора фундаментных решений в программном комплексе, реализующем принцип информационного моделирования зданий. Целью работы явилось непосредственное создание 3D-модели производственного здания. Для осуществления поставленной цели решены следующие задачи: выполнен поиск наиболее действенного программного комплекса 3D-моделирования в сфере строительства; произведено моделирование фундаментных конструкций с выбором наиболее эффективного типа фундамента, выполнено вариантное построение модели с архитектурной визуализацией проекта; сделана оценка степени влияния применения 3D-моделирования на уровень восприятия, в целях изучения инвестиционной привлекательности проекта. В докладе освещены основные проблемы и пути их решения.*

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, промышленное здание, программный комплекс, тип фундамента.

Сегодня мир невозможно представить без ПК, портативных средств связи, глобальной сети Интернет и многих других благ XXI века, что облегчает существование человека. Научно-технический прогресс не обошел и сферу строительства: новые материалы, элементы конструкции, архитектурно-строительные решения позволяют улучшить качество строительства, а использование программных комплексов уменьшить сроки проектирования и наглядно показать этапы строительства сторонним наблюдателям. Последнее немаловажно для любого вида работ в сфере строительства, ведь очень многие процессы не понятны обычному человеку, например, один из самых главных – устройство фундамента. Таким образом, тема данного доклада: «Создание 3D – модели промышленного здания с выбором наиболее эффективного типа фундамента» – актуальна и своевременна.

Основная цель работы: построение 3D-модели промышленного здания. Для ее выполнения требуется решить ряд следующих задач.

1. Рассмотреть программное обеспечение (ПО) 3D-моделирования в сфере строительства и найти наиболее эффективное для выполнения поставленной цели.

2. Выбрать наиболее эффективный тип фундамента объекта, изучив литературу по этой тематике.

3. Построить 3D-модель здания с детализацией процесса установки строительных конструкций.

4. Произвести оценку эффективности применения информационно-технического ресурса для представления проекта застройщику.

В сети Интернет одними из самых популярных программ для моделирования зданий и сооружений являются AutoCAD, ArchiCAD и Revit. Каждый программный комплекс имеет свои достоинства и недостатки, поэтому при его выборе следует отталкиваться от поставленной цели и личных предпочтений. Revit – является наиболее эффективной программой для создания модели здания, т. к. в его интерфейсе уже заложено семейство фундаментных решений. В научно-технической литературе по основаниям и фундаментам представлено несколько типов данной конструкции: щелевой, свайный и т. д. При учете всех достоинств и недостатков разных видов фундаментов можно сделать вывод, что наилучшим решением является устройство стаканного отдельно стоящего фундамента [1,2].

Построение 3D-модели в программном комплексе Revit с помощью таких элементов интерфейса, как стена, компонент (фундамент, несущие колонны, ферма), несущее перекрытие, двери, наружное остекление и другие, а также архитектурной визуализации в презентационной программе Lumion позволили получить яркое, реалистичное и законченное изображение проекта, что подтвердил социологический опрос порядка 60 человек.

Создание 3D-визуализации для представления этапов строительства – это современный и технологичный способ сделать строительную сферу более привлекательной для общества в целом. Так давайте делать это понятно, талантливо и красиво.

### **Список литературы**

1. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83– М.: Министерство регионального развития, 2017. – 220с.
2. Продукты Revit Autodesk Knowledge Network [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products?sort=score> (дата обращения 20.04.2018).



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ТЕРРИТОРИИ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. БАЙКАЛ)

М.А. Петрова, Д.А. Полякова, В.А. Калюзин  
Сибирский государственный университет геосистем и  
технологий, kaluzhin@mail.ru

*В последние десятилетия разработан ряд программного обеспечения геоинформационных систем, который позволяет автоматически определять центроид площадного объекта. Однако возможность его использования для определения географического центра территории изучена недостаточно. В этой связи выполнено исследование и дана оценка возможности использования ГИС для определения географического центра территорий.*

**Ключевые слова:** Географический центр, способы, программное обеспечение, геоинформационные системы, территория, центроид, критерий

Географический центр является своеобразным символом целостности и стабильности границ территории. Наличие закрепленного на местности географического центра повышает привлекательность региона с позиции туристско-рекреационного использования [1].

За последние 10-15 лет геоинформационные технологии стали применяться во всех сферах деятельности человека, в том числе и в туризме. Наиболее широкое распространение в России получили ГИС [2]: ArcGIS, MapInfo, GeoMedia и ГИС – Карта. Также к этому составу ПО ГИС, следует отнести специальное программное обеспечение GeoOreg, разработанное для высокоточного определения геометрических характеристик больших по площади территорий, в том числе для определения географического центра[3].

В качестве объекта исследования принята территория озера Байкал, являющегося уникальным объектом всемирного природного наследия, самым древним и глубоким рифтовым озером на планете, крупнейшим по объему естественным резервуаром пресной воды.

Для получения единого площадного объекта (оз. Байкал), использованы 56 номенклатурных листов цифровых топографических карт масштаба 1:100 000, обновленных с 2008 по 2011 годы. Затем с

территории оз. Байкала были исключены все острова и ссоры. И за границу приняли береговую линию с отметкой 455,9 м.

Для оценки возможности вычисления центроида площадного объекта, определенного в вышеуказанном ПО ГИС, в качестве географического центра территории, в исследовании использовался известный вычислительный прием «метод наименьших квадратов» [4], т.е.

$$[S^2] = \min, \quad (1)$$

где  $S^2$  – квадрат расстояния от центроида до каждой характерной точки границы площадного объекта.

В результате исследования выявлено следующее.

Наилучшее решение по критерию (1) получено в GeoPerf.

Варианты положения центроида озера Байкал, полученные в ПО ГИС: ArcGIS, MapInfo, GeoMedia и ГИС-Карта, по критерию (1) отличаются от лучшего решения на величины от 1,2% до 49,7%, а в плане – располагаются в пределах 120 км от этого решения.

Таким образом, вышерассмотренное ПО ГИС не всегда можно использовать для определения географического центра территории. Это объясняется тем, что применяемые подходы эффективны только для территорий, имеющих простую (правильную) геометрическую форму.

Географический центр озера Байкал с координатами 53°13'5,3"N, 107°27'27,5"E, определенный в GeoPerf, может быть рекомендован для закрепления его на местности.

### **Список литературы**

1. Патент G01C11/00, G09B29/00 Способ определения геометрического центра участка территории и/или населенного пункта. Авторы: Ващенко Б.О., Попело А.В., Попело В.Д., Русинов П.С., 2005, 11 с.
2. Обиденко В. И., Опритова О. А. Об определении метрических параметров больших по площади территорий средствами программного обеспечения геоинформационных систем // Геодезия и картография. – 2016. – № 3. – С. 44–52.
3. Обиденко В. И. Определение пространства Российского государства – исторические, технологические и политические аспекты // Геодезия и картография. – 2015. – № 5. – С. 41–49.
4. Мазуров Б.Т., Падве В.А. Метод наименьших квадратов (статика, динамика, модели с уточняемой структурой) // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Том 22. – № 2. – С. 22-33.

## КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

М.С. Польских, Я.Г. Пошивайло

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
yaroslava@ssga.ru

*Рассматриваются вопросы картографирования доступности городской среды. Анализируются существующие документы и веб-картографические ресурсы по данной тематике.*

**Ключевые слова:** Доступная среда, маломобильные группы населения, веб-картографический ресурс, универсальный дизайн

Доступная среда для инвалидов и других маломобильных групп населения – это, прежде всего, сочетание требований и условий к городскому дизайну, инфраструктуре объектов и транспорта, которые позволяют инвалидам свободно передвигаться в пространстве и получать необходимую информацию для осуществления комфортной жизнедеятельности. Особое место среди методов, применяемых для анализа степени доступности элементов городской инфраструктуры, занимает картографический метод.

Карты, как визуальный продукт, иллюстрируют пространственное расположение объектов городской среды, степень их адаптации под нужды людей с инвалидностью, оптимальную траекторию передвижения и другие показатели. Таким образом, тема картографирования доступности городской среды является актуальной. Тематика карты доступности элементов городской инфраструктуры определяет следующие первостепенные объекты для отображения:

- объекты социальной инфраструктуры с полным или частичным доступом для маломобильных групп населения;
- тротуары, оснащенные тактильной плиткой и пологими съездами;
- маршруты общественного транспорта, адаптированного для людей с инвалидностью;
- доступность остановочных пунктов общественного транспорта;
- звуковые светофоры;
- наличие разметки пешеходного перехода;
- зоны для парковки автомобиля инвалида.

В Российской Федерации в 2011–2020 гг. реализуется государственная программа «Доступная среда», целью которой

является создание правовых, экономических и институциональных условий, способствующих интеграции инвалидов в общество и повышению уровня их жизни [1].

Приказом Минтруда России № 626 от 25 декабря 2012 г. утверждена «Методика формирования и обновления карт доступности объектов и услуг, отображающих сравнимую информацию о доступности объектов и услуг для инвалидов и других маломобильных групп населения» [2]. Данная методика рекомендована для использования ее с целью дальнейшей разработки в каждом субъекте Российской Федерации информационного ресурса (сайт, портал), представляющего собой интерактивную карту-маршрутизатор, сформированную на основе проводимой паспортизации объектов социальной инфраструктуры и услуг.

Сведения и информация о состоянии доступности объектов отражается на интерактивном ресурсе в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» [www.zhit-vmeste.ru](http://www.zhit-vmeste.ru). Сегодня сайт государственной программы «Доступная среда» содержит порядка 20 тысяч зданий и сооружений, прошедших паспортизацию.

Карта доступности на сайте «Жить вместе» охватывает не все субъекты Федерации, и ее навигацию трудно назвать удобной. Например, практически нет данных по Татарстану, Севастополю, Калмыкии, Тыве, Ямало-Ненецкому автономному округу, Северной Осетии. Желая уточнить информацию по Москве и Санкт-Петербургу поисковик перенаправит к региональным картам, у которых другая навигация. Инвалиду потребуется дополнительное время, чтобы в них разобраться. Также с помощью карты на госпортале инвалид не может построить маршрут по городу. Нет информации о доступности городского общественного транспорта.

Таким образом, очевидно, что есть необходимость в совершенствовании функционирования портала.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2015 г. № 1297 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» на 2011–2020 годы».
2. Приказ Минтруда России №626 от 25 декабря 2012 г. «Об утверждении методики формирования и обновления карт доступности объектов и услуг, отображающих сравнимую информацию о доступности объектов и услуг для инвалидов и других маломобильных групп населения».

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОСОБЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО ТИПА СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

**В.В. Скоринова, Е.О. Ушакова**  
Сибирский государственный университет геосистем и  
технологий, eo\_ushakova@mail.ru

*В статье приводятся результаты анализа эффективности деятельности особых экономических зон туристско-рекреационного типа Сибирского федерального округа.*

**Ключевые слова:** Туристско-рекреационный потенциал, особая экономическая зона, инновационное развитие

Туризм рассматривается как существенная составляющая инновационного развития страны. Проект «Особые экономические зоны» является примером инновационного развития территории РФ [1].

Цель данного исследования – проведение сравнительного анализа эффективности деятельности особых экономических зон туристско-рекреационного типа Сибирского федерального округа. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: представлена характеристика теоретического аппарата исследования; проведена сравнительная характеристика особых экономических зон туристско-рекреационного потенциала Сибирского федерального округа; определены основные проблемы развития туристско-рекреационного потенциала и пути их решения.

На основе проведённого анализа выявлено что, работа по реализации проектов ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань» ведётся неэффективно, из 12 зарегистрированных резидентов ни один не приступил к реализации туристско-рекреационной деятельности, все резиденты нарушают условия соглашений [5]. В ОЭЗ ТРТ «Ворота Байкала» зарегистрированы 6 резидентов, но туристскую деятельность ведёт только один резидент ООО «БГК Гора Соболиная». Причиной затягивания сроков является несоблюдение сроков исполнения обязательств подрядчиков по разработке проектной документации. За все годы реализации проекта не была создана соответствующая инфраструктура, что говорит о неэффективности использования средств федерального бюджета [2]. На фоне всех ОЭЗ Сибирского федерального округа ОЭЗ «Бирюзовая Катунь» выглядит

привлекательнее как для инвестора, так и для туриста. За 10 лет работы комплекс посетили около 3 млн. человек. На территории работает более 20 объектов туризма. Но за последние пять лет «Бирюзовая Катунь» ни разу не получала прибыль.

Отчёт о результатах функционирования ОЭЗ за 2016 год Минэкономразвития РФ показал, что деятельность ОЭЗ в Алтайском крае является достаточно эффективной, в Иркутской области ОЭЗ функционирует эффективно, а в Республике Бурятия ОЭЗ функционирует неэффективно [3].

При сравнительном анализе функционирования ОЭЗ ТРТ Сибирского федерального округа был обнаружен ряд проблем, которые возможно решить следующим образом: пересмотреть соглашения с резидентами о ведении туристско-рекреационной деятельности и внести дополнения, которые повысят ответственность по реализации заявленных проектов; повысить финансовую ответственность управляющей компании и субъектов администрации посредством проведения ежегодной отчётности о результатах работы ОЭЗ; модернизировать систему оценки эффективности функционирования ОЭЗ, также улучшить единый информационный ресурс об ОЭЗ с достаточной и новейшей информацией обо всех зонах; совершенствовать нормативно-правовую базу в сфере инвестиций и предпринимательства, а также создавать максимально выгодные условия для инвесторов, с помощью создания и развития инфраструктуры; привлекать надёжных крупных инвесторов, в том числе и зарубежных, путём совершенствования критериев отбора заявок и льгот; противодействовать коррупции.

### **Список литературы**

1. Годовой отчет открытого акционерного общества «Особые экономические зоны» за 2016 год // АО «ОЭЗ». – 2017 г. – 109 с.
2. Иванова И. А. Экономическая эффективность создания особой экономической зоны туристско-рекреационного типа в Иркутской области / РУДН. – М. – 2014. – 30 с.
3. Отчёт о результатах функционирования особых экономических зон за 2016 год и за период с начала функционирования особых экономических зон / министерство экономического развития Российской Федерации (03.07.2017 г.) // Минэкономразвития России [Электронный ресурс]. – URL: <http://economy.gov.ru>
4. Чепинога О. А., Солодков М. В., Семенов А. Э. Проблемы функционирования и перспективы развития особых экономических зон в России // BaikalResearchJournal. – 2017. – Т. 8. – № 3.

5. Харитонов О. Минэкономразвития ушло из «Байкальской гавани» (27. 06.2017 г.) // Сибирский туристический портал. – Режим доступа: <https://www.sibtourport.ru/>

## **РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ТУРИСТСКОГО МАРШРУТА НОВОСИБИРСК-ТОМСК**

**Д.П. Соловцова, Е.О. Ушакова**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
eo\_ushakova@mail.ru**

*В докладе рассмотрены теоретические и организационные вопросы формирования образовательного туристского маршрута Новосибирск-Томск.*

**Ключевые слова:** Туризм, маршрут, образовательный туризм.

Актуальность развития образовательного туризма обусловлена повышающимся спросом среди молодежи сибирских регионов России. Города Новосибирск и Томск являются крупнейшими образовательными центрами Сибири и России, на их территории сосредоточено большое количество средне специальных и высших учебных заведений. В связи с этим, разработка туристского маршрута, соединяющего два города – Новосибирск и Томск имеет особый интерес и практическую значимость.

Основной целью данного научного исследования является разработка программы туристского маршрута, имеющего образовательно-познавательную направленность на примере городов Томск и Новосибирск.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- изучение теоретических основ организации образовательного туризма;
- анализ потенциала развития образовательного туризма в городах Новосибирск и Томск;
- обоснование формирования нового образовательного туристского маршрута «Новосибирск-Томск».

Объектом данного исследования является образовательный туристский маршрут Новосибирск-Томск. Предмет исследования – особенности организации образовательного туризма.

Новый образовательный туристский маршрут Новосибирск-Томск имеет следующие цели:

– приобретение знаний о Новосибирске и Томске, как крупнейших образовательных центрах, информирование об образовательной деятельности вузов городов;

– оказание информационной поддержки при выборе ВУЗа;

– приобретение новых знакомств.

В процессе исследования определены основные этапы формирования нового образовательного туристского маршрута Новосибирск-Томск.

1 этап. Инициализация. Проведение исследования спроса на организацию образовательного туризма для абитуриентов вузов сибирского региона. В процессе исследования получены ответы на следующие вопросы: «Нужен ли образовательный туристский маршрут Новосибирск-Томск? Будет ли он кому-то полезен? Какая от этого польза?» Как показывает практика, данное направление туризма имеет спрос. Это выявлено в процессе деловой игры «Вызовы XXI века. Брэндинг региона глазами поколения Z», прошедшей в г. Томске в Томском государственном университете в октябре 2017 года. К деловой игре участвовали студенты новосибирских и томских вузов (НГУЭУ, СГУГиТ, ТГУ).

2 этап. Планирование тура. На этапе составляется туристский маршрут Новосибирск-Томск, определяется программа тура. Определен состав участников туристской группы, продолжительность и схема маршрута, его программа и стоимость. Выявлены предполагаемые риски, связанные с реализацией маршрута.

3 этап. Реализация проекта. На данном этапе предполагается создание конечного туристского продукта, отслеживание его продвижения, решение возникающих проблем и управление вносимыми корректировками.

Анализ потенциала образовательного туризма г. Новосибирск и Томск показал, что предлагаемый туристский маршрут Новосибирск-Томск является востребованным и может стать реальным при более детальной проработке.

Реализация нового образовательного туристского маршрута Новосибирск-Томск – это не только помощь для школьников и учащихся Ссузов в выборе вуза, но и прекрасная возможность посмотреть другой город, приобрести новые знания и знакомства. Кроме того, предлагаемый маршрут имеет не только социальную, но и экономическую эффективность.



## О ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ИЖС

К.А. Соськова, Л.А. Максименко  
СГУГиТ, maksimenko\_la@mail.ru

*В настоящее время при подготовке проектной документации для нового строительства прослеживается устойчивая тенденция разработки трехмерных информационных моделей. В докладе рассматриваются вопросы подготовки проектной документации для объекта индивидуального жилищного строительства (ИЖС). В ходе работы осуществлены следующие задачи: построена 3D-модель жилого дома (с уровнем проработки информационной модели LOD 200), подготовлена схема планировочной организации земельного участка, на котором расположен объект ИЖС.*

**Ключевые слова:** Проектная документация, объект ИЖС, 3D-модель, уровень проработки информационной модели, LOD, схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ).

К объектам индивидуального жилищного строительства (ИЖС) относят отдельно стоящие жилые дома с количеством этажей не более трех, предназначенные для проживания одной семьи [1]. На сегодняшний день для объектов ИЖС не требуется подготовка проектной документации, однако практически каждый застройщик обеспечивает подготовку документов по собственной инициативе. Для получения разрешения на строительство необходима также разработка схемы планировочной организации земельного участка (СПОЗУ). Застройщику допускается разрабатывать СПОЗУ самостоятельно, при условии исполнения всех требований к документам в соответствии с законодательством.

Под проектной документацией подразумевают комплекс документов, раскрывающих сущность проекта и содержащих обоснование его целесообразности и реализуемости. Она содержит текстовые и графические материалы. Проектная документация состоит из 12 обязательных разделов и подлежит обязательной экспертизе [3]. Схема планировочной организации земельного участка для индивидуального жилищного строительства для физических лиц состоит из двух частей: текстовой и графической. По завершении подготовки проектной документации уполномоченным органом исполнительной власти выдается разрешение на строительство, после чего подрядчик может приступать к строительным работам.

Практическая часть исследования состояла в рассмотрении современных подходов для получения проектной документации, необходимой для строительства объекта на основе разработки трехмерной информационной модели. В ходе работы построена 3D-модель жилого дома, с уровнем проработки информационной модели LOD 200, который определяет полноту разработки элементов цифровой информационной модели в программном обеспечении AutoDesk Revit [3]. В модели определены следующие характеристики: геометрические параметры здания, материалы несущих и ограждающих конструкций, представлены параметры оконных и дверных блоков, выполнено функциональное зонирование помещений с расстановкой мебели и др.

При подготовке схемы планировочной организации земельного участка, на котором расположен объект ИЖС был использован жилой дом как компонент информационной модели на уровне LOD 100, представляющий собой концептуальные формообразующие элементы строения [4].

Проведенное исследование нормативно-технической литературы и практическая реализация 3-D моделирования объекта ИЖС направлена на развитие трехмерного кадастра, находящегося в стадии разработки из-за частых изменений в законодательстве. Грамотно составленная проектная документация обеспечивает достоверной информацией о стоимости материалов и составе монтажных работ заказчика, а также является гарантом конечного результата, который можно оценить и проверить.

### **Список литературы**

1. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 31.12.2017)
2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 15.03.2018) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"
3. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели
4. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла

## ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА В МАЛЫХ ГОРОДАХ

С.Н. Тарасова, А.С. Тельманова  
Кемеровский государственный институт культуры,  
astel-75@mail.ru

*В докладе отражены результаты исследования перспектив развития туризма в Кемеровской области как одной из форм активизации туристского интереса и фактора культурного и экономического развития малых городов.*

**Ключевые слова:** Крапивинский район, малый город, туристский маршрут, туристско-информационный центр.

Малые города России выступают в качестве специфических столиц сельских районов и иногда целых регионов. Местность малых городов на всех периодах современной истории нашей страны отличалась недостаточной перспективой условий трудовой деятельности. Одним из путей решения этой проблемы может стать устойчивое развитие сельских территорий, подразумевающее под собой улучшение качества и уровня жизни населения малых городов с помощью развития социальной инфраструктуры, изменения курса экономики и направления развития.

Первостепенной задачей в такой ситуации будет создание в городе таких условий для работы, активизирующих собственные экономические возможности, за счет чего разрешить вопросы с занятостью, развитием социальной сферы и повышением уровня жизни населения [2].

Целью нашего исследования было выявление основных проблем и направлений развития малых городов в условиях растущего спроса на рынке внутреннего туризма.

На первом этапе нашего исследования, при изучении туризма как фактора регионального развития, было выявлено, что внутренний туризм очень тесно связан со многим сферами жизни общества – это действенный инструмент для стимулирования социально-экономического развития регионов страны.

На следующем этапе исследования, мы определили, что малые города находятся в особом социально-экономическом положении, велико их значение в социальном, культурном, экономическом и духовном плане развития страны.

При выполнении практического исследования нами был проведен анализ туристско-рекреационных ресурсов Крапивинского района и

определение возможных туристских направлений, в ходе чего мы выявили, что территория является достаточно перспективной для развития различных видов туризма [1].

Опираясь на ранее разработанную программу продвижения Крапивинского района, как туристско-рекреационной зоны, мы пришли к выводу, что продвижение района как туристской зоны с экономической и социальной точки зрения способствует повышению привлекательности территории, являясь важным фактором решения проблем.

Для улучшения сложившегося положения в Крапивинском районе необходима всесторонняя поддержка и помощь, полноценное взаимовлияние и взаимодействие всех возможных участников сферы туристских услуг и органов государственной власти с целью формирования благоприятных условий и всесторонней поддержки развития туристского комплекса региона.

В этом плане существенную роль сыграет создание туристско-информационного центра (ТИЦ), благодаря чему будет уделено внимание широкого круга общественности и инвесторов к проблемам развития туризма, увеличения возможностей использования туристских ресурсов в регионе [1].

Наличие ТИЦ в регионе позволит стимулировать развитие малого бизнеса, совершенствовать туристскую инфраструктуру и, как следствие, будет способствовать улучшению экономики региона, позволит сформировать конкурентоспособный и высокоэффективный рынок туристских услуг и туристско-рекреационного комплекса, обеспечивающий потребности туристов.

### **Список литературы**

1. Таппасханова Е. О., Мустафаева З. А., Токмакова Р. А., Кудашева М. З. Развитие туристско-рекреационного комплекса региона // Экономика региона. 2015. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-turistsko-rekreatsionnogo-kompleksa-regiona>
2. Тарасова С. Н. Крапивинский район – территория активного отдыха и ярких впечатлений / С.Н. Тарасова, А.С. Тельманова // Возможности развития краеведения и туризма Сибирского региона и сопредельных территорий. Сборник научных статей по результатам шестнадцатой Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного председателя ТОО РГО, профессора Петра Андреевича Окишева, 1-2 ноября 2016 г. – Томск, 2016. – 412 с.

## РАЗРАБОТКА КАРТЫ НОВОСИБИРСКОГО ЗООПАРКА ДЛЯ ТУРИСТОВ И ЭКСКУРСАНТОВ

Т.Д. Тимофеева, Я.Г. Пошивайло  
Сибирский государственный университет геосистем и  
технологий, yaroslava\_po@mail.ru

*Научная работа посвящена созданию карты Новосибирского зоопарка в традиционном бумажном виде. Особенностью карты является показ оптимального пешеходного маршрута по территории зоопарка*

**Ключевые слова:** Карта Новосибирского зоопарка, пешеходный маршрут, бумажный путеводитель, кратчайший маршрут

Туристские карты традиционно широко используются для получения информации об объектах, представляющих интерес для туризма (архитектурные и исторические памятники, заповедники, гостиницы и др.). Особые требования предъявляются к туристским картам в отношении оформления, читаемости и выразительности. Карты принято сопровождать различного рода врезками – фотографиями, рисунками, указателями, текстом, справочным материалом [1].

По содержанию и назначению туристские карты делятся на общие и специализированные. Особое распространение и популярность получают общие туристские карты, содержащие общегеографические элементы и объекты туристского значения, а также используемые для ознакомления с территорией, получения сведений о размещении достопримечательностей, выбора маршрута путешествий. Для удобства пользования во время поездок карты для туристов и экскурсантов выпускают в виде буклетов [2].

Цель работы – создание карты Новосибирского зоопарка для туристов и экскурсантов в масштабе 1:2000. В ходе работы необходимо закрепить теоретические и практические знания в области редактирования тематических карт. На карте необходимо изобразить элементы общегеографического и тематического содержания.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- собрать материалы, необходимые для создания карты;
- дать общегеографическое описание территории;
- провести анализ ранее изданных туристских карт;
- определить математическую основу карты [3];

- разработать редакционно-технические указания для туристской карты Новосибирского зоопарка;
- разработать макет компоновки;
- придумать и разработать условные знаки;
- создать фрагмент карты Новосибирского зоопарка.

Работа, проделанная на данный момент, не является конечным результатом. Основная цель – создание наиболее оптимального (по времени) пешеходного маршрута по Новосибирскому зоопарку.

До настоящего времени не разработана схема зоопарка с нанесением кратчайшего (по времени) маршрута. Существует план экспозиции и мобильное навигационное приложение, однако они не предусматривают построение маршрута на территории зоопарка.

Проблема построения кратчайшего пути по зоопарку, безусловно, должна быть решена. Ежедневно множество людей посещают Новосибирский зоопарк и, зачастую, не могут разобраться в сложных переплетениях тропинок, не имея на руках удобного путеводителя.

Преимущество бумажного путеводителя над электронной картой:

- возможность использования карты человеком любого возраста;
- не нужен интернет;
- нет необходимости беспокоиться о наличии свободной памяти, а также заряде батареи в телефоне;
- буклет «не перегреется» при жаркой погоде;
- карта останется у пользователя, как приятный сувенир.

Для создания авторского оригинала туристской карты Новосибирского зоопарка, был проведён анализ ранее изданных туристских карт зоопарков – Ленинградского и Московского. В ходе анализа карт были выявлены плюсы и минусы, которые помогли составить фрагмент карты Новосибирского зоопарка.

Работа выполнена в графическом редакторе CorelDraw. На данном этапе работы создан фрагмент авторского оригинала карты Новосибирского зоопарка для туристов и экскурсантов, в масштабе 1:2000, разработаны условные знаки, а также выполнен макет компоновки.

### **Список литературы**

1. Берлянт, А.М. Карта – второй язык географии: учебник для вузов. – М.: Просвещение, 1985. – 192 с.
2. Билич, Ю.С., Васмут А.С. Проектирование и составление карт: учебник для вузов. – М.: Недра, 1984. – 364 с.
3. Гинзбург, Г.А. Атлас для выбора картографических проекций: труды ЦНИИГАиК. – М.: ЦНИИГАиК, 1957. – Выпуск 110. – 239 с.

## ОФОРМЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ AUTOCAD

С.И. Тодышева, И.Е. Дорогова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
inna\_dorogova@mail.ru

*Система AutoCAD получила широкое применение при оформлении материалов инженерно-геодезических изысканий, в докладе рассмотрены возможности и особенности ее применения с этой целью.*

**Ключевые слова:** AutoCAD, инженерно-геодезические изыскания, топографический план

Целью данного исследования является рассмотрение возможностей и преимуществ, а также некоторых сложностей при оформлении в системе AutoCAD материалов инженерно-геодезических изысканий. Соответственно, объектом данного исследования является программный комплекс AutoCAD, а предметом исследований – его возможности при оформлении материалов инженерно-геодезических изысканий.

AutoCAD является универсальной системой, которая используется во многих отраслях, в том числе при инженерных изысканиях. Основной функцией программы является составление чертежей и топографических планов.

При использовании системы AutoCAD для оформления материалов инженерно-геодезических изысканий рационально сначала импортировать результаты в программу CREDO DAT для предварительной камеральной обработки, затем экспортировать в программу AutoCAD для создания топографического плана в нужном масштабе.

В AutoCAD открывается файл формата DXF, наносятся топографические знаки ситуации местности, чертеж дополняется необходимыми данными оформления (название, рамка, штамп с необходимыми атрибутами, наименование системы координат и высот, таблица с координатами и абсолютными высотами точек теодолитного хода, масштаб и сечение рельефа, площадь съемки). В системе AutoCAD топоплан может быть выполнен и полностью оформлен в соответствии с требованиями заказчика, на основании

согласованного технического задания и в соответствии с утвержденными условными знаками.

На рисунке 1 изображены фрагменты топографического плана с полностью нанесенной ситуацией, которые были получены в системе AutoCAD.

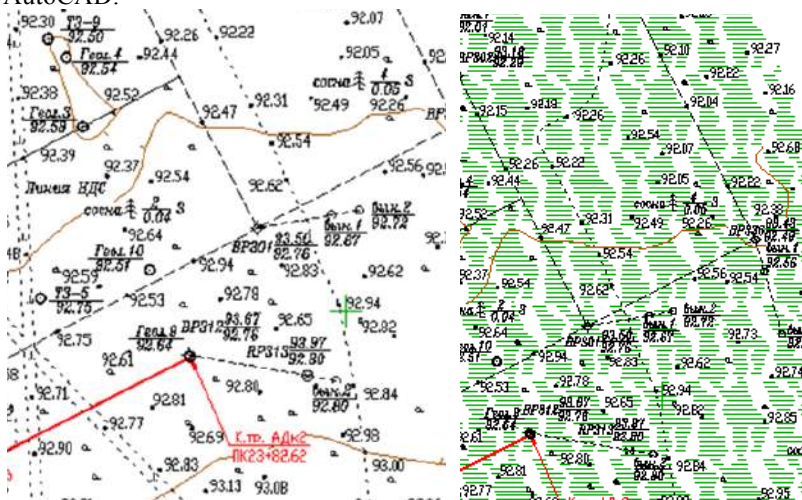


Рисунок 1 – Топографический план

Одним из наиболее существенных преимуществ системы AutoCAD является возможность разработки и использования различных надстроек и приложений. К числу таких приложений относится, например, модуль LandProf системы ТРУБОПРОВОД, который позволяет по готовому топоплану моментально строить продольный профиль трасс в нужном масштабе. Данный модуль также строит некоторые ведомости в одном формате с программой Microsoft Office Excel, что позволяет экономить время работника.

В целом, система AutoCAD обеспечивает быструю и точную генерацию чертежа, предоставляет средства, дающие возможность легко исправлять допускаемые ошибки, осуществлять их корректировку.

Периодически появляются новые приложения и обновления данной системы, и, наряду с определенными преимуществами, это нередко приводит и к дополнительным сложностям. Основные сложности связаны с совместимостью разных версий и условными знаками. Например, на фрагменте топографического плана, изображенном на рисунке 1, присутствует участок непроходимого болота. Некоторые из



наиболее новых версий AutoCAD не имеют возможности выполнить штриховку болота в соответствии с принятыми условными знаками, для выполнения этого отдельного элемента топографического плана приходится использовать версию AutoCAD 2005.

## **СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ПО ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПРЯМОУГОЛЬНЫМ КООРДИНАТАМ**

**Ю.С. Трифонова, К.Ф. Афонин**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий**

*Рассмотрены восемь способов вычисления геодезических пространственных координат по прямоугольным пространственным координатам. Выполнены экспериментальные вычисления для шести точек. По результатам вычислений сделаны практические рекомендации.*

**Ключевые слова:** Геодезические пространственные координаты, прямоугольные пространственные координаты

В силу различных причин геодезистам в своей профессиональной деятельности приходится использовать разные системы координат, имеющие известные достоинства и недостатки. Наличие нескольких систем координат предполагает использование каких-то способов, формул и алгоритмов для их взаимного преобразования. И здесь не все так однозначно, как это кажется на первый взгляд. Для достижения заданной точности преобразования одни переходы требуют применение громоздких формул, другие – знания точных значений параметров и т. д. Особый интерес представляет связь двух систем координат: прямоугольной пространственной и геодезической. И, если вычисление прямоугольных пространственных координат не представляет трудностей, то при обратном переходе, при определении геодезических широт и высот, как правило, необходимо использовать какой-то итерационный алгоритм или громоздкие формулы. Поэтому исследования трудоемкости и точности различных алгоритмов вычисления геодезических широт и высот актуальны, несмотря на повсеместную автоматизацию вычислительных работ в геодезических организациях.

Вычисление геодезической широты и высоты можно выполнить разными способами. В настоящее время существуют более 10 таких

способов преобразования, поэтому выбор наилучших из этих способов по экономическим и точностным критериям является актуальным.

Для проверки работы разных алгоритмов были заданы геодезические пространственные координаты  $B$ ,  $L$ ,  $H^r$  шести точек, различающихся только широтами:  $B_1 = 89^\circ 00' 00,0000''$ ;  $B_2 = 89^\circ 59' 00,0000''$ ;

$B_3 = 89^\circ 59' 59,0000''$ ;  $B_4 = 89^\circ 59' 59,9999''$ ;  $B_5 = 60^\circ 00' 00,0000''$ ;  $B_6 = 00^\circ 00' 00,0000''$ ;  $L = 80^\circ 00' 00,0000''$ ;  $H^r = 200,000$  м. По этим координатам были вычислены прямоугольные пространственные координаты по строгим формулам [1].

Полученные координаты пересчитывались обратно в пространственные геодезические координаты опубликованными в литературе способами. Вычисленные геодезические координаты сравнивались с заданными. Наилучший способ вычисления выбирался по критериям точности определения широты и высоты и наименьшего объема вычислений.

В итоге было получены следующие результаты. Способы Курченко и ГОСТа, нельзя рекомендовать для практического применения, так как они не обеспечивают точность в  $0,0001''$  по широте. Хорошую точность вычисления координат обеспечивают способы Боуринга и Лапинга. Первый способ П.А. Медведева [2] и способ В.Н. Баландина дают хорошую точность, но не могут быть применены на экваторе, так как в процессе вычисления происходит деление на ноль, что является недопустимым.

Из всех способов, хотелось бы выделить классический способ Боуринга [5] и второй способ Медведева [3], так как помимо хорошей точности получения геодезических координат, они позволяют решить задачу с наименьшим объемом вычислительных работ.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 32453-2017. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек. Межгосударственный стандарт. – Введ. 2018-01-07. – М.: Стандартиформ, 2017. – 16 с.
2. Медведев П.А. Исследования способов вычисления геодезической широты и высоты точек земной поверхности по прямоугольным координатам / Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – №3. – С.24-28.
3. Медведев П.А., Мазуров Б.Т. Алгоритмы непосредственного вычисления геодезической широты и геодезической высоты по прямоугольным координатам [Текст] / Вестник СГУГиТ. – 2016. – № 2 (34). – С. 5-13.
4. Медведев П.А., Новородская М.В., Шаров С.А. Неитеративный

алгоритм вычисления геодезической широты по пространственным прямоугольным координатам[Текст] / // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (26). – С. 60-64.

5. Bowring, B.R. The accuracy of geodetic latitude and height equations [Text]: Surv. Rev., 1985, 38, 220 – 206.

## **СОЗДАНИЕ БУКЛЕТА «ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН»**

**Д.А. Тужик, Е.С. Утробина**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
yes1976@yandex.ru**

*В статье рассмотрена разработка информационно-тематического содержания буклета по Восточному Казахстану, выбор картографической основы и разработка условных обозначений, процесс создания.*

**Ключевые слова:** Туристский буклет, достопримечательности, карта, условные знаки, Восточный Казахстан

В связи с широким развитием туризма и рекламы буклеты очень популярны. Так как природа, флора и фауна Восточного Казахстана очень разнообразны, а богатая история оставила много памятников и достопримечательностей, Восток Казахстана является очень интересным для изучения. Восточно-Казахстанская область граничит на севере с Россией и на юго-востоке с Китаем. Благодаря буклету туристы смогут познакомиться с интересными местами Восточного Казахстана, главными городами и узнать интересные факты.

Целью работы является разработка содержания буклета «Восточный Казахстан». Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) выполнить поиск и подбор информации на выбранную тему; 2) подобрать и обработать картографическую основу с использованием космического снимка; 3) разработать наглядные условные знаки, а также компоновку и оформление буклета.

При выборе достопримечательностей автор ориентировался на интересные, но не всегда известные в туристическом отношении места. Фотоматериалы подобраны с целью показать главную достопримечательность в выгодном свете. Текстовая информация должна передавать основные характеристики и информационно дополнять изображение.

При выборе картографической основы были отвергнуты основы популярных картографических сервисов Yandex, Google, 2GIS, находящихся в свободном доступе. По причине того, что карты, имеющиеся в них, уже содержат различные отметки, изображения, условные знаки. Использовать бумажную картографическую основу тоже оказалось не лучшим вариантом, потому что карты быстро устаревают, а процесс обновления бумажной карты очень трудоемкий и длительный. В результате в качестве источника картографической основы был выбран космический снимок из программы SAS.Planet [1]. Программа обладает широким спектром возможностей, позволяющим получить картографическую основу в виде космического снимка практически любого района, с отображением меток, слоев и координатной сети. Используя функции “Выделение по полигонам” и “Склеить” был выделен нужный фрагмент. Но так как фрагмент вырезается не просто по линии выделения, а по полигонам, то предстояло полученный фрагмент привести в нужный вид для использования. Конечно, можно было увеличить качество карты, но с качеством увеличилось бы и разрешение, и размер карты, что значительно затруднило бы обработку, так как не хватало бы ресурсов компьютера. Выбрано среднее качество – разрешение полученного фрагмента 1935x1979 пикселей (511x523 мм.), что соответствовало требованиям компоновки буклета. Последующее редактирование картографической основы проводилось в программе Adobe Photoshop. Сопредельная территория Восточного Казахстана была обрезана, в результате, карта приобрела плавающую компоновку. После обрезки нанесена координатная сетка. Координатную сетку, установленную в программе SAS.Planet, решено было не использовать. Упростило задачу то, что карты в программе даются в равноугольной проекции Меркатора. В местах пересечения параллелей и меридианов были оставлены специальные метки, через которые и была проведена координатная сеть.

Для буклета разработаны авторские наглядные условные знаки (пиктограммы) [2]. Они разрабатывались с учетом наглядности и ассоциации с объектом содержания и его смысловым значением. Процесс создания таких условных знаков выполнялся в Adobe Photoshop и включал следующие этапы: подбор необходимого изображения и его редактирование. Выделение и извлечение нужного фрагмента, сглаживание краёв, формирование условного знака и его цветокоррекция, а затем масштабирование. После чего знак наносится на картографическую основу и выносится в легенду карты. Немаловажной задачей было скомпоновать буклет. Также необходимо

было разработать обложку и цветное и шрифтовое оформление буклета в программе Adobe Photoshop.

В результате был выполнен буклет «Восточный Казахстан». При создании буклета особое внимание было уделено разработке содержания, условных знаков и картографической основы буклета.

### **Список литературы**

1. SASGIS – Веб-картография и навигация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sasgis.ru/sasplaneta/>.
2. Берлянт А.М. Картография: учебник. – М.: КДУ, 2010. – 328 с.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ОЦЕНКЕ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ**

**Е.А. Васильева, С.Е. Худяков, В.А. Юрлова**

**Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
yurlova\_vika@mail.ru**

*Проведена балльная оценка экологических факторов. Определены значения интегрального показателя, характеризующего экологическую обстановку, по районам г. Новосибирска. Изучено влияние экологической ситуации на цену недвижимости.*

**Ключевые слова:** Оценка недвижимости, цена жилья, экологические факторы, корреляционно-регрессионный анализ

В оценке жилой недвижимости практически не учитываются экологические факторы. Однако при продаже жилья продавцы зачастую акцентируют внимание на расположение в экологически чистом районе. Цель исследования заключается в изучении влияния экологических факторов на цену жилья. Объектом исследования является жилая недвижимость города Новосибирска. Метод исследования – корреляционно-регрессионный анализ.

Значения результативного признака ( $y$ ) – это усредненные цены предложения квартир по районам города [2]. Первый факторный признак – местоположение ( $x_1$ ). По пятибалльной шкале нами проведена оценка расположения районов города по отношению к его центру. Второй факторный признак – экологическая обстановка ( $x_2$ ) в районах города по оценке его жителей [2]. Третий факторный признак – экологическая ситуация по районам города по нашей собственной оценке ( $x_3$ ).

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в Новосибирской области являются: автомобильный транспорт (58,0% валового выброса по области), предприятия теплоэнергетики и отопительные котельные ЖКХ (29,7%), промышленные предприятия и производства (12,3%) [1]. Выделены экологические факторы, которые могут повлиять на цену жилой недвижимости: площадь озеленения районов, количество предприятий теплоэнергетики и количество автомобильного транспорта. Проведена оценка каждого фактора по десятибалльной шкале, присвоены весовые коэффициенты и рассчитан интегральный показатель, характеризующий экологическую ситуацию.

Получено уравнение множественной регрессии:

$$y = -30427 + 19113,8x_1 + 5636,4x_2 - 140,1x_3.$$

Коэффициенты множественной и парной корреляции:  $R=0,9042$ ;  $r_{yx1} = 0,871$ ;  $r_{yx2} = -0,452$ ;  $r_{yx3} = 0,00835$ ;  $r_{x1x2} = -0,713$ ;  $r_{x1x3} = 0,24$ ;  $r_{x2x3} = -0,725$ .

Факторные признаки  $x_1$  и  $x_2$  влияют на цену значительно выше, чем  $x_3$ . Значение коэффициента множественной корреляции  $R$  характеризует сильную взаимосвязь между ценой и факторными признаками. Также наблюдается сильная корреляционная связь между факторными признаками ( $r_{x1x2}$  и  $r_{x2x3}$ ), поэтому нельзя точно сказать, как каждый из этих факторов в отдельности влияет на цену. Определены три модели регрессии по парам: 1) цена – местоположение ( $y_1-x_1$ ); 2) цена – оценка экологической обстановки жителями ( $y_2-x_2$ ); 3) цена – наша оценка экологической ситуации ( $y_3-x_3$ ):

$$y_1 = 2573,52 + 15136,07x_1;$$

$$y_2 = 89901,57 - 8204,60x_2;$$

$$y_3 = 64451,36 + 37,74x_3.$$

Уравнения регрессии, учитывающие экологические признаки ( $y_2$ ,  $y_3$ ), свидетельствуют о том, что чем хуже экологическая ситуация, тем дороже жилье. При этом между экологической ситуацией нашей оценки нет значимой корреляции с ценой. Также рассчитана точность полученных уравнений. Выявлено, что данные модели позволяют предсказывать цену не лучше, чем расчёт среднего арифметического значения. Имеют место два возможных варианта: 1) отсутствует взаимосвязь между ценой и экологической ситуацией; 2) проведены некорректные расчеты показателя, характеризующего экологическую ситуацию. Но с учётом того, что по оценке жителей причинно-следственной связи также не выявлено, наиболее вероятным кажется

вариант, что экологическая обстановка не влияет на значение цены жилой недвижимости.

### **Список литературы**

1. О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2016 году. – Новосибирск, 2017 – 212 с.
2. Недвижимость на продажу: Domofond.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.domofond.ru/city-ratings/novosibirsk-c3285>.

## **ВЫБОР БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

**В.А. Тетерин, В.Н. Никитин**

**Сибирская государственная академия геодезии и менеджмента,  
vslav.nikitin@gmail.com**

*Сегодня беспилотные авиационные системы (БАС) находят применение во многих сферах деятельности, в которых СГУГиТ ведёт профильную образовательную деятельность. Для подготовки операторов БАС требуется наличие соответствующей материальной базы. В докладе сформулированы требования к учебным беспилотным летательным аппаратам и приведена одна из возможных конфигураций. Квадрокоптер бюджетной ценовой категории был успешно собран и протестирован.*

**Ключевые слова:** Беспилотные летательные аппараты, БПЛА, беспилотные авиационные системы, БАС, аэрофотосъёмка, профильное образование.

В настоящий момент можно говорить о настоящем буме беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и беспилотных авиационных систем (БАС). Сегодня БАС находят применение во многих сферах деятельности, в которых СГУГиТ ведёт профильную образовательную деятельность [1].

В качестве материальной базы предлагается использовать программные симуляторы для получения навыков планирования аэрофотосъёмки и недорогие БПЛА для практической части курса.

Целью данного исследования является определение возможности приобретения или сборки БПЛА, отличающегося бюджетной ценовой категорией и ремонтпригодностью для использования в учебном процессе.

В качестве размерно-весовой категории был выбран класс F450, имеющий батарею 3300 mAh и взлётный вес до 3 килограмм. Это один из наиболее популярных классов квадрокоптеров, продажа которых осуществляется как в готовом виде, так и в виде сборочных комплектов, а также в виде отдельных комплектующих (запасных частей) [2].

Подсистема управления БПЛА должна обеспечивать работу под контролем наземной станции управления (НСУ). Наземная станция управления обеспечивает ввод полётного задания, контроль за выполнением полета, при необходимости оперативное изменение полётного задания или прямой контроль ЛА [2].

Аппарат силами сотрудников и студентов ВУЗа был успешно собран и опробован на полигоне СГУГиТ (Рисунок 1).



**Рисунок 1 – Процесс сборки БПЛА**

Управление осуществлялось как с помощью аппаратуры дистанционного управления Hitec Aurora 9, так и с НСУ Mission Planner.

Таким образом, была подтверждена возможность сборки учебно-производственного БПЛА с балансовой стоимостью около 15 тыс. руб. и прогнозируемой стоимостью ремонтно-восстановительных операций до 1 тыс. руб.



### **Список литературы**

1. Иванов М.С., Аганесов А.В., Крылов А.А. и др. Беспилотные летательные аппараты. Справочное пособие. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2015 г. – 606 с.
2. Василин Н.Я. Беспилотные летательные аппараты. – Минск: Попурри, 2003. – 272 с.

## СЕКЦИЯ РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

### ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ НАНОЧАСТИЦ CdS, ОСАЖДЕННЫХ НА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБКАХ

А.Е.Вергунов

Новосибирский государственный технический университет,  
alexei.wergunov@ya.ru

*В данной работе были исследованы люминесцентные свойства наночастиц CdS, осажденных из растворов на массивы углеродных нанотрубок. Было показано, что люминесцентные свойства зависят от размера нанокристаллов и полупроводниковая запрещенная зона увеличивается с уменьшением размера нанокристалла.*

**Ключевые слова:** гибриды CdS/УНТ, квантовые точки, электролюминесценция, фотолюминесценция.

В настоящее время углеродные нанотрубки (УНТ) считаются одним из перспективных направлений в развитии науки. Одним из специфических свойств углеродных нанотрубок является испускание электронов при сравнительно низких напряженностях приложенного электрического поля. Поскольку вблизи конца нанотрубки электрическое поле усиливается, выход электронов в вакуум может происходить при напряженности приложенного поля на 2—3 порядка меньше, чем требуется для эмиссии из традиционных электропроводящих материалов. Полупроводниковые нанокристаллы или квантовые точки, при столь малых размерах в них проявляются квантовые свойства электронов. Сульфид кадмия (CdS) является важным полупроводником материалом для оптоэлектронных устройств. Электронные и оптические свойства таких частиц зависят от их размера и кристалличности. Варьируя размер нанокристалла, можно изменять запрещенную зону полупроводника. Сочетание свойств этих материалов делают гибриды CdS/УНТ интересными в области развития наноэлектроники и фотоники. Такие элементы будут очень востребованы для создания источников света большой площади с малым потреблением электроэнергии. Высокая плотность тока позволит получить и источники света малого размера, но очень высокой яркости.

Многослойные УНТ на кремниевой подложке были синтезированы методом каталитического химического осаждения из паровой фазы

(CCVD). Частицы CdS осаждались на массив УНТ методом химической ванны из раствора, содержащего тиомочевину  $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$ , хлорид кадмия  $(\text{CdCl}_2)$ , и аммиак  $\text{NH}_3$ . Размер наночастиц контролировался температурой химической ванны и временем синтеза.

Устойчивая фотолюминесценция образца была возбуждена полупроводниковым лазером с длиной волны 405 нм. Измерения проводились при комнатной температуре. Электролюминесценцию образца изучали с использованием самодельной установки для измерения полевой электронной эмиссии из наноматериалов. Кремниевая подложка с гибридом CdS/УНТ была прикреплена к отрицательному электроду, тогда как стекло с ITO-покрытием выступало в качестве анода. Межэлектродное расстояние 400 мкм. Пилообразное напряжение  $\sim 1,5$  кВ регулировало электрическое поле с частотой  $\sim 200$  Гц. Измерения фото- и электролюминесценции производились при помощи спектрометра «Колибри-2».

В результате работы была получена линейка образцов с кристаллами CdS различного размера. Непосредственная ширина запрещенной зоны CdS при комнатной температуре составляет 2,42 эВ, что соответствует зеленому спектру, по мере уменьшения кристаллов был обнаружен сдвиг линии фотолюминесценции в коротковолновую область спектра. По результатам электролюминесценции было получено синее свечение поверхности катода, т.е. наночастиц CdS, выращенных на наконечниках нанотрубок. Таким образом цвет люминесценции полученного гибрида CdS/УНТ можно переключить с синего на зеленый с изменением источника возбуждения.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЕМНИКА МОБИЛЬНОГО АППАРАТА СОТОВОЙ СВЯЗИ С КОДОВЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ**

**Д.А. Глухих, А.И. Фалько**  
СибГУТИ, [falco@sibsutis.ru](mailto:falco@sibsutis.ru)

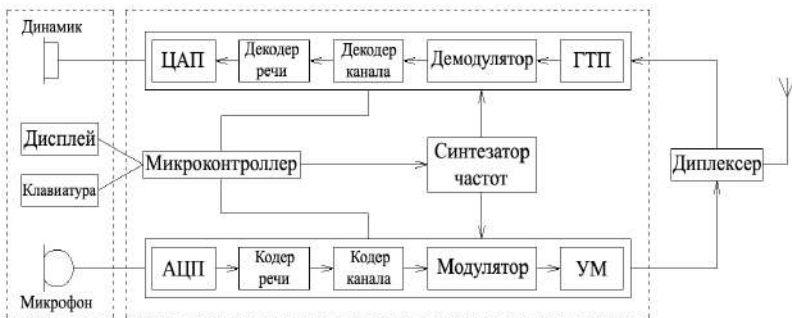
*В данном докладе проводится разработка структурной и принципиальной схемы приемной части мобильного аппарата сотовой связи с кодовым разделением каналов.*

**Ключевые слова:** CDMA, 3G, модуляция, ГТП

Сотовая связь третьего поколения (3G) не так давно будоражила умы операторов сотовой связи и производителей оборудования. Ведь

сети 3G позволяют предоставлять клиентам услуги, которые повышают доходы операторов от продажи телефонов и сетевого оборудования.

Конструктивно абонентский аппарат реализуется по широко распространенному варианту построения абонентского терминала (аппарата) сотовой сети связи с подвижными объектами в виде носимой телефонной трубки, изображенный на рисунке 1.



**Рисунок 1** – Структурная схема абонентского аппарата

При выборе элементной базы для построения мобильного аппарата следует учесть следующие особенности аппаратуры данного типа:

- необходимость компактного конструктивного выполнения;
- обеспечение высоких технических показателей, независимых от температуры окружающей среды и источника питания;
- потребляемая от источника питания мощность должна быть минимальна;
- высокая надежность.

Таким образом, для обеспечения комплексной миниатюризации абонентского терминала, повышения качественных показателей, достижения высокой надежности и т.п. целесообразно использовать специализированную элементную базу фирмы Siemens.

Целью данного доклада является:

Разработка приемной части абонентского аппарата

Решаемые задачи:

1. Разработка структурной схемы устройства
2. Разработка принципиальной схемы устройства
3. Исследование потенциальной помехоустойчивости цифровой модуляции

Результатом работы является:

Принципиальная схема приемника для абонентского аппарата

### Список литературы

1. Фалько А.И. Широкополосные системы связи: Монография / СибГУТИ. – Новосибирск, - 2005. – 126с.
2. Бабков В.Ю., Вознюк М.А., Никитин А.Н., Сиверс М.А. – Системы связи с кодовым разделением каналов. – СПбГУТ. СПб, 1999. – 120с.

## ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАТЕКСНЫХ ЧАСТИЦ НА АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ «БИОФИЗИК»

Л.И.Дмитриева<sup>1,2</sup>, Г.В.Шувалов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГУП «Сибирский государственный ордена Трудового  
Красного Знамени научно-исследовательский институт  
метрологии»,

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технический университет,  
[director@sniim.ru](mailto:director@sniim.ru)

*Методики исследования свойств биочастиц находятся в стадии широкого обсуждения научным сообществом. В работе рассмотрен метод исследования свойств биочастиц при помощи аппаратурно - методического комплекса (АМК) «Биофизик», в основе работы которого лежит принцип диэлектрофореза. В работе также приведены результаты проведенных экспериментов, подтверждающих корректность исследований, проводимых на АМК «Биофизик».*

**Ключевые слова:** Биочастица, поляризуемость, диэлектрофорез, методика

Исследование свойств биочастиц позволяет выявить патологические изменения у обследуемого объекта. Процесс сложен в реализации, не имеет однозначного решения и требует комплексного методического подхода. Существует подход, согласно которому изучаются свойства частиц подверженных действию переменного электрического поля. Он дает возможность изучить характеристики электрически нейтральных биочастиц через их объемную поляризацию в широком частотном диапазоне. Количественное описание поляризации достигается введением коэффициента пропорциональности  $a$  – поляризуемости, который связывает между собой отклик частицы и вызывающее его воздействие напряженность

электрического поля. Движение биочастиц в неоднородном переменном электрическом поле (НПЭП) получило название “диэлектрофорез”.

С учетом развития прикладных методов диэлектрофореза возникла необходимость в образце государственного эталона поляризуемости. В качестве материала эталона поляризуемости предложено использовать полистирол. Расчетная величина  $\alpha_{кл}$  поляризуемости клетки или латексной частицы, находилась из выражения [1,2]

$$\alpha_{кл} = 4 \cdot \pi \cdot r_{кл}^3 \cdot \epsilon_{ср} \cdot \frac{\epsilon_{кл}^* - \epsilon_{ср}^*}{\epsilon_{кл}^* + 2 \cdot \epsilon_{ср}^*}, \quad (1)$$

где  $\frac{\epsilon_{кл}^* - \epsilon_{ср}^*}{\epsilon_{кл}^* + 2 \cdot \epsilon_{ср}^*}$  - фактор Клаузиуса-Мосотти;

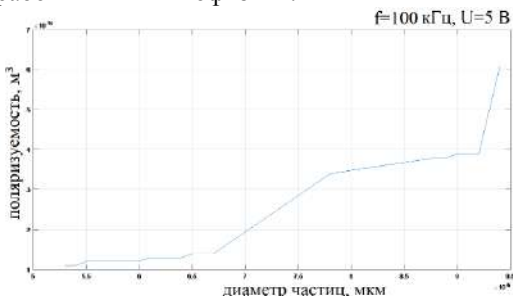
$r_{кл}$  - радиус клетки;

$\epsilon_{ср}$  - диэлектрическая проницаемость среды;

$\epsilon_{кл}$  - диэлектрическая проницаемость клетки.

Если экспериментальные величины измерения поляризуемости эталона соответствуют расчетным, то данное обстоятельство позволяет убедиться, что АМК осуществляет измерения правильно.

С целью проведения исследования на АМК были изготовлены суспензии латексных частиц, состоящие из раствора 0,3 М сахарозы и латексных микрочастиц одного из диаметров  $5,7 \cdot 10^{-6}$  или  $7,6 \cdot 10^{-6}$  м. Над суспензией был проведен ряд экспериментов на АМК «Биофизик». По полученным экспериментальным данным была построена зависимость величины поляризуемости частиц от их диаметра (Рисунок 1). Полученная экспериментальная зависимость хорошо соотносится с уравнением (1), тем самым подтверждая корректность работы АМК «Биофизик».



**Рисунок 1** - Зависимость величины поляризуемости от диаметра частиц

### **Список литературы**

1. Генералов В.М., Кручинина М.В., Дурыманов А.Г., Медведев А.А., Сафатов А.С., Сергеев А.Н., Буряк Г.А., Курилович С.А., Громов А.А. Диэлектрофорез в диагностике инфекционных и неинфекционных заболеваний. – Новосибирск: Изд-во «ЦЭРИС», 2011. – 172 с.
2. Шувалов Г.В., Генералов К.В., Генералов В.М., Кручинина М.В., Минин И.В., Коптев Е.С., Физические основы разработки государственного эталона поляризуемости биологических клеток. Физика, ноябрь, 2017, № 11, 47-51 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА БЕСПРОВОДНОГО ИНЕРЦИАЛЬНОГО ДАТЧИКА МОНИТОРИНГА НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Д.Г. Еникеев, С.А. Чипурнов**

**Новосибирский Государственный Технический Университет,  
chipurnov@epu.ref.nstu.ru**

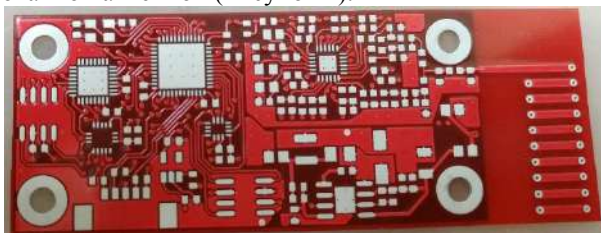
*Научная работа посвящена разработке беспроводного инерциального датчика, который способен измерять угол наклона и регистрировать вибрацию. Проанализированы существующие технические решения на рынке и произведен подбор компонентов для устройства. На основе разработанной схемы электрической принципиальной и печатной платы была создана первая версия датчика.*

**Ключевые слова:** Датчик, инклинометр, регистрация вибраций, угол наклона, гироскопическая компенсация, беспроводная связь, акселерометр, гироскоп

На сегодняшний день современные тенденции увеличения производства энергии и сырья влекут за собой внедрение инновационных технологий, таких как беспроводные системы мониторинга. Одним из самых критических элементов любой проводной системы является соединение ее элементов, поскольку во время эксплуатации соединительный кабель подвергается воздействию окружающей среды и выходит из строя. Простой конструкции и сложности прокладки провода несут колоссальные убытки предприятию. Для устранения перечисленных проблем было решено разработать беспроводной инерциальный датчик мониторинга навесного оборудования.

Задача мониторинга навесного оборудования заключается в как измерении статической характеристики — ориентация в пространстве, так и динамических характеристик — линейные ускорения и углы поворота. Для решения этих задач используется МЭМС датчики, поскольку они обладают малым размером, низким энергопотреблением и широкими настройками обработки сигнала. В ходе научной работы был проведен обзор существующих решений на рынке, в результате которого не найдено аналогов разрабатываемого датчика на российском рынке. Также определены текущие концепции устройств: гироскопическая компенсация вибраций, использование базы данных для хранения показаний датчика, чувствительность измерения угла наклона в  $0,15^\circ$ , измерения ускорений в  $1 \text{ м/с}^2$ .

Для разработки датчика был произведен обзор и выбор элементной базы. Следующим этапом была разработана схема электрическая принципиальная. На основе схемы создана компактная печатная плата с интегрированной антенной (Рисунок 1).



**Рисунок 1** – Печатная плата датчика

В устройстве используется суб-ГГц приемопередатчик для обеспечения большой дальности приема, микроконтроллер низкого энергопотребления, акселерометр с высокой чувствительностью для измерения угла наклона и второй акселерометр с высокой частотой дискретизации и широким диапазоном регистрируемых ускорений, гироскоп для компенсации вибрации при работе в режиме инклинометра.

Первая версия устройства в корпусе представлена на рисунке (Рисунок 2). После применения алгоритма калибровки, описанного в [1], точность измерения угла достигла  $360^\circ \pm 0,1^\circ$ . Гироскопическая компенсация вибрации была реализована при помощи фильтра Калмана [2] и внесла стабилизацию показаний наклона при вибрации. При работе датчика в режиме регистрации вибраций с помощью кольцевого буфера достигнута частота дискретизации  $5,4 \text{ кГц}$  с диапазоном ускорений  $16g \pm 0,5 g$ . Дальность связи двух устройств при мощности передатчика  $+10 \text{ дБм}$  и чувствительности приемника  $-130 \text{ дБм}$  в условиях офисного помещения равна  $80 \text{ м}$ .





**Рисунок 2** – Первая версия беспроводного инерциального датчика мониторинга навесного оборудования

### **Список литературы**

1. О. В. Поплавная, К. Н. Шелкович Датчик угла наклона на основе mems-акселерометра. – М.: «Компоненты и технологии», 2006. – 364 с.
2. Fatemeh Abyarjoo, Armando Barreto, Jonathan Cofino, Francisco R. Ortega Implementing a sensor fusion algorithm for 3D orientation detection with inertial/magnetic sensors. – М.: «Electrical and Computer Engineering Department. Florida International University. Miami, FL. USA

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОРЕЖЕННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК**

**М.А. Степанов, Р.С. Зайцева**

**Новосибирский государственный технический университет,  
m.stepanov@corp.nstu.ru**

*В данной работе осуществлен обзор литературы по теме исследования, отражена основная идея и перспектива исследования.*

**Ключевые слова:** фазированная антенная решетка (ФАР), прореженная антенная решетка, сокращение количества излучателей.

Основным устройством сканирования любой РЛС является антенна или антенная решетка. Луч, который она образует, напрямую зависит от ее габаритов, конфигурации и пр. факторов.

Антенной решеткой называют антенную систему, состоящую из более, чем одного антенного элемента с когерентным излучением, соединенная между собой фидерной линией. Излучающими элементами могут быть вибраторы, рупоры, параболические отражатели, спиральные диэлектрические антенны и др. Если ввести в фидерные линии фазовращатели и менять фазу сигнала в каждом излучателе, то при этом в определенном направлении сигналы придут в фазе и усилят друг друга. Таким образом, в это направление, где все излучатели в фазе, повернется суммарный луч. Такая решетка называется фазированной (ФАР).

Фазированные антенные решетки являются вызывающими интерес со стороны множества исследователей в области антенных устройств. Это вызвано тем, что фазированные антенные решетки обладают свойством быстрого сканирования пространства, что придает им актуальность (сканирование лучом быстрее, чем механический или электромеханический способ сканирования). Сканирование лучом происходит вследствие быстрого изменения диаграммы направленности (изменение фаз элементов, с помощью фазовращателей)

Современные ФАР состоят из нескольких тысяч излучателей, поэтому возникает проблема измерения их характеристик. Отличительной особенностью ФАР является возможность задавать различные фазирования, каждому из которых соответствует своя диаграмма направленности.

Разреженные антенные решетки позволяют сократить количество излучаемых элементов и это существенно не скажется на форме главного лепестка ДН, поэтому число излучателей уменьшают по сравнению с тем количеством, которое необходимо для заполнения всей апертуры в целом. При этом возникает такой недостаток, как увеличение уровня боковых лепестков, который пропорционален числу исключаемых элементов.

Была проведена работа по изучению информации по теме исследования. Обзор различной литературы показал, что исследование прореженных антенных решеток активно ведется в последнее время и вызывает интерес со стороны специалистов в области антенной техники.

Основной идеей моего исследования является сокращение количества излучателей (элементов) АР. Это сокращение (зануление) будет произведено таким образом, чтобы полученная (при различных вариациях зануления) амплитудная характеристика имела наиболее удовлетворительные параметры.

Перспектива исследования включает в себя план работ по обнаружению наиболее подходящего амплитудного распределения; разработке алгоритма сокращения излучателей прореженной АР (затуляя некие элементы, будем наблюдать изменение ДН и проследивать при этом определенную закономерность). Решение данных задач планируется производить в MatLab.

### **Список литературы**

1. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ – М.: Высш.шк., 1988 – 432 с.
2. Справочник по радиолокации. Под ред. М. Скольника. Нью-Йорк, 1970 г. Пер. с англ. (в четырех томах) под общей ред. К.Н. Трофимова. Том 2. Радиолокационные антенные устройства. М.: Сов. Радио, 1977, 408 с.
3. Устройства СВЧ и антенны: Проектирование фазированных антенных решеток/ Д.И. Воскресенский, В.И. Степаненко, В.С. Филиппова и др.; под ред. Д.И. Воскресенского – 4-е издание, перераб. и допол. – М.:Радиотехника, 2012 – 744 с.

## **СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ЭХО-СИГНАЛОВ АНТИПОДА**

**Н.С. Зубанов, А.В. Киселёв**

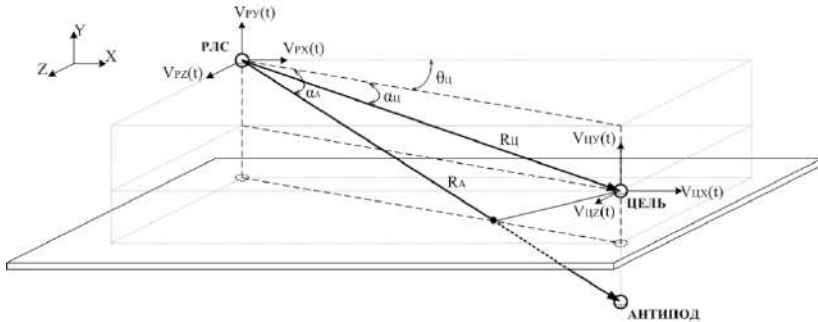
**Новосибирский государственный технический университет,  
a.kiselev@corp.nstu.ru**

*Рассмотрена геометрическая модель наблюдения радиолокационной станцией (РЛС) цели и антипода. Получены соотношения для расчёта временных задержек и доплеровских смещений спектров принятых эхо-сигналов, которые могут быть использованы при решении задач численного моделирования.*

**Ключевые слова:** Геометрическая модель, радиолокационный антипод, эхо-сигнал, доплеровское смещение.

При радиолокационном наблюдении низколетящего объекта возникают ошибки определения положения цели, вызванные многотрассовым распространением эхо-сигналов и обусловленные их отражением от поверхности земли [1, 2]. На вход приёмника кроме эхо-сигнала, прошедшего путь РЛС-цель-РЛС, попадают эхо-сигналы прошедшие путь РЛС-цель-подстилающая поверхность-РЛС и путь РЛС-подстилающая поверхность-цель-подстилающая поверхность-

РЛС (см. рис. 1). РЛС интерпретирует это как появление двух целей: одной реально существующей и зеркального антипода расположенной зеркально относительно отражающей поверхности.



**Рисунок 1** – Геометрическая модель

Зная геометрию распространения эхо-сигналов, получим расчётные соотношения для временных задержек и спектральных составляющих с учётом многотрассового распространения эхо-сигналов (см. рис. 1).

### **Временные задержки эхо-сигналов**

Временная задержка эхо-сигнала отраженного от цели равна

$$\tau_{Ц} = \frac{2 \cdot R_{Ц}}{c}.$$

Для побочных путей распространения эхо-сигналов временные задержки определяются следующим образом:

$$\tau_{A1} = \frac{R_{Ц} + R_{A}}{c}, \quad \tau_{A2} = \frac{2 \cdot R_{A}}{c}.$$

### **Доплеровские смещения**

Так для эхо-сигнала отраженного непосредственно от цели доплеровское смещение можно найти как

$$f_{Ц} = \frac{2}{\lambda} [(V_{ЦX} - V_{PX}) \cdot \cos(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_{Ц}) + (V_{ЦY} - V_{PY}) \cdot \sin(\alpha_{Ц}) + (V_{ЦZ} - V_{PZ}) \cdot \sin(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_{Ц})].$$

А для эхо-сигналов, пришедших по побочным путям распространения доплеровские смещения определяются как

$$f_{A1} = \frac{1}{\lambda} [(V_{ЦX} - V_{PX}) \cdot \cos(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_{Ц}) + (V_{ЦY} - V_{PY}) \cdot \sin(\alpha_{Ц}) + \\ + (V_{ЦZ} - V_{PZ}) \cdot \sin(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_{Ц}) + (V_{ЦX} - V_{PX}) \cdot \cos(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_A) + \\ + (V_{ЦY} - V_{PY}) \cdot \sin(\alpha_A) + (V_{ЦZ} - V_{PZ}) \cdot \cos(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_A)], \\ f_{A2} = \frac{2}{\lambda} [(V_{ЦX} - V_{PX}) \cdot \cos(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_A) + (V_{ЦY} - V_{PY}) \cdot \sin(\alpha_A) + \\ + (V_{ЦZ} - V_{PZ}) \cdot \sin(\theta_{Ц}) \cdot \cos(\alpha_A)].$$

### Список литературы

1. Справочник по радиолокации. Под ред. М. Скольникова. Пер. с англ. под общей ред. В.С. Вербы. В 2 книгах. Книга 1. М.: Техносфера, 2014, 672 с.
2. Морская радиолокация В. И. Винокуров. Л.: Судостроение, 1986, 256 с.

## РАЗРАБОТКА СЕНСОРНОГО БЛОКА СПИРОМЕТРА

А.С. Казьмина, В.К. Макуха

Новосибирский государственный технический университет,  
makukha@epu.ref.nstu.ru

*В данной статье описана разработка сенсорного блока спирометра с возможностью использования диагностики исключительно на выдохе.*

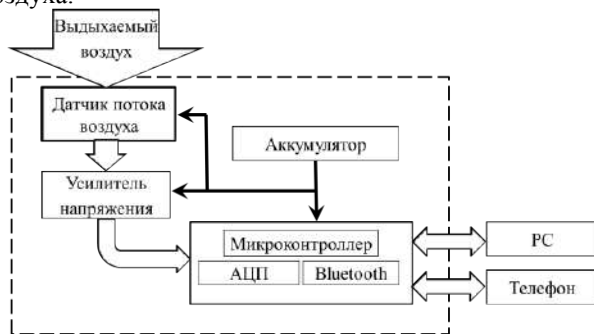
**Ключевые слова:** Спирометр, датчик потока воздуха, UART, программное обеспечение, аналогово-цифровой преобразователь.

В настоящее время остро стоит проблема инфицирования пациентов во время проведения спирометрического теста для диагностики дыхательной системы. В рамках классической спирометрии проводится исследование обязательно на вдохе и не выдохе.

В данной статье описываются некоторые этапы спирометра (прибора измеряющего параметры дыхания, например, объем и скорость вдыхаемого и выдыхаемого воздуха [1]) позволяющего производить диагностику с помощью методики исследования

исключительно на выдохе, что позволит снизить угрозу заражения при использовании прибора, например в противотуберкулезном диспансере. Методика исследования исключительно на выдохе разработана учеными Научно-исследовательского института физиологии и фундаментальной медицины СО РАМН (г. Новосибирск) совместно с отечественными врачами-пульмонологами [2].

В ходе работы разработана функциональная схема устройства (Рисунок 1). Основными структурными единицами, которого являются микроконтроллер, измерительный усилитель напряжения и датчик потока воздуха.



**Рисунок 1** – Функциональная схема устройства

Произведен обзор компонентов представленных на рынке, в результате которого выбраны компоненты для реализации устройства. Разработана электрическая принципиальная схема. Выполнена трассировка печатной платы и монтаж компонентов.

Получен макет разрабатываемого устройства, разработано программное обеспечение первичного тестирования макета. Проведены испытания устройства, подтвердившие работоспособность микропроцессорного блока.

### Список литературы

1. Грошев, Д.Е. Spiроанализатор "Эльф-Ласпек-01": методические указания к лабораторной работе для студентов АВТФ и РЭФ. / сост. Д.Е. Грошев, А.Ю. Кузминский, В.К. Макуха, Е.Н. Невейко. — Новосибирск: НГТУ, 2003. — 18 с.
2. Гришин О. В., Шрайнер М.К., Бейлина Н.В., Шургая А.М. Значение функциональных дыхательных проб в дифференциальной диагностике дыхательной и сердечной недостаточности. Терапевтический архив, 1999, N4, с.13-17. И, соответственно, нужно переправить действующую ссылку 2 на 3.

## **МОБИЛЬНАЯ КРИМИНАЛИСТИКА: ЗАДАЧИ И ТЕХНОЛОГИИ**

**С.В. Камышев, И.Н. Карманов  
СГУГиТ**

*В данной работе будет рассмотрена проблема формирования доказательной базы по преступлениям, предусмотренным Главой 28 УК РФ. Рассмотрены практические аспекты извлечения данных с устройства функционирующего на базе операционной системы iOS.*

Революционный рывок технологий в последние десятилетия значительно упростил решение многих сложных задач, однако, данный процесс породил и целый ряд негативных воздействий как на общество, так и на государства. Злонамеренные действия, совершенные с использованием компьютерных, мобильных и сетевых технологий стали обыденностью. На данный момент Уголовный кодекс российской федерации содержит 4 состава преступлений в сфере компьютерной информации, - статьи 272, 273, 274, 274.1 главы 28. Наименование данной главы звучит как: «Преступления в сфере компьютерной информации», термин «компьютерные преступления» является более широким и обобщенным, так как включает в себя такие же преступления как кардинг, социальную инженерию, промышленный шпионаж и т. д.

В связи со сложившейся обстановкой остро стоит вопрос расследования преступлений, совершаемых в IT – сфере. Но подобные преступления отличаются от классического мошенничества или преступления, совершенного с причинением вреда здоровью или посягательства на жизнь. Эксперты криминалисты могут обнаружить улики подобных преступлений и впоследствии предоставить в качестве доказательств в суде. Проблема при доказательстве преступлений, отнесенных к преступлениям в сфере компьютерной информации, заключается в том, что доказательством подобных преступлений является информация (следы, оставленные злоумышленником при совершении преступления), хранящаяся на компьютерах, мобильных и сетевых устройствах. Такую информацию очень просто уничтожить, как намеренно, так и случайно, или подделать. Суть проблемы в том, что такие доказательства невозможно воспринимать напрямую органами чувств человека. Из вышесказанного вытекает, что задача компьютерной криминалистики заключается в получении, документировании и представлении

доказательств на судебных заседаниях, а также сохранение неизменности получаемой информации.

Существует довольно много инструментов для работы с мобильными устройствами. Есть как open source решения, так и коммерческие продукты.

Libimobiledevice – кроссплатформенная программная библиотека, использующая протоколы iPhone, iPod Touch, iPad и AppleTV, для связи с этими устройствами. В отличие от других проектов она не зависит от существующих программных библиотек и не требует jailbreak – а устройств. Так же она включает другое программное обеспечение для легкого доступа к файловой системе устройств: получение информации об устройстве, органах управления, бэкапах устройства, управлению установленными приложениями, пересылки контактов, календарей, заметок и закладок и синхронизации музыки и видео. Данная библиотека развивается с августа 2007 года, ее цель – поддержка i – девайсов операционными системами семейства Linux.

Устройства под управлением операционной системы iOS имеют файловую систему HFSX. HFSX – файловая система, разработанная Apple Inc в качестве замены HFS – Hierarchical File System (иерархическая файловая система), являющейся главной файловой системой, используемой на компьютерах Mac. HFSX является полной копией HFS+, их различие состоит в том что первая позволяет работать в режиме с учетом регистра имен.

Для извлечения данных из устройств на базе iOS существует три основных метода:

- извлечение данных на логическом уровне;
- извлечение на уровне файловой системы;
- извлечение на физическом уровне (физическое извлечение).

Для сбора информации об устройстве используется следующая команда:

```
$ ideviceinfo
```

Результатом выполнения данной команды станет отображение информации об устройстве, далее приведена наиболее интересная с точки зрения криминалистики информация: *BluetoothAddress, DeviceClass, DeviceName, EthernetAddress, PhoneNumber, ProductType, ProductVersion, SerialNumber, TimeZone, UniqueDeviceID, WiFiAddress.*

Создание бекапа методом логического извлечения осуществляется с помощью строки:

```
$ idevicebackup2 backup ~/Desktop/Forensic/backup
```

Файлы Status.plist, Manifest.plist, Manifest.mbdb, Info.plist. хранят данные описывающие содержимое директории, а также хранят



информацию об устройстве (имя устройства, ICCID, EMEI, серийные номера). Остальные файлы (наименования – хеш-сумма SHA-1, рассчитанная от полного пути доступа к файлу, включая домен и субдомен) – непосредственно файлы бекапа.

Каждый файл резервной копии принадлежит одному из доменов. Каждый домен отвечает за хранение определенной информации.

Исследовать полученный бекап можно с помощью различного программного обеспечения, такого как, например: iBackup Viewer, iExplorer или iPBA, которое и использовалось в данной работе.

Невозможно переоценить значение мобильной криминалистики в наше время. Рассмотрев методы извлечения данных из устройства на базе iOS и убедившись, что даже будучи ограниченным в методах и средствах специалист по мобильной криминалистике может извлечь информацию, которая впоследствии будет использоваться как доказательство вины/невиновности.

## **РЕЖЕКТОРНЫЙ ФИЛЬТР С МАКСИМАЛЬНО-ПЛОСКОЙ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ**

**С.Б. Кожан-оол, И.С. Савиных**

**Новосибирский государственный технический университет,  
isavinykh@mail.ru**

*Предложен способ синтеза режекторных фильтров с максимально-плоской амплитудно-частотной характеристикой. Приведено соотношение для передаточной функции фильтра с максимально-плоской характеристикой с использованием полиномов Бернштейна. Построены амплитудно-частотные характеристики для рассмотренных соотношений.*

**Ключевые слова:** режекторный фильтр, полиномы Бернштейна, амплитудно-частотная характеристика.

В настоящее время известно несколько фильтров с максимально-плоской амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) [1-3]. Фильтры с максимально-плоской АЧХ (МПАЧХ) отличает от других реализация их в виде структур без умножителей, либо в виде структур с умножителями на фиксированные коэффициенты [3, 4]. Также в ряде случаев имеется возможность использования целочисленной арифметики [4]. Хотя по количеству вычислений непосредственная реализация фильтров с МПАЧХ проигрывает фильтрам, синтезированным методами взвешивания и частотной выборки, а

также оптимальным методом. Указанные свойства, в ряде случаев, позволяют реализовывать на основе фильтров с МПАЧХ более эффективные с вычислительной точки зрения устройства цифровой обработки сигналов.

Один из способов определения фильтров с МПАЧХ использует полиномы Бернштейна для задания АЧХ [3, 4]. При этом описываются фильтры нижних частот (ФНЧ). При обработке сигналов требуются и другие типы фильтров, том числе и режекторные фильтры (РФ). Однако, способ синтеза фильтров с максимальной-плоской амплитудно-частотной характеристикой неизвестны.

Цель работы – предложить способ синтеза режекторных фильтров с максимально-плоской амплитудно-частотной характеристикой.

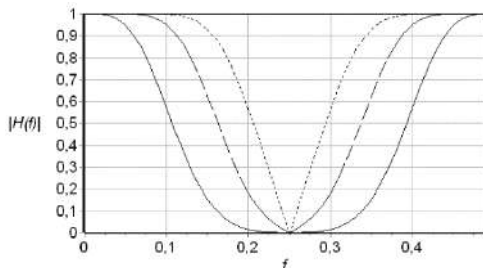
Исходя из [3] можно записать

$$H(\theta) = \frac{1}{2^M} \sum_{m=0}^M f[m] C_M^m (1 - \cos(\theta))^m (1 + \cos(\theta))^{M-m}, \quad C_M^m = \frac{M!}{m!(M-m)!},$$

где  $M$  – порядок фильтра (по степени полинома);  $H[m]$  – последовательность значений, определяющих АЧХ;  $\theta$  – нормированная круговая частота,  $\theta=2\pi f$ ;  $f$  – частота, нормированная на частоту дискретизации.

В случае ФНЧ  $H[m]$  представляет собой последовательности единиц и нулей для полос пропускания и заграждения соответственно. В случае РФ, логично предположить, чтобы  $H[m]$  должно представлять последовательности единиц для полос пропускания и нулей для полосы заграждения. Однако, в этом случае коэффициент передачи в полосе заграждения не достигает нуля.

Поэтому предлагается  $H[m]$  задавать в одной полосе пропускания последовательностью единиц, а другой – последовательностью значений минус единиц. С учетом предложенного и применяя соотношения и структуры, приведенные в [3, 4] можно синтезировать РФ с МПАЧХ. Для демонстрации этого было построено семейство АЧХ РФ, приведенное на рисунке 1. При этом порядок фильтра был выбран  $M=15$ .



**Рисунок 1** – Семейство рассчитанных АЧХ РФ

### **Список литературы**

1. O. Herrmann, "On the approximation problem in nonrecursive digital filter design", IEEE Trans. Circ. Theory, vol. CT-18, pp. 411-413, May 1971.
2. P. P. Vaidyanathan, "On maximally-flat linear-phase FIR filters," IEEE Trans. Circuits Syst., vol. CAS-31, pp. 830-832, Aug. 1984.
3. L. R. Rajagopal and S. C. D. Roy, "Design of maximally-flat FIR filters using the Bernstein polynomial," IEEE Trans. Circuits Syst., vol CAS-34, pp. 1587-1590, Dec. 1987.
4. S. Samadi, T. Cooklev, A. Nishihara, N. Fujii, "Multiplierless structure for maximally flat linear phase FIR digital filters", Electron. Lett., vol. 29, no. 2, pp. 184-185, 1993.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛА ПОКРЫТИЯ БЕЗЭХОВЫХ КАМЕР**

**А.Ю. Колесов, А.В. Никулин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
a.nikulin@corp.nstu.ru**

*В данной работе рассмотрены три типа радиопоглощающих материалов и их влияние на коэффициент безэховости. Описаны преимущества каждого радиопоглощающего материала. Для радиопоглощающего материала интерференционного типа приведено условие отсутствия отражений от поглощающего феррита. Описано конструктивное исполнение каждого из материалов.*

**Ключевые слова:** коэффициент безэховости, радиопоглощающий материал, поглощающий феррит

Основная задача безэховой камеры (БЭК) – это ослабление отражений от ее поверхности до требуемой величины. Это необходимо чтобы добиться условия «свободного пространства» внутри ограниченного объема камеры. При этом электромагнитное поле источника не искажается за счет отражений.

С целью уменьшения отражений от стен БЭК их покрывают радиопоглощающим материалом.

Радиопоглощающие материалы (РПМ), используемые в БЭК, могут быть двух типов: с диэлектрическим и с магнитным поглощением. В покрытиях с магнитным поглощением дополнительное снижение отражений достигается за счёт использования периодичной структуры пирамидальных элементов.

#### **Радиопоглощающий материал градиентного типа.**

Материалом градиентного типа — это материал, у которого согласование со свободным пространством осуществляется за счет постепенного изменения свойств поглощающей среды. Эти материалы выполняют в виде совокупности слоев с постоянными параметрами. Такая совокупность аппроксимирует требуемый закон изменения комплексного коэффициента преломления.

Наличие границ раздела слоев приводит к некоторому проявлению в свойствах таких материалов интерференции отраженных от границ полей. Толщина слоев выбирается обычно так, чтобы на ответственных участках диапазона волн интерферирующие поля гасили друг друга.

Коэффициент отражения от материалов градиентного типа во всем диапазоне волн не превышает -20...-17 дБ для РПМ средней стоимости.

#### **Радиопоглощающие материалы интерференционного типа.**

Они представляют собой однородный ферритовый слой на металлической подложке. Согласование со свободным пространством у этих материалов осуществляется за счёт определённого соотношения магнитных потерь, толщины и длины волны. Ферритовые РПМ незаменимы при создании БЭК на сверхширокий диапазон частот, включающий часть метрового диапазона. И других свойств ферритовых РПМ отметим, что они негорючи и работают при больших плотностях потока мощности( до 3 Вт/см<sup>3</sup> включительно). Следует отметить, что ферритовые материалы достаточно тяжелы и требуют тщательной подгонки при монтаже.

#### **Радиопоглощающие материалы градиентного типа.**

Это материалы представляют собой совокупность пирамидальных поглощающих элементов. Все эти РПМ характеризуются значительной

поперечной неоднородностью и могут быть условно объединены классом шиповидных или рассеивающих материалов.

Уменьшение уровня отражений в камерах с таким покрытием достигается путем многократного отражения падающей волны между стенками пирамиды. С каждым отражением волна теряет интенсивность и выходит из поглощающей полости значительно затухшей.

Уровень отраженного сигнала в безэховых камерах при применении качественных шиповидных материалов вида НР рассеивающего типа соответствует уровню отражения от РПМ и оказывается для ненаправленных антенн порядка -50 дБ.

### **Список литературы**

1. Мицмакер М.Ю., Торгованов В.А., Безэховые камеры СВЧ. – М.: Радио и связь, 1982.- 128 с., ил.
2. Важенин Н.А., Обухов В.А., Плохих А.П., Попов Г.А., Электрические ракетные двигатели космических аппаратов и их влияние на радиосистемы космической связи. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.-432 с. – ISBN 978-5-9221-1410-3.

## **ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЧЕРЕДУЮЩИХСЯ СЛОЕВ $\text{HfO}_2/\text{TiO}_2$**

**И.Б. Мищенко<sup>1,2</sup>, Д.Е. Петухова<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> **Институт Неорганической Химии им. А.В. Николаева СО РАН**

<sup>2</sup> **Новосибирский Государственный Технический Университет**

<sup>3</sup> **Новосибирский Государственный Университет**

*Многослойные структуры с различным двухслойным периодом осаждались методом атомно-слоевого осаждения (АСО). С помощью эллипсометрических методов проведены измерения толщины и описаны оптические свойства многослойных структур. Показана немонотонная зависимость эффективного показателя преломления от числа АСО-циклов каждого слоя.*

*Предложенный метод исследования может быть полезен для аналогичных АСО-процессов и содержит важную информацию об особенностях осаждения чередующихся слоев  $\text{HfO}_2$  и  $\text{TiO}_2$ .*

**Ключевые слова – Эллипсометрия, модель дисперсии, АОС, многослойные структуры, сверхрешетка.**

В данной работе были исследованы оптические свойства тонкопленочных структур с чередующимися слоями, которые являются активно используемым компонентом в оптической [1,2] и микроэлектронной технике [3]. Материал слоев, их количество и толщина позволяют регулировать свойства структуры.

Была поставлена задача изучения оптических свойств тонкопленочных многослойных структур на основе чередующихся слоев оксидов титана  $\text{TiO}_2$  и гафния  $\text{HfO}_2$  разной толщины. Данные о послойном строении таких многослойных структур могут дать информацию непосредственно процессах их формирования.

Исследованные пленки  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Hf}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_2$  и  $\text{N} \cdot (\text{HfO}_2/\text{TiO}_2)$ , были получены методом АСО на установке Sunale R-200 Picosun OY, Finland при  $T_{\text{реакт}}=300^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{подл}}=300^\circ\text{C}$ .

В качестве исходных веществ использовались: тетрааксидиэтиламин гафния (IV)  $[\text{Hf}(\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_4]$ , TDEАН и тетрахлорид титана (IV)  $[\text{TiCl}_4]$  в комбинации с парами  $\text{H}_2\text{O}$ . Азот  $\text{N}_2$  (99,999%) использовался в качестве газа-носителя. Послойное строение пленок задавалось соотношением m:n в реакционном суперцикле:  $m \cdot \text{HfO}_2 : n \cdot \text{TiO}_2$ . Получена серия пленок с соотношением m:n=1:0, 0:1, 1:1, 10:10, 26:26, 40:40, 52:52, 65:65, 87:87, 130:130. Общее количество циклов осаждения: 1040.

Исследования образцов проводили на лазерном эллипсомере фотоэлектрическом «ЛЭФ-3М» с длиной волны 632.8 нм при угле падения света  $\varphi = 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$  и спектральном эллипсомере «Эллипс-1991» в диапазоне длин волн 350–1050 нм при угле падения света  $\varphi = 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ . Результаты, полученные с использованием двух эллипсометрических методик, хорошо согласовались друг с другом.

На основе дисперсионных зависимостей эффективных показателей преломления и толщины пленок определено, что в начале роста плёнок оксидов, происходит нуклеационная задержка, которая заметно больше для слоев  $\text{TiO}_2$ . При достаточной толщине слои  $\text{TiO}_2$  растут тоже достаточно эффективно. Отмечено, что кристаллизация пленок вносит неопределенность в интерпретацию результатов эллипсометрических исследований. По данным рентгеновской дифракции кристаллическая фаза проявляется в плёнках при относительно большой толщине слоёв (начиная от 130 циклов АСО). Спектроскопия комбинационного рассеяния света позволяет идентифицировать фазу анатаза в пленках, где для получения каждого слоя использовалось 65 циклов. Морфология поверхности становится зернистой при увеличении толщины слоев. Эти данные могут помочь в объяснении эффекта снижения прироста толщины за 1 реакционный

суперцикл при использовании комбинации TDEAH+H<sub>2</sub>O/TiCl<sub>4</sub>+H<sub>2</sub>O, а также в управлении технологическим процессом получения многослойных структур N\*(HfO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>) с заданной толщиной слоёв.

#### **Список литературы:**

1. M. Magnozzi, S. Terreni, L. Anghinolfi, S. Uttia, M.M. Carnasciali, G. Gemme, M. Neri, M. Principe, I. Pinto, L.-C. Kuo, S. Chao, M. Canepa, "Optical properties of amorphous SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> multi-nanolayered coatings for 1064-nm mirror technology," Opt. Mater. vol. 75, p. 94-101, 2018
2. R.S. Dubey, V. Ganesan, "Reflectance modulation using SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> multilayer structures prepared by sol-gel spin coating process for optical applications," Superlattices Microstruct. vol. 111, p.1099-1103, 2017
3. L. Chen, N. Kumaru, Sh. Chen, Y.Hou, "Thermal conductivity of multilayer dielectric films from molecular dynamics simulations," RCS Adv. vol. 7 26194-26202, 2017

## **ЛАЗЕРНЫЙ ОСВЕТИТЕЛЬ**

**Ю.Ц. Батомункуев, П.С. Орлов**

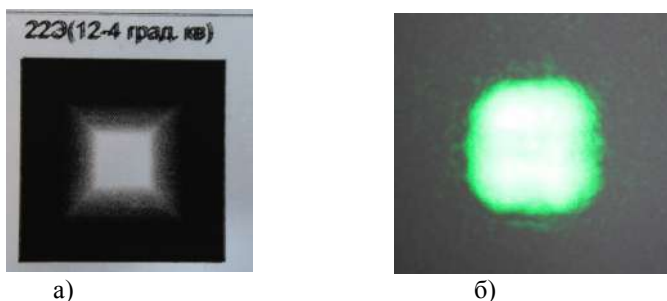
**Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
opttechnic@mail.ru**

*В работе представлены экспериментально полученные распределения интенсивности световой волны, сформированные макетом лазерного осветителя.*

Известно, что при использовании лазерных источников излучения в осветителях возникает проблема получения равномерного распределения интенсивности в заданной области пространства, из-за дифракции этого излучения [1,2]. Во многих практических задачах требуется получение равномерной засветки лазерным излучением поверхностей заданных размеров [2]. Целью работы является уменьшение неравномерности пространственного распределения интенсивности монохроматической волны лазерного осветителя. Для выполнения этой цели предлагается применить в схеме лазерного осветителя дифракционный элемент.

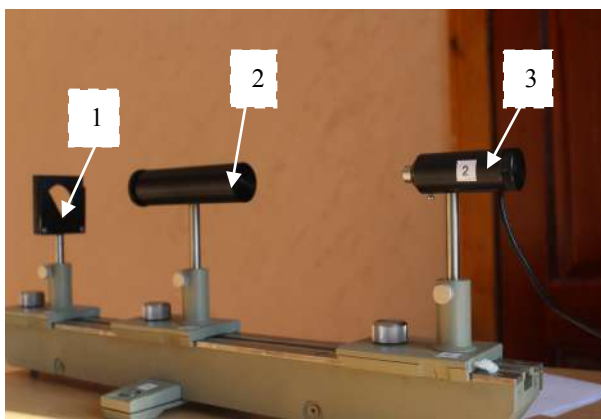
В работе рассмотрен дифракционный элемент в виде квадратного отверстия с постепенно убывающей резкостью от

внешнего до внутреннего края. Этот элемент и его дифракционная картина представлены на рис. 1.



**Рисунок 1.** - а) Квадратное отверстие с градиентной прозрачностью, б) дифракционная картина, формируемая этим отверстием на экране.

На основе полученных дифракционных элементов может быть реализован простой осветитель, состоящий из лазера, расширителя лазерного пучка и дифракционного элемента. Макет этого лазерного осветителя представлен на рис. 2.



**Рисунок 2.** - Макетирование лазерного осветителя: 1 - оправа дифракционного элемента, 2- расширитель лазерного пучка, 3- лазер.

В работе исследовано получение равномерного распределения интенсивности лазерного излучения на поверхности заданного



размера. В результате выполненных экспериментальных исследований изготовлен дифракционный элемент, а на его основе макет лазерного осветителя.

### **Список литературы**

1. Д.Л. Головашкин, Л.Л. Досколович, Н.Л. Казанский и др. Дифракционная компьютерная оптика // Физмалит. 2007. 736 стр.
2. Л.В. Горячев, В.Л. Горячев. Устранение дифракции в пучках света. Электронный доступ: <http://ritz-btr.narod.ru/goryachev.pdf>

## **ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВАЦИИ ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОВ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ**

**Е.Ю.Парилова, А.В. Павлов**

**Новосибирский Государственный Технический Университет,  
a.pavlov@corp.nstu.ru**

*Работа посвящена описанию первого исследования, а именно описанию конструктивных особенностей излучателя для лабораторных исследований, основной функцией которого является облучение микроорганизмов светом.*

**Ключевые слова:** фотодинамическая терапия, фотосенсибилизатор, облучатель, излучатель, светодиод, антибактериальная терапия

Широкое применение антибактериальных препаратов привело к возникновению резистентности патогенных микроорганизмов. Данная проблема является серьезной и нерешенной в современной медицине. Поэтому требуются альтернативные методы лечения инфекционных заболеваний [1]. В перспективе таким методом может стать фотодинамическая терапия (ФДТ).

Суть фотодинамической терапии заключается в том, что биологические объекты (микробов, вирусов, воспалительных тканей и раковых клеток) накапливают особый вид веществ - фотосенсибилизаторов и удерживают их. Под действием света, спектр которого соответствует спектру поглощения используемого вещества, происходит фотохимическая реакция с выделением высокоактивных окислителей (синглетного кислорода и свободных радикалов), приводящих к разрушению сенсibilизированных клеток. Потенциал

использования ФДТ огромен, поэтому учёные многих стран занимаются разнообразными исследованиями в этой области [2].

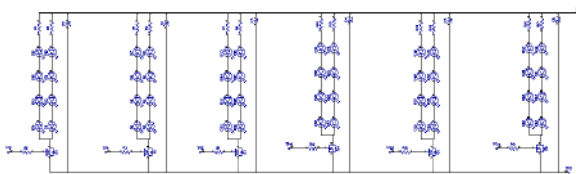
Наша работа направлена на установление зависимости между фотосенсибилизатором, микроорганизмом, на который он может оказывать пагубное воздействие, и спектром поглощения вещества. Однако, мы столкнулись с проблемой: отсутствие удобного лабораторного оборудования для исследований. Поэтому мы разделили нашу работу на два этапа. 1 этап - создание излучателя для упрощения подобных экспериментов. 2 этап – изучение двух фотосенсибилизаторов (метиленовый синий и хлорофиллипт).

В основе излучателей всех современных систем для фотодинамической терапии лежат лазеры различной конструкции. Мощность оптического излучения таких лазеров на выходе световода достигает 3 Вт. У лазерных систем, есть несколько существенных недостатков: сложная конструкция, высокая стоимость, необходимость средств защиты органов зрения. Из-за этих недостатков для излучателя используем светодиоды, с мощностью оптического излучения 1 Вт, что не уступает лазерам. Облучатель состоит из 48 светодиодов: с длиной волны 660нм, 610нм, 590нм, 520нм, 470нм, 404нм по 8 шт. в каждом ряду, что позволяет определить, на какой длине волны фотосенсибилизатор наиболее эффективен. Он рассчитан на совместное использование с иммунологическим 96-луночным планшетом. Такой же планшет будет служить и корпусом. На рисунке 1 представлена конструкция.



**Рисунок 1** – Схематичная конструкция излучателя

Принципиальная схема излучателя представлена на рисунке 2. 4 ряда светодиодов соединены между собой параллельным способом. Каждая ветвь содержит полевой транзистор, 2 токоограничивающее сопротивления и 8 светодиодов с одинаковой длиной волны. Сила света излучателя равна 160 Cd. Все детали находятся на макетной плате, спроектированной в среде DipTrace.



**Рисунок 2** – Принципиальная схема излучателя

Использование данного облучателя, собранного на светодиодах позволяет более быстро и качественно оценивать эффективность фотосенсибилизатора и его воздействие на микроорганизмы, что существенно упрощает проведение опытов и исследований.

### Список литературы

1. Странадко Е.Ф., Кулешов И.Ю., Караханов Г.И. Фотодинамическое воздействие на патогенные микроорганизмы (Современное состояние проблемы антимикробной фотодинамической терапии) // Лазерная медицина. 2010. Т. 14, вып. 2. С. 52-56.
2. Странадко Е.Ф. Гастродуоденальный геликобактериоз и ассоциированные с ним заболевания как объекты для фотодинамической терапии // Лазерная медицина. 2002. Т. 6. Вып. 1. С. 53–58.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРИЕМНИКА ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ

**В.С. Русяев, А.И. Фалько**

**Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, [falco@sibsutis.ru](mailto:falco@sibsutis.ru)**

*В данном докладе проводится разработка структурной и принципиальной схемы телевизионного цифрового приемника наземного типа, построенного на подобранной элементной базе. Выбор подходящей элементной базы оказывает значительное влияние на работу устройства.*

**Ключевые слова:** DVB-T2, QAM, MPEG, OFDM, ЦАП, модуляция.

В настоящее время мы наблюдаем переход телевизионного вещания в цифровой формат, происходящий по всей стране. Связанно

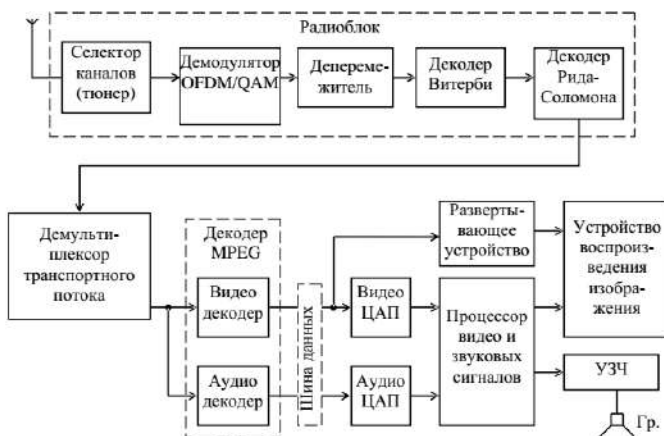
это с тем, что на сегодняшний момент качество изображения, формируемого аналоговым сигналом на экранах наших телевизоров, достигло своего «потолка».

Цифровое телевидение имеет множество неоспоримых преимуществ по сравнению с аналоговым. Например, двоичная форма телевизионного сигнала позволяет значительно улучшить помехоустойчивость передачи по линии связи. Так же она позволяет производить многократную регенерацию и скремблирование цифрового сигнала в промежуточных пунктах, осуществлять цифровую коррекцию искажений и подавление периодических помех, тем самым предотвращает накопление помех вдоль всей линии. Цифровой сигнал так же имеет и перспективы, например, HD – телевидение высокой четкости. Цифровые системы обеспечивают высокую степень сжатия информации, что позволяет в стандартном радиоканале с полосой 8 МГц передавать большее количество телевизионных программ (использование мультиплексоров), а так же большие потоки данных при сохранении высокого качества передачи. По сравнению с аналоговыми системами, в цифровых будут использованы более низкие мощности передачи.

Обобщенная структурная схема наземного цифрового телевизионного – приемника изображена на рисунке 1. Она содержит радиоблок, декодер MPEG (осуществляется преобразование, обратное процедуре сжатия сигнала изображения и звука) и воспроизводящие устройства изображения и звука с соответствующими блоками развертки, ЦАП.

Радиоблок состоит из селектора каналов (тюнера), который выделяет и усиливает принимаемый высокочастотный радиосигнал, осуществляет настройку на выбранный канал и преобразует радиочастоту в более низкую промежуточную частоту или видеочастоту (преобразование на нулевую промежуточную частоту), демодулятора сигналов OFDM/QAM, демультиплектора (для преобразования цифровой последовательности в исходный вид), канальных декодеров (для исправления ошибок).

С помощью демультиплектора транспортные потоки видео и звука разделяются для преобразования в декодере MPEG.[1]



**Рисунок 1** – Обобщенная структурная схема наземного цифрового телевизионного приемника

Целью данного доклада является: Разработка электрической принципиальной схемы приемника для приема цифрового наземного телевизионного сигнала.

### Список литературы

1. Мамчев Г.П. Теория и практика наземного цифрового вещания: Учебное пособие/СибГУТИ – Новосибирск, 2010. – 340с.
2. Мамчев Г.В. Цифровое телевизионное вещание: Учебное пособие. – Новосибирск, СибГУТИ, 2012, - 612 с.

## УСТОЙЧИВОСТЬ ДВУХТОЧЕЧНОЙ КВАЗИКОГЕРЕНТНОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ОБЪЕКТА ПО ПАРАМЕТРАМ ФУНКЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ШУМОВ КООРДИНАТ

**Т.И. Сабитов, М.А. Степанов**  
 НГТУ, [m.stepanov@corp.nstu.ru](mailto:m.stepanov@corp.nstu.ru)

*Для двухточечной квазикогерентной модели распределенного объекта получены соотношения, определяющие устойчивость модели по параметрам функции распределения моделируемых шумов координат. Определены рабочие области значений параметров излучаемых сигналов, в которых модель считается устойчивой.*

**Ключевые слова:** Квазикогерентная модель, шумы координат, устойчивость.

В настоящее время активно изучаются квазикогерентные модели распределенных объектов. В сравнении с существующими на данный момент некогерентными моделями они обладают рядом преимуществ. Однако неточность установки параметров излучаемых сигналов приводит к отклонению значений параметров функции распределения моделируемых ШК от задаваемых величин.

Рассмотрим двухточечную квазикогерентную модель, для которой параметры и функция распределения ШК определяются формулами [1]:

$$(\gamma^2 - 1)/(1 + 2r\gamma + \gamma^2) = m, \quad (1 + 2r\gamma + \gamma^2)/(2\gamma\sqrt{1 - r^2}) = \mu,$$

$$W(\xi) = \mu \sqrt{\left[ 2 \cdot (1 + \mu^2 (\xi - m)^2)^{3/2} \right]}.$$

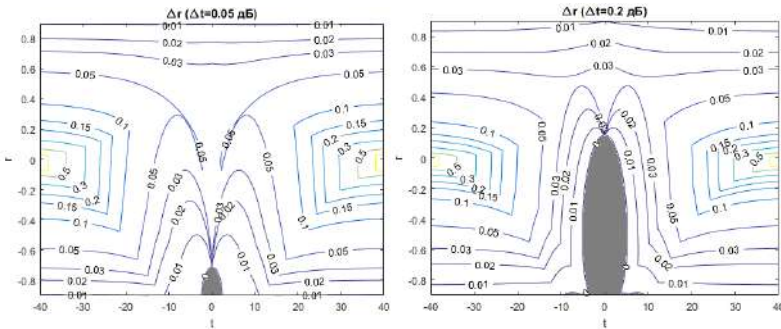
где  $\gamma$  – отношение СКО излучаемых сигналов;  $r$  – коэффициент корреляции сигналов;  $m$  – математическое ожидание;  $\mu$  – параметр, определяющий ширину распределения. Воспользуемся соотношением для определения изменения выходной величины через изменения входных и коэффициенты чувствительности для наихудшего случая. Также перейдем к логарифмической переменной, сделав замену  $t = 20 \lg \gamma$ , чтобы получить одинаковые значения коэффициентов чувствительности на эквивалентных промежутках по  $\gamma$  от 0 до 1 и от 1 до  $\infty$ . Получим соотношения:

$$\Delta m = |A_1| \Delta t + |A_2| \Delta r, \quad \Delta \mu = |A_3| \Delta t + |A_4| \Delta r, \quad \text{где } A_i = \partial f(x_1 \dots x_n) / \partial x_i. \quad (1)$$

Решим обратную задачу, то есть для заданных отклонений параметров распределения ШК, не превышающих  $\Delta m$  и  $\Delta \mu$ , найдем соотношения для  $\Delta t$  и  $\Delta r$ . Лучшим будет следующее решение: задаемся некоторым набором значений  $\Delta t$ , а допустимое отклонение коэффициента корреляции определим как:

$$\Delta r = \min\left(\left(\Delta m - |A_1| \Delta t\right) / |A_2|, \left(\Delta \mu - |A_3| \Delta t\right) / |A_4|\right).$$

Построим графики линий уровня полученной функции для значений  $\Delta t = 0.02$ ,  $\Delta \mu / \mu = 0.05$ ,  $\Delta t = \{0.05; 0.2\}$  дБ.



**Рисунок 1** – Графики линий уровня функции  $\Delta r$  для  $\Delta t = 0.05$  дБ и  $\Delta t = 0.2$  дБ .

#### Выводы

1. Получены соотношения, позволяющие рассчитать предельно допустимые отклонения параметров излучаемых сигналов  $\Delta t$  и  $\Delta r$ .
2. Получены графики, с помощью которых можно определить области значений параметров, для которых модель считается устойчивой.

#### Список литературы

1. Островитянов Р.В., Басалов Ф.А. Статистическая теория радиолокации протяженных целей. – М.: Радио и связь, 1982. – 232 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОЛОСОВОГО СИГНАЛА СЛАБОСЛЫШАЩИХ

**Д.В. Боровикова, В.К. Макуха, Т.А. Шевченко**  
Новосибирский Государственный Технический Университет,  
makukha@epu.ref.nstu.ru

*Одним из эффективных и не инвазивных способов оценки качества постановки голоса является акустический анализ. В данном исследовании проводится сравнительный акустический анализ двух групп (здоровых и слабослышащих лиц) с целью определения эффективных параметров для выявления данной патологии*

**Ключевые слова:** акустический анализ, акустические параметры

## 1. Введение

В данной работе речь пойдет об исследовании процесса голосового сигнала путем акустического анализа [1]. Особенно актуальна проблема постановки голоса для слабослышащих лиц, использующих кохлеарные имплантаты (КИ), так как они не могут самостоятельно оценить свои голосовые способности.

## 2. Постановка задачи

Провести сравнительный акустический анализ для двух групп в возрасте от 17 до 26 лет: контрольная группа (здоровые) и экспериментальная группа (слабослышащие) с целью определения наиболее эффективных параметров для выявления данной патологии. Для каждого испытуемого записан образец гласного звука /a/.

## 3. Результаты эксперимента

Оценивался гласный звук /a/. Исследовались две группы образцов: слабослышащие (30 штук) и здоровые (30 штук).

Все образцы прошли экспертную оценку по международной шкале GRABS, оценивающей качество голоса.

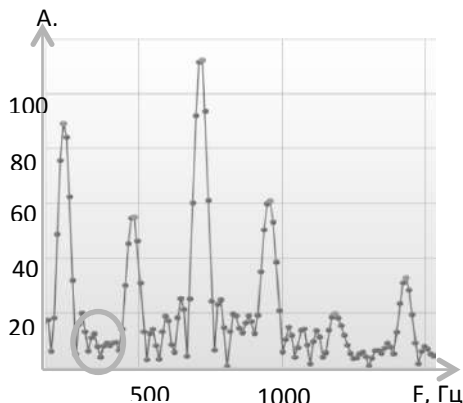
Далее для каждого образца были рассчитаны акустические параметры (jitter, shimmer, HNR, КГГ, NFHE) и проведен сравнительный акустический анализ (таблица 1).

**Таблица 1** – Средние значения

	Jitter, %	Shimmer, %	HNR, дБ	КГГ, %	NFHE	GRABS
Здоровые	0,28±0,15	1,27±0,48	26,56±0,15	1,37±0,24	0,13±0,05	0
Слабослышащие	0,53±0,44	3,92±1,77	18,59±4,8	1,33±0,16	0,12±0,04	3
Норма	<0,5	<1,5	>20	—	<0,6	0

Было обнаружено, что у всех образцов в группе слабослышащих присутствует значительное влияние негармонических составляющих (шум), и даже у тех, у которых HNR находится в пределах нормы (рисунок 1).





**Рисунок 1** – Спектр слабослышащего человека (HNR в норме)

#### **4. Заключение**

У слабослышащих лиц прослеживается нестабильность амплитуды (shimmer) и модуляционный шум в голосовом сигнале (HNR).

Выдвинута гипотеза о наличии турбулентного шума у слабослышащих лиц.

#### **Список литературы**

1. Василенко, Ю. С. Голос. Фониатрические аспекты. — М.: Дипак, 2013. — 396 с.

## **БИНОКЛИ ДЛЯ ТУРИЗМА И ОХОТЫ, ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**

**И.В. Дюков, Журавлев В.А.**

**Сибирская государственная геодезическая академия  
dyk-94@mail.ru**

*В настоящее время на рынке представлено множество биноклей для охоты и туризма разных производителей, и у каждого бинокля есть свои преимущества и недостатки. Достижения научно-технического прогресса – открывают новые возможности для совершенствования качественных характеристик биноклей в соответствии с запросами потребителя.*

**Ключевые слова:** бинокль

Цель данной статьи показать достоинства и недостатки представленных сегодня на рынке биноклей ведущими производителями и показать возможность дальнейшего совершенствования согласно запросами потребителя.

В настоящее время на рынке представлено множество биноклей для охоты и туризма разных производителей, и у каждого бинокля есть свои преимущества и недостатки. Достижения научно-технического прогресса – открывают новые возможности для совершенствования качественных характеристик биноклей в соответствии с запросами потребителя.

Цель данной статьи показать достоинства и недостатки представленных сегодня на рынке биноклей ведущими производителями и показать возможность дальнейшего совершенствования согласно запросами потребителя.

Бинокль – это не только удобный инструмент для наземного наблюдения, который может пригодится во время туристического путешествия, экскурсии и охоте. Современный бинокль так же может использоваться, например для астрономических целей, ведь он обладает большим полем зрения и мощным увеличением. К тому же, бинокль обеспечивает получение прямого изображения, в отличие от телескопа, где картинка имеет перевернутый вид изображения. Так же бинокль может пригодится и судовладельцу, чтобы можно было видеть большое водное пространство.

Одним словом, сфера использования биноклей может быть разной, именно по этому эти устройства могут отличаться друг от друга, от совсем компактных, позволяющих положить себя в карман, до тяжёлых и больших биноклей с мощной оптической системой. Поэтому выбор бинокля представляется весьма трудной задачей, ведь вам придётся оценивать ряд основных технических характеристик, которые вам больше всего подходят.

Основные технические характеристики, на которые необходимо обратить внимание:

- Увеличение (кратность) бинокля;
- Диаметр объектива;
- Угол (поле) зрения;
- Выходной зрачок;
- Фокусировка и система стабилизации;
- Вес.

Лидеры продаж, на сегодняшний день, среди биноклей считаются:

- Pentax SP 8x40WP;
- Nikon Action EX8x40 SF;

-Veber Alfa 10x50WP;

-Olympus 10x50 OPSI.

Анализ качественных характеристик, представленных выше приборов,

показал, что бинокль фирмы Nikon имеет меньший вес, 0,83 кг, все бинокли имеют корпус, выполненный из алюминиевого сплава, материал оптики – оптическое стекло. Угловое поле зрения так же превосходят у бинокля фирмы Nikon.

На основе этого, можно сделать вывод, что бинокль фирмы Nikon этой группы обладает более совершенными техническими характеристиками, что приветствует потребитель.

На основе проведенного анализа и тенденции дальнейшего совершенствования качественных характеристик, проанализированных приборов, можно определить основные направления дальнейшего совершенствования качественных характеристик названных приборов в интересах потребителя.

У всех биноклей основным недостатком можно отметить, большой вес, который определяется тем, что корпусные детали изготовлены из металла (сплавов алюминия), на этот недостаток постоянно указывают потребители.

Для устранения этого недостатка сегодня появились возможности замены материала корпусных деталей из алюминиевых сплавов на стеклонаполненный полиамид, что позволит снизить общий вес прибора на 20-35%. Так же замена материала корпуса на пластик считается экономически выгодной.

## **МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ АБСОЛЮТНО ЧЁРНОГО ТЕЛА**

**И.И. Липко, Вихарева Н.А.**

**Сибирская государственная геодезическая академия**

*Методы измерений абсолютно чёрного тела*

**Ключевые слова: черное тело**

Из закона Стефана-Больцмана можно увидеть, что интенсивность между телами зависит от коэффициента черноты поверхностей тел, участвующих в теплообмене.

Тело с большей температурой является источником излучения по отношению к телу с меньшей температурой, которое выполняет функцию приёмника излучения. Когда тело, являясь приёмником, поглощает всё падающее на него излучение, оно выглядит чёрным.

Наибольшая «чернота» наблюдается у отверстия, которое выходит на поверхность тела из полости, расположенной вблизи поверхности

Наглядным примером такого приёмника излучения является глаз, у которого зрачок выполняет функцию отверстия в полости чёрного тела (глазного яблока).

Коэффициент черноты можно трактовать как безразмерную физическую величину, которая равна отношению значений плотности радиационных тепловых потоков, идущих от реального тела ( $q_x$ ) и из полости абсолютно черного тела ( $q_0$ ), находящегося при той же температуре, что и реальное тело:  $\varepsilon = q_x / q_0$ .

Излучение «абсолютно чёрного тела» описывается несколькими фундаментальными законами, устанавливающими, в частности, зависимость плотности интегрального по спектру потока теплового излучения от его абсолютной температуры (закон Стефана-Больцмана), распределение интенсивности этого потока по спектру излучения (закон Планка) и по направлению (закон Ламберта).

При рассмотрении теплового излучения реального тела в очень узком диапазоне длин волн, то близость интенсивности такого излучения к излучению «чёрного тела» при тех же длинах волн характеризуют монохроматическим коэффициентом черноты. Если аналогично рассматривать весь спектр излучения, то он характеризуется интегральным коэффициентом черноты излучения. Для характеристики излучения, идущего по всем направлениям от нагретой поверхности, используют термин полусферический коэффициент черноты теплового излучения, а идущего перпендикулярно к излучающей поверхности – нормальный коэффициент теплового излучения. Из этих понятий можно выделить три разновидности коэффициента черноты излучения: интегральный полусферический, интегральный нормальный и монохроматический нормальный.

Единственным надёжным способом определения коэффициента черноты реальных поверхностей являются только измерения.

Для массовых измерений коэффициента черноты поверхностей в нашей стране используют достаточно простой прибор – «Терморациометр ТРМ-И». Прибор предназначен для измерений интегрального, близкого к полусферическому, коэффициента черноты поверхностей при комнатных температурах. В основу его работы положен метод сравнения потоков теплового излучения, отраженных от поверхности исследуемого объекта и от зеркальной поверхности вращающегося диска электромеханического модулятора.

Одна из важных и пока еще не решенная задача в области метрологического обеспечения измерений тепловых величин является создание специального первичного эталона для средств измерений коэффициента черноты, с гарантированным показателем точности.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛОКСИДНЫХ И ПРОСВЕТЛЯЮЩИХ ПОКРЫТИЙ В ОПТИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Н.А. Гурин<sup>1</sup>, Р.С. Алтухов<sup>1</sup>, В. П. Корольков<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий,**

**<sup>2</sup>Институт автоматки и электрометрии СО РАН;  
e-mail: [victork@iae.nsk.ru](mailto:victork@iae.nsk.ru)**

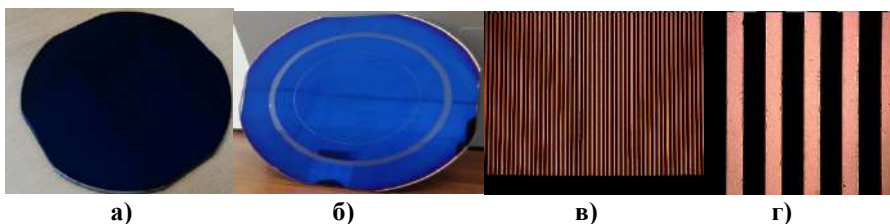
*В статье представлена информация о создании конструкции просветляющего покрытия для стекол с высоким показателем преломления в видимой области спектра и антиотражающего покрытия с низким коэффициентом остаточного отражения.*

**Ключевые слова:** оптическое производство, технологии, просветляющие покрытия, приборостроение, видимая область спектра, OptiLayer, тяжелые стекла, оксид хрома, круговая лазерная записывающая система (КЛЗС), испарение.

**Цель.** Целью данной работы является:

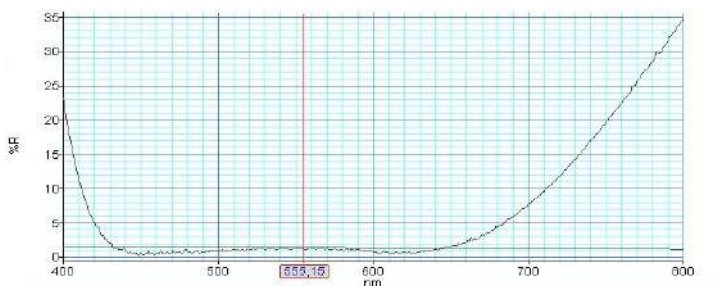
- 1) получение низкоотражающего покрытия на основе пленки оксида хрома, имеющую низкий коэффициент остаточного отражения, как со стороны хромового покрытия.
- 2) получение просветляющего покрытия для видимой (от 440 до 660 нм) области спектра с остаточным коэффициентом отражения менее 0,1 % для стекол с показателем преломления от 1,74 до 1,84.

**Результаты антиотражающего покрытия.** Проведена запись углового амплитудного фотошаблона на круговой лазерной записывающей системе (КЛЗС) (Рисунок 1 б,в,г).



**Рисунок 1** - Фотография полученного результата

**Результаты просветляющего покрытия.** На рис.3 изображена спектральная характеристика остаточного коэффициента отражения экспериментально изготовленного просветляющего покрытия



**Рисунок 2** - Спектральная характеристика

### Список литературы

1. Современное состояние исследований и технические применения // Физика тонких пленок / Под редакцией А.Г. Ждан, В.Б. Сандомирский. – 1978. - Том 8, 1978. - 360 с.
2. ОСТ 3 – 1901 – 95. Покрытия оптических деталей. Типы, общие технические требования и методы контроля. // ВНИЦ "ГОИ им.С.И. Вавилова".- 1995.

РАЗВИТИЕ АРХИТЕКТУРНОГО ТВОРЧЕСТВА ГРУППЫ  
"COOP HIMMELB(L)AU"

У.А. Агбан, Ю.И. Тарасова  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
nguadi@yandex.ru

*Рассмотрено развитие концептуальных моделей в творчестве австрийской архитектурной группы "Coop Himmelb(l)au". Предложено формирование подхода к пониманию архитектуры через язык символов и метафор.*

**Ключевые слова:** деконструктивизм, концепция, символизм, архитектура

В 1960-70-ые годы достижения научно-технического прогресса, полеты в космос привели к росту влияния технологий на литературу, визуальные искусства и музыку. Архитектура не стала исключением: многие группы проектировщиков, поднимая вопрос о том, как мегаструктуры и технологии могут работать вместе, возвели архитектуру в степень научной фантастики. Наиболее ярко это направление проявилось в разработках выдающейся авангардной австрийской группы «Coop Himmelb(l)au».

Деятельность Coop Himmelb(l)au носит социальную окраску. Деконструктивистские интерпретации архитектуры — не просто формальный поиск, они рождены острой критической позицией авторов по отношению к социальному ландшафту города.

В начале 70-ых концептуальная направленность группы отвечала идеям немецко-американского философа Герберта Маркузе. В поисках новой формы группа исповедовала его известную идею: архитектура, как и всякое искусство, не погибает лишь в том случае, если сохраняет свое существенное основание, то есть если она сама в состоянии отречься от традиции, отказаться от примирения с существующим порядком и принять дозу сюрреализма и атональности.

К концу 70-ых сформировалась их новая эстетика. Концептуально подготовленная, высокоэмоциональная атакующая тактика осуждения современного города помогла им совершить своего рода конверсию

архитектоники. Выдвинутая ими новая формальная концепция родственна поэтике заброшенности, хаотичности, эстетике насильственного разрушения. Благодаря особому таланту выстраивания пространственных психогамм разрушения, группа Соор Himmelb(l)au, вызывала громадный интерес в архитектурном мире.

Следующая серия проектов и городских инсталляций группы, пришедшая на 80-ые годы, отвечала выдвинутому несколько ранее лозунгу: «Безжалостное время — безжалостная архитектура». Городские акции этого периода представляли собой антикапиталистические архитектурные визионы, а также антипостмодернистские инсталляции и хеппенинги. Внешне эти сооружения выглядели как деконструктивистские концептуальные модели, переведенные в гигантские трёхмерные конструкции.

Тема экспрессии в образах архитектурных произведений Соор Himmelb(l)au чрезвычайно многогранна. В течение нескольких десятилетий происходила трансформация стилистики группы: от футуристических эскизов и проектов они пришли к деконструктивизму и собственной уникальной выразительности, достигаемой за счет искажения форм и плоскостей, реализации литературной идеи о зашифрованных значениях в визуальных образах и тайных смыслах. В деконструктивизме постмодернистский принцип двойного кодирования приобрёл особое значение: «игра» с деформациями осуществлялась с базовыми формами. Подобными приёмами пользовались в период становления современной архитектуры авангардисты. Эмоциональный посыл произведений Соор Himmelb(l)au через экспрессивную форму создает яркий запоминающийся образ объекта. Основное направление творческих поисков группы — градостроительные доминанты и знаковые зрелищные сооружения, воплощенные не в образах статичной архитектуры, в основе которой лежит ортогональная геометрия, а за счет экспрессивной, динамичной, которая представляет собой симбиоз стилистических решений (деконструктивизм, неоэкспрессионизм, биотек).

### **Список литературы**

1. Добрицына И.А. «От постмодернизма к нелнейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии» Directmedia, 2013 г. – 470 с.
2. Филип Уилкинсон «Архитектура: 50 идей, о которых нужно знать» Phantom Press, 2014 г. – 208 с.
3. <http://www.coop-himmelblau.at/>



## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КРУПНЫХ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕДОВОЙ АРЕНЫ В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСКЕ)

У.В. Аргокова, Д.Г. Карп, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
sibvernissage@gmail.com

*В докладе рассмотрены проблемы проектирования и эксплуатации крупных спортивных сооружений. Ключевой проблемой современного этапа развития спортивного строительства является их низкая рентабельность на этапе эксплуатации, а, следовательно, низкая инвестиционная привлекательность этих объектов. Исследование позволяет сформировать рекомендации по проектированию крупных спортивных сооружений с точки зрения повышения их эксплуатационной рентабельности.*

**Ключевые слова:** спорт, строительство, экономика эксплуатации, событийное строительство, рентабельность, трансформация, НДС

Актуальность строительства спортивных комплексов несомненна: эти сооружения способствуют не только развитию спортивного образа жизни населения, но и активному развитию качества городской среды.

Во всём мире строительство крупных спортивных сооружений приурочивается к большим спортивным соревнованиям, масштаба олимпийских игр (международных соревнований). Судьба этих сооружений складывается неоднозначно: нередко спортивные сооружения приходят в негодность, закрываются из-за нехватки финансирования, либо превращаются в «рынки», теряя своё назначение. Решающим значением является экономика эксплуатации.

Ключевой проблемой современного этапа развития спортивного строительства является то, как сделать крупные спортивные объекты более рентабельными, чтобы привлечь к их строительству и эксплуатации бизнес.

Проведенное исследование выявило ряд факторов, влияющих на рентабельность эксплуатации спортивного объекта, это:

- транспортная доступность;
- концентрация спортивной и оздоровительной активности;
- интеграция профессионального и массового спорта;
- многофункциональность спортивного ядра;

- разнообразие дополняющих функций;
- трансформируемость спортивного ядра и спортивных блоков [1];
- автономизация объектов обслуживания, встроенных в спортивное ядро.

Прикладным результатом исследования явился ряд рекомендаций по проектированию крупных спортивных сооружений:

1. Обеспечивать максимальную транспортную доступность.
2. Равноправно интегрировать профессиональный и массовый спорт..
3. Предусматривать функциональное насыщение объектами обслуживания (залы для спортсменов-любителей и площадки для жителей города, желающих провести свой отдых со спортивным уклоном, сеть ресторанов быстрого питания, продажа товаров спортивного назначения, сувенирной продукции, гостиничный комплекс позволяющий принять как спортсменов-профессионалов, так и гостей города).
4. Увеличивать количество спортивных объектов встраиваемых в рекреационное пространство.
5. Предусматривать трансформацию основного функционального блока любого спортивного сооружения – спортивного ядра в спортивные площадки и сценическое пространство.
6. Увеличивать количество трансформируемых залов.
7. Предусматривать планировочное обеспечение отдельными выходами объектов обслуживания, встроенных в спортивное ядро, что делает возможным их автономную работу.
8. Проектировать нескольких площадок в одном спортивном объекте.
9. Концентрировать спортивную и оздоровительную активность.
10. Обременять спортивные сооружений открытыми площадками рекреационной зоны (набережная или парковая зона).

Основные положения работы могут быть использованы в проектной практике. Необходимо также учесть эти рекомендации при строительстве нового ЛДС в Новосибирске, чтобы уже на стадии проектирования заложить возможность его дальнейшей эффективной эксплуатации.

### **Список литературы**

1. Фёдорова О.В. Архитектурно-пространственная трансформация спортивных сооружений [Электронный ресурс] // Киберленинка: научная электронная библиотека. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/arhitekturno-prostranstvennaya-transformatsiya-sportivnyh-sooruzheniy>

## НЕОМОРФОЛОГИЯ АРХИТЕКТУРЫ

Р.С. Балаш, Г.И. Пустоветов  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
pustovetovgi@gmail.com

*В докладе исследованы основные перспективы и тенденции развития био-подходов в архитектуре, на основе дальнейшего анализа сформирован наиболее адаптивный подход формообразования и проектирования по отношению к окружающей среде, современным технологиям и функциональности - архитектурный морфогенез. Описаны и классифицированы существующие объекты экспериментальной архитектуры, где на примере можно выявить основные преимущества, структуру и особенности исследуемого био-подхода формообразования.*

**Ключевые слова: неоморфология, морфогенез, адаптивность, архитектура, формообразование, био-подход, эволюция**

На сегодняшний день традиционные архитектурные решения, подходы к проектированию, строительные материалы и методы производства объектов все меньше отвечают современным требованиям жизни, экологии, потребления ресурсов и мироустройства живых организмов в целом. Возможность трансформироваться и адаптироваться к быстро меняющимся внешним и внутренним условиям ярко представлена на примере живых организмов. Способность к эволюции, соответствию актуальным особенностям среды, в которой находится природный объект, повышает его жизнеспособность, архитектурная среда в данном аспекте проигрывает природной. Таким образом возникает проблема, какими методами и средствами проектирования необходимо осуществлять повышение адаптационных характеристик архитектурных объектов и их систем.

В данный момент, интерес архитекторов концентрируется на вычислительных технологиях, физических и биологических процессах, знания о природе и вычислительные технологии реформируют наше представление о реальности и действительности, а за этим следует изменение представление о том, как мы можем и необходимо работать с архитектурной и пространством. Это провоцирует появление и развитие новых инструментов, подходов и методик проектирования что в свою очередь, существенно меняет представление о том, какова

морфология архитектуры, т.е. дисциплина, изучающая строение архитектурной формы. Если архитектурные формы классических подходов можно было рассматривать как конечную структуру, то теперь её необходимо рассматривать через эволюцию формы – морфогенез.

Данные аспекты позволяют выявить в докладе основные перспективы и тенденции развития био-подходов проектирования в архитектуре на основе морфогенеза, произвести классификацию информационного моделирования производства архитектурных объектов с учетом биологических и технических инноваций.

### **Список литературы**

1. Добрицына, И. А. От постмодернизма – к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и наук
2. Hensel, M., Menges, A., Weinstock, M. Emergent Technologies and Design: Towards a Biological Paradigm for Architecture. – Oxon: Routledge, 2010. – 256 pp.
3. Nick dunn Digital Fabrica\_on in Architecture
4. Wiley, John. Morphogen\_e Urbanism. Architectural Design: Digital Cities, стр.65
5. Hensel, Michael, Menges, Achim, Weinstock, Michael. Computational Morphogenesis, Emergent technologies and design, 2009, стр. 51-52.
6. Porous Cast, URL: [h\\_p://www.achimmenges.net/?p=4389](http://www.achimmenges.net/?p=4389)
7. Muscle Non-Standard Architecture, Centre Pompidou Paris, URL: [h\\_p://protospace.bk.tudel.nl/overfaculteit/afdelingen/hyperbody/publicity-and-publications/works-commissions/muscle-non-standardarchitecture-centre-pompidou-paris/](http://protospace.bk.tudel.nl/overfaculteit/afdelingen/hyperbody/publicity-and-publications/works-commissions/muscle-non-standardarchitecture-centre-pompidou-paris/)
8. MuscleBody – KasOosterhuis, 2005, URL: [h\\_p://www.interactivearchitecture.org/musclebody-kas-oosterhuis.html](http://www.interactivearchitecture.org/musclebody-kas-oosterhuis.html)
9. MuscleBody, 2005 [h\\_p://www.bk.tudel.nl/en/about-faculty/departments/hyperbody/research/applied-research-projects/muscle-body/](http://www.bk.tudel.nl/en/about-faculty/departments/hyperbody/research/applied-research-projects/muscle-body/)
10. ShapeShi, PDF документ, URL: [h\\_p://dl.dropbox.com/u/1325890/shapeshi\\_booklet.pdf](http://dl.dropbox.com/u/1325890/shapeshi_booklet.pdf)

## ФОРМИРОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ПЕРИФЕРИЙНОЙ ЧАСТИ ЛЕВОГО БЕРЕГА Г. НОВОСИБИРСКА

**М.И. Барышева, Е.А. Березина**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**

*В исследовании рассматривается формирование рекреационных пространств в периферийной части левого берега г. Новосибирска*

**Ключевые слова:** рекреация, периферия, формирование городского ландшафта

Периферийные части крупного города обладают высоким потенциалом для организации на них рекреационных пространств, ввиду сохранившегося естественного ландшафта и территориального резерва.

Проблема заключается в том, что на данный момент существующие резервные территории в периферийной части вытесняются жилой застройкой, делая невозможным реализацию на них рекреационных пространств. Понимание принципов формирования рекреационных пространств в периферийной части города позволит сохранить существующие озелененные территории чтобы превратить их в действующий элемент системы городского озеленения. Нашим объектом исследования являются периферийные озелененные территории левого берега г. Новосибирска.

Чтобы понять, какие принципы и приемы формирования рекреационных пространств необходимо применить к резервным территориям левобережья, был проанализирован современный опыт проектирования рекреационных объектов в периферийной части крупных городов- Москвы, Санкт-Петербурга и Красноярска . Анализ выбранных территорий был проведен по следующим критериям : ландшафтные особенности, привязка входных зон к рекреационному пространству, функциональное зонирование, композиционная структура.

На примере проанализированных территорий мы можем прийти к выводу, что на сегодняшний день существует тенденция наличия рекреационного пространства непосредственно у места проживания горожанина по принципу доступности "парк у дома". Исходя из опыта Москвы и Санкт-Петербурга, мы можем выявить, что важным элементом рекреационного пространства выступает присутствие

водного объекта. Близлежащие водоемы в сочетании с зелеными массивами способны создавать бризы, существенно влияющие на микроклимат.

Рассмотренный опыт был необходим для понимания, какие принципы и приемы можно было бы учесть для формирования ландшафтного объекта в периферийной части левого берега г. Новосибирска. Анализ ландшафтно-рекреационных возможностей периферийных территорий левобережья Новосибирска выявил уникальность ландшафта, обусловленного наличием большого водного потенциала в виде озер, котлованов, долин малых рек; преимущественно равнинным и низменным рельефом с природной растительностью и искусственными посадками; озеленением промышленных территорий, подлежащий репрофилированию.

Таким образом, при формировании рекреационных пространств в периферийной части левобережья Новосибирска, необходимо опираться на следующие выведенные новые принципы:

- объект должен обладать ландшафтными особенностями, которые были бы максимально выгодно выявлены при проектировании (озеленение, рельеф, водный ресурс);
- объект должен быть включен в городскую ткань, обеспечивая его жилой и социальной инфраструктурой;
- реализация принципа доступности "парк у дома" поможет перераспределить рекреационную нагрузку с центральных общегородских парков на периферийное пространство, полноценно обеспечивая горожан комфортным отдыхом в непосредственной близости от места проживания.

Наличие рекреационного пространства в периферийной части левого берега Новосибирска, при применения новых выведенных принципов и приемов, может стать важным условием формирования комфортной городской среды.

### **Список литературы**

1. Горохов В.А. Городское зеленое строительство : Учеб. пособие для студентов архитектур. и строит. спец. вузов / В.А. Горохов ; ред. И.А. Городецкая . – М. : Стройиздат [Изд-во лит. по строительству], 1991 . – 410 с.
2. Ерохин, Г.П. Эволюция пространственной структуры г. Новосибирска 1893–2007 гг. / Г.П. Ерохин. – М. : Новосибирск, НГАХА, 2008. – 104 с.
3. Колпакова М.Р., Гончар А.А., Чиндяева Л.Н., Березина Е.А. Ландшафтная архитектура Сибири: Учебное пособие для вузов / под

общ. ред. М.Р. Колпаковой. – 2-е изд., доп. И перераб. – М.:Новосибирск: НГАХА, 2013. – 150 С.

4. Пивкин, В.М. Экологическая инфраструктура сибирского города (на примере новосибирской агломерации) / В.М. Пивкин, Л.Н. Чиндяева. – М.: Новосибирск : СИБПРИНТ, 2002. – 183 с.

5. Google Карты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.google.ru/maps/> – Москва, Санкт-Петербург, Красноярск. – (Дата обращения: 10.03.2018).

## **СОЗДАНИЕ СЕТИ ТЕРРИТОРИЙ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕГРАДИРУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Л.В.Гавриленко, А.В. Наволоцкая**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**  
**[sibvernissage@gmail.com](mailto:sibvernissage@gmail.com)**

*На основе анализа градостроительных, экономических и транспортных аспектов функционирования индустриальной зоны, расположенной в южной части города Новосибирска, сформирован ряд рекомендаций для реконструкции деградирующих промышленных зон в территории инновационного развития.*

**Ключевые слова:** производство, инновации, технопарк, транспортная сеть, мобильность, кластер, реконструкция

Проблема нецелесообразного использования индустриальных территорий [1], расположенных в черте города, особенно остро заметна в южной части Новосибирска вследствие активной застройки и экспансии селитьбы.

Целью исследования стала разработка рекомендаций по реконструкции южной индустриальной зоны Новосибирска в территорию инновационного развития, с учетом имеющейся инфраструктуры и производственного потенциала.

В ходе исследования были выявлено несоответствие использования промышленной территории – около 50% строений сдается в аренду предприятиям, экстенсивно использующих территории и игнорирующим имеющуюся промышленную инфраструктуру и транспортную сеть. «Мелькомбинат №1» отмечен как самая деградированная территория из-за продолжительной стагнации производства и банкротства предприятия [2,3]. При комплексной

реконструкции промышленной зоны южной части Новосибирска, предлагается реконструировать объект в технопарк, который станет якорным объектом инновационного кластера.

Предлагается создание территории инновационного развития на территории депрессивных промышленных предприятий для создания технологического ареала, запрос на которого существует в Новосибирской области [4].

Для эффективной реновации промышленных территорий в территории инновационного развития, как части инновационного кластера, необходимо реализовать следующие рекомендации:

1. Развитие перпендикулярных улице Большевистской и проспекту Кирова транспортных связей для превращения транзитной зоны города в центр притяжения и повышения мобильности жителей южной части Новосибирска.

2. Интенсификация использования имеющейся железнодорожной сети. [5]

3. Создание эффективного технологического ареала с организацией связей с уже существующими инновационными центрами.

4. Снижение экологического стресса территории за счет смены характера производства и рекультивации почвы.

5. Повышение трудовой привлекательности территории, в первую очередь, для жителей южной части Новосибирска и пригородных районов.

При комплексном подходе и разработке единой стратегии развития и преобразования промышленных территорий Новосибирска, произойдет повышение их социальной, финансовой, ментальной и производственной значимости. Создание на базе элеватора инновационного кластера рассматривается как якорный проект разработки будущей стратегии.

## **Список литературы**

1. Павлова О. Новосибирский завод «Труд» сократил чистую прибыль в 66 раз: Коммерсант.ru. URL:<https://www.kommersant.ru/doc/3289000> (дата обращения: 29.03.2017).

2. Галагуз И. Банкротство новосибирского Мелькомбината №1 продлено на шесть месяцев: Коммерсант.ru. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/3466373> (дата обращения: 25.03.2017).

3. Новосибирский Мелькомбинат обрел нового владельца:НДН.инфо. URL: <https://ndn.info/novosti/19669-novosibirskij-melkombinat-obrel-novogo-vladeltsa> (дата обращения: 19.03.2017).



4. Киселева Е. Технопарки Новосибирска объединят в кластер-наукополис: vn.ru. URL: <https://vn.ru/news-tekhnoparki-novosibirsk-obedinyat-v-klaster-naukopolis/> (дата обращения: 28.03.2017).
5. Бочанова Г. А., Кириллов А. К., История промышленности Новосибирска. Том – *Исторические очерки. Новосибирск, 2004. Издательский дом «Историческое наследие Сибири». С. 7–63.*

## **ЛАНДШАФТНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СЕВЕРО-ЧЕМСКОГО ЖИЛМАССИВА С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ МГН В Г. НОВОСИБИРСКЕ**

**О.В. Гусева, О.О. Смолина**  
**Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет**  
**[zelenoest-vo@mail.ru](mailto:zelenoest-vo@mail.ru)**

*В докладе рассматривается доступная среда и ее обеспечение для маломобильных групп населения Северо-Чемского жилмассива в г. Новосибирске. Развитие городской инфраструктуры порождают барьеры в городском пространстве, нуждающиеся в изучении.*

**Ключевые слова:** маломобильные группы населения, доступная среда, микроуровень, мезоуровень, макроуровень

Для специалистов разных отраслей профессиональной деятельности создание доступной и безбарьерной городской среды – это не обязательное требование для городской инфраструктуры, оно не закреплено в нормативных актах и документах и поэтому не обязательно к исполнению строительными и проектными организациями. Однако, процент *маломобильной группы населения* с каждым годом возрастает. В аспекте данной проблематики создание доступной для маломобильной группы населения среды жизнедеятельности становится одним из приоритетных направлений государственной, социальной и градостроительной политики и начинает выходить на первый план [1]. Очень важно сформировать среду для различных групп населения, а также учитывая граждан с ограниченными возможностями [3].

**Объект исследования** – северо-чемской жилмассив с позиции доступности для маломобильных групп населения в городе Новосибирск.

**Предмет исследования** – анализ ландшафтно-планировочной организации городской среды, способы ее оптимизации и

формирование безбарьерной среды для маломобильных групп населения.

**Пространственные границы** – северо-чемской жилмассив города Новосибирск.

**Цель научного исследования:** изучение созданных городом условия, при которых МГН беспрепятственно смогут передвигаться по улице, посещать объекты социальной инфраструктуры и вести активный образ жизни.

**Для достижения цели были поставлены следующие задачи:**

1. Комплексный анализ доступности жилмассива и наличие рекреационных зон общественного назначения и объектов социальной инфраструктуры г.Новосибирска.
2. Разработка рекомендаций для внедрения безбарьерной среды для МГН.

В данном научном исследовании более детально рассматривается северо-чемской жилмассив с позиции доступной среды для МГН.

По книге Владимира Тихоновича Шимко доступность среды для МГН изучалась на 3-х уровнях: *микроуровень*, *мезоуровень* и *макроуровень*. *Микроуровень* в данном исследовании жилой вход в здание, *мезоуровень* - дворовое пространство северо-чемского жилмассива, *макроуровень* - близлежащие парки и скверы [4].

Доступность согласно СП 42.13330.2016, выявлена на примере одного жилого здания по ул. Савва Кожевникова,19 к объектам социальной инфраструктуры. Полученные данные выявили, что все объекты находятся в шаговой доступности, кроме парка Бугринская роща.

Проанализировав пешеходную доступность для МГН (от дома по ул. Савва Кожевникова,19 до остановке Савва Кожевникова) выявлены ряд недостатков: нет пандусов на входе, отсутствует тротуар, скопление поверхностного стока, значительное количество автомобилей вблизи жилого здания, которые мешают передвижению. Исследования на *микроуровне* показало, что не все жилые входы приспособлены для МГН, поэтому требуется оптимизация. На *мезоуровень* анализируя детские площадки вблизи Савва Кожевникова,19, выявлено что не везде есть приспособления для игр детей (качели, тактильные полосы, тротуары). На *макроуровне* представлен Парк культуры и отдыха «Бугринская роща», в котором в зависимости от погодных условий создаются отрицательные аспекты (наледь, снег). Проанализировав на 3-х уровнях северо-чемской жилмассив резюмируем, что состояние среды для МГН требует оптимизации.

### **Предлагаются научно-практические рекомендации:**

На *микроровне*: установить пандусы во всех входах в жилые здания, согласно СП 59.13330.2016 учесть уклоны, превышение, перепады высот, поручни, навесы. На *мезоуровне*: оборудовать тротуары и спуски к площадкам придомовой территории, в первую очередь к детским площадкам, установка малых архитектурных форм вблизи от тротуаров. На *макроуровне*: своевременная очистка лестниц и пандусов на территории парка.

### **Список литературы**

1. Иванова, Н. В., Антонова Н. Н. Ландшафтные мероприятия при формировании адаптивной среды для маломобильных групп населения в рекреационных пространствах города. - Вестник ВГАСУ. – 2016. - №46 (65). 220-237 с.
2. Брума Е. В. Технологии обеспечения экологически безопасной и доступной среды биосферно-совместимого города для маломобильных групп населения: автореф. дис. ...канд. техн. наук. - Орел 2014. - 155 с.
3. Шимко В. Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории (средовой подход). – М.: 2009. – 404 с.
4. СП 42.13330.2016 “Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений” М.:2017. – 94 с.

## **РОЛЬ АРХИТЕКТОРОВ В УНИФИКАЦИИ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**И.А. Кряжиков, И.В. Смолякова**  
**Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)**  
**[irasmol@yandex.ru](mailto:irasmol@yandex.ru)**

*В данном докладе рассмотрены инновационные методы строительства, основанные на применении Web технологий, и помогающие решить основную проблему архитектуры - унификацию малоэтажного жилья в России. Поднимается вопрос, касательно роли архитектора в инновационных технологиях в строительстве.*

**Ключевые слова: архитектор, инновация, строительство**

Когда мы произносим слово "архитектор" или "дизайнер", то обычно имеем в виду профессионала, чьи навыки и умения, помогают

нам реализовать огромное количество социальных и духовных потребностей, решить наиважнейшие проблемы системного дизайна, урбанизации, агломерации, проблему сохранения культурного наследия.

Сейчас, в двадцать первом веке, большое внимание уделяется финансовой стороне архитектуры и искусства. Не самый приятный факт, но почти всё, что мы сегодня называем архитектурой, это бизнес создания дизайнов для десяти процентов богатейших людей мира. В сложившейся ситуации, архитектор ассоциируется с "инструментом", с помощью которого удобно проводить унификацию в сфере городского малоэтажного и многоэтажного строительства. В наш век, за облик городов, в том числе и Новосибирска, отвечает масса инстанций, в распоряжении которых есть десятки кварталов, площадей, улиц, ещё не застроенных территорий. В итоге мы получаем большие жилищные комплексы, построенные по старым, универсальным моделям. Многие люди даже не могут позволить себе жить в них. Так же интересно знать, что те люди, кто в основном занимаются строительством, по природе своей, боятся нововведений, они будут продолжать использовать те формы, которые вам максимально знакомы. Ярким примером этого являются спальные районы городов Российской Федерации.

Кроме этого, на архитектуру зданий накладывают отпечаток временные рамки. Городу Новосибирску исполняется в этом году 125 лет, для города это маленький срок, поэтому мы можем увидеть постройки в едином архитектурном стиле: СГУПС, консерватория им. Глинки, театр оперы и балета, кинотеатр "Победа".

И тут стоит задать себе вопрос, возможно ли, чтобы города строили не единицы, обладающие многим, а многие, обладающие немногим? Когда такое происходит, появляются совершенно иные предпочтения о месте, где люди хотят жить, появляются вопросы, касательно планирования городов, распределения финансов, возможности передачи прав строительства горожанам.

В ходе исследования был проведен опрос среди студентов на тему "Хотели бы вы заниматься проектированием и дизайном своего города?". Большинство ответили утвердительно "да".

Конечно, все мы прекрасно понимаем, что люди, не имеющие образования инженера-строителя или архитектора, не смогут сами структурировать и проанализировать всю информацию о том, какие материалы правильно подобрать, как рассчитать нагрузку на разные секции здания, как сделать так, чтобы в помещении был баланс между

светом и тьмой. И что самое важное - как добиться абсолютной гармонии в архитектуре?

Хотелось бы рассказать о проекте "архитектура от людей для людей". С помощью этой идеи, представляется возможным, объединить усилия архитектора и заказчика так, чтобы они оба смогли принимать ключевые решения в создании малоэтажного жилья с нуля. Ведь для того, чтобы воздвигнуть что-то масштабное, необходимо начать с малого.

Началось всё с открытого программного обеспечения. За последние несколько лет оно успешно интегрировалось в наше общество, а следом за ним, появилось и аппаратное обеспечение, в которое входит: "3-D принтеры, станки с ЧПУ и другие аналоги со схожей системой управления". Все эти технологии значительно снижают затраты на время, силы и средства. Они широко распространяют действительно сложные производственные возможности. Благодаря им, мы движемся к будущему, когда производство будет повсюду, а это в свою очередь значит, что дизайном сможет заниматься каждый.

Электронный ресурс WikiHouse является ярким примером того, что максимально простая вещь может быть невероятно полезной. Суть заключается в следующем: любой человек может зайти в библиотеку данного ресурса и выбрать ту 3-D модель дома, которая ему импонирует. И буквально, с помощью одного клика мышки, можно создать ряд файлов с шаблонами, которые, в свою очередь, можно преобразовать в детали для дома, напечатав их на станке с ЧПУ, используя такой стандартный материал, как ОСП.

Великий архитектор Александро Аравена сказал, что архитектор будущего уже не будет придумывать здания, а станет автором неких модульных систем, внутри которых люди сами смогут создавать себе жильё или рабочее место. Соглашаться с ним или нет дело каждого из вас, но факт остаётся фактом, сейчас архитектор - это достаточно специфическая профессия, с которой достаточно тяжело вписаться в нынешний ритм жизни города. Очевидно, что нам нужно задуматься над тем, должен ли архитектор заниматься зданиями.

Заключение: Понимая, что WikiHouse - это очень маленький ответ на современный вызов, тем не менее, можно принять, что это шаг в будущее, когда все заинтересованные люди могли бы работать вместе и искать дешёвые, доступные и, что самое главное, эффективные решения, которыми каждый смог бы воспользоваться не зависимо от того, является он архитектором или нет.

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Д.А. Кузнецова, Е.Ю. Орлова  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
[elenaorlova8@gmail.com](mailto:elenaorlova8@gmail.com)

*В статье рассматриваются принципы формирования спортивной зоны развитых университетских комплексов на примере крупных новосибирских университетов. Исследуются особенности структуры спортивных сооружений высших учебных заведений, актуальные в современных условиях. Производится сравнительный анализ спортивных сооружений современных университетов зарубежного и отечественного опыта проектирования. Главной целью исследования является выявление особенностей функционально-планировочной структуры спортивных сооружений высших учебных заведений.*

**Ключевые слова:** спортивная зона, университетский комплекс, функционально-планировочная структура

Развитие сети спортивных сооружений высших учебных заведений особенно актуально в связи с политикой государства в области здравоохранения. Сегодня на законодательном уровне поднимаются вопросы привлечения молодёжи к занятию физической культурой и спортом. Но при этом в спортивных объектах учебных заведений наблюдаются низкие показатели эксплуатации и их непопулярность у обучающихся.

Проблема актуальна для большинства высших учебных заведений, спортивные комплексы которых были построены ещё в советский период.

Новосибирские университеты тоже обладают высоким потенциалом развития спортивной зоны, однако спортивные сооружения остаются малоэффективными. В связи с этим встаёт вопрос о поиске методов модернизации и переосмыслении принципов формирования существующих спортивных сооружений.

Основной целью исследования является выявление особенностей организации функционально-планировочной структуры спортивной зоны университетов (НГУ, НГТУ, НГПУ, СГУПС). В работе систематизированы спортивные объекты крупных университета г. Новосибирска на основании предлагаемой типологии и изучены их

особенности. Результаты исследования актуальны для проектирования новых спортивных сооружений высших учебных заведений, а так же для их модернизации.

При анализе были рассмотрены ряд строительных правил и научных трудов, авторы которых исследуют типологию спортивных сооружений и методы их формирования: Белоносков С. А., Здоровко А. К., Лавриков С. И., Фёдорова О. С., Янковская Ю. С. и др. Принципиальным отличием и новизной данной работы является составленная классификация спортивных сооружений как элементов структуры спортивной зоны университетского комплекса, а так же изучение функционально-планировочных особенностей данных объектов.

В исследовании проводится анализ зарубежного опыта проектирования спортивных комплексов на примере Ajou University, Harvard University, University of Helsinki и др., а так же спортивных комплексов крупных российских университетов, таких как МГУ, ДВФУ, МГТУ, СФУ и др.

В исследовании выделяются три группы спортивных сооружений: 1 – основные объекты, формирующие ядро спортивной зоны; 2 – второстепенные объекты спортивной зоны, формирующие её тип и рассредоточивающие нагрузку на основной элемент; 3 – дополнительные спортивные объекты, расширяющие функции спортивной зоны. Рассматриваются составляющие перечисленных групп спортивных объектов и принципы их взаимодействия, направленные на повышение эксплуатационных показателей спортивных сооружений.

Анализ функционально-планировочной структуры спортивных сооружений высших учебных заведений Новосибирска (НГУ, НГТУ, НГПУ, СГУПС) выявил необходимость усложнения структуры спортивной зоны и её функций для их эффективного пользования и востребованности среди студентов.

### **Список литературы**

1. Аристова Л. В., Физкультурно-оздоровительные и спортивные сооружения : методические рекомендации Москва : Совет. спорт, 2003. - 398,[1] с. ; 21 см.
2. Дагданова И.Б. Университетский кампус как пространство социального взаимодействия (На примерах современных кампусов зарубежья) // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2015. – № 1 (12). – С. 127-137.

3. Погадаев, Г. И., Спортивные сооружения, учебное оборудование и инвентарь общеобразовательного учреждения : метод. пособие М. : Дрофа, 2005. - 80 с. : ил., табл.; 20 см/
4. Федорова О.В., Цайзер Р.В. Трансформируемое спортивное сооружение в условиях городской среды / О.В. Федорова., Р.В. Цайзер // Региональные архитектурно-художественные школы, – 2011. - № 1. – С. 179-183.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ ГОРОДА БАРНАУЛА**

**А.А. Куликова, Е.В. Юдакова**  
**Алтайский государственный институт культуры**  
**ydakova2018@mail.ru**

*Данная работа представляет собой рассмотрение открытых пространств года Барнаула с точки зрения дизайна как проектной науки. Цель состоит в том, чтобы путем анализа, выделить критические несоответствия окружающего пространства, в результате чего, найти пути решения обнаруженных проблем.*

**Ключевые слова:** дизайн, средовое пространство, эстетика

Городская общественная среда является важным компонентом культуры города. Основная проблема состоит в том, что общественные пространства города не выполняют свои функции в полной мере или теряют свою роль, жизнь города не продумана и не организована. Свободные пространства городской среды, образующиеся в результате застройки, достаточно часто являются не воплощением проектного решения архитекторов и дизайнеров, а побочным элементом, который остался без внимания [1].

Одна из важнейших функций города - это создавать удобное и комфортное место, для прогулок и отдыха. Городскую среду можно считать совершенной только тогда, когда на улицах появится оживленность, а безопасность будет на первом месте. Однако одной из сложностей является сегодня то, что в городе существует множество зон, которые не являются пригодными для проведения досуга, где требуемые функции и их правильная связь отсутствуют. Здесь, нужно способствовать повышению качества жизни горожан путем улучшения среды.

На сегодня, парки города являются мало оснащенными, так как большинство из них находятся в частных руках, и никто не хочет



вкладывать средства для их преобразования. По мнению председателя краевого общества кардиологов, профессора Галины Чумаковой, в концепции парковых зон необходимо сделать акцент на здоровый образ жизни населения: *«Аттракционы, детские зоны – это хорошо, но нельзя забывать и о том, что значительной части населения требуются реабилитационные мероприятия. Чтобы в любом городе было место, где можно на природе почитать книгу, заняться спортивной или скандинавской ходьбой, позаниматься на тренажерах и т.д.»*.

Кроме того, по итогам социологического исследования, население хочет видеть в парках больше мест для сидения, урн для поддержки чистоты, туалеты, места для пикников, прокат велосипедов, роликовых коньков, спортивные объекты для активного отдыха всех возрастных категорий, открытый кинотеатр, питьевые фонтанчики, зону вай-фай и многое другое [2].

Раньше комплексной застройкой занималась ГлавАрхитектура, которая организовывала как строительство домов, так благоустраивала и создавала малые архитектурные формы. В настоящее время этим занимаются частные компании, которые общими силами пытаются сделать наш город более эстетичные. Компании «Сиада», «ГраНИД» и «Строительная перспектива» реализовали проект комплексного благоустройства на пересечении улиц Антона Петрова – Малахова. Ко дню города, здесь уже были возведены четыре двухъярусные клумбы. Существенную помощь в благоустройстве района в этом году оказало «ЖБИ Сибири». Для органов территориального общественного самоуправления они выделили пятьдесят вазонов, которые в настоящий момент уже украшают территорию как городских, так и пригородных ТОС.

Таким образом, можно сделать вывод, что сформировавшееся пространство Барнаула занимает большую часть, но заброшенные объекты, так же бросаются в глаза. Пренебрежительное отношение даже к незначительным, на первый взгляд, объектам, может менять целое представление о городе. Малые архитектурные здания и сооружения, должны стать неотъемлемым компонентом, спроектированным «по последнему слову», который связывает прошедшее и будущее города Барнаула.

### **Список литературы**

1. Баталина Т. С. Анализ особенностей формирования общественного пространства // Бизнес и дизайн ревю. - Т. 1. № 1(5), 2017. - 11 с.

2. Общественная палата Алтайского края [Электронный ресурс]: новости палаты//Кто решит проблемы парковых зон Барнаула, 2014. URL: <http://www.opaltai.ru/news/opak/2014/07/03/1578/>

## **ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПАРКА «ВОСТОЧНЫЙ»**

**Д.М. Мезенцева, Л.А. Ющук**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**

*В статье рассматриваются особенности функционально-планировочной структуры промышленно-логистического парка «Восточный». Проводится анализ географических и геодезических условий, выявляются проектные ограничения площадки парка. Предлагается модель объемно-планировочного решения комплекса.*

**Ключевые слова:** реиндустриализация, индустриальный парк, Новосибирская агломерация

Новосибирская область представляет собой крупный транспортный узел, расположенный на пересечении важных логистических путей и вовлеченный в межрегиональные торговые отношения. На территории Новосибирской агломерации выделяются зоны опережающего развития - «Аэросити», «Наукополис», Восточная транспортно-логистическая зона, «Порт-Ташара», Искитимская строительно-производственная зона.

Последние три года в этих зонах начали формироваться индустриальные парки различного профиля. Структура данных объектов еще не изучена в полном объеме. Вследствие этого отсутствует модель функционально-планировочной организации индустриальных парков Новосибирской агломерации, в частности, промышленно-логистического парка «Восточный» (далее – ПЛП «Восточный»).

Создание ПЛП «Восточный» предполагается в Восточной транспортно-логистической зоне, на территории Станционного сельсовета Новосибирского района Новосибирской области. Специализация парка – логистика, распределение, производство – малый и средний бизнес. Для размещения первой очереди объекта отведен участок «А». Участки «Б» и «В» предназначены для

перспективного развития парка. В исследовании разрабатывается территория участка «А».

Проводится анализ инженерно-геодезических изысканий для строительства объекта, проектных ограничений и социально-экономической инфраструктуры муниципального образования. Площадка парка проверяются на соответствие градостроительному и земельному законодательству. Предлагается архитектурно-градостроительная концепция ПЛП «Восточный», включающая транспортную схему, технологическое и функциональное зонирование территории объекта.

### **Список литературы**

1. Об утверждении программы реиндустриализации экономики Новосибирской области до 2025 года: постановление Правительства Новосибирской области от 07.06.2016 № 160-п. – Новосибирск, 2016. – 25 с.
2. ГОСТ Р 56301-2014. Индустриальные парки. – М.: Стандартинформ, 2015. – 30 с.
3. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2016. – 101 с.
4. Белоусова, Н.С. Функционально-организационные характеристики транспортно-логистических комплексов и их элементов [Электронный ресурс] / Н.С. Белоусова // Архитектор: известия вузов. – 2006. – №15. – Режим доступа: [http://archvuz.ru/2006\\_3/10](http://archvuz.ru/2006_3/10) (дата обращения: 20.03.2018).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ РЕНОВАЦИИ ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА Г. НОВОСИБИРСКА**

**М.И. Акимова, В.С. Милинчук**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**  
**[amari-83@mail.ru](mailto:amari-83@mail.ru)**

*Предложен метод определения актуальности проведения реновации промышленных территорий. Проанализированы промышленные территории Октябрьского района города Новосибирска. На основании анализа даны оценки актуальности проведения реновации исследуемых территорий.*

**Ключевые слова:** реновация, промышленные территории, рефункционализация, перспектива развития

В настоящее время развитие бывших индустриальных центров, таких как Новосибирск, оказывается связанным с трудностями преобразования промышленных территорий советского периода, утративших свою актуальность. Целью доклада является определение актуальности реновации промышленных территорий города Новосибирска.

Новосибирск — крупный промышленный город Сибири, со значительной долей территорий, занимаемых промышленными, коммунальными и складскими объектами (16,3%). Расположение промышленных территорий в черте города негативно отражается на его экологии, и ухудшает социальное, культурное и эстетическое восприятие. Основным способом включения промышленных территорий в структуру современного города является реновация.

Реновация (лат. *renovatio* — обновление, возобновление, ремонт) — процесс улучшения структуры. Техничко-экономический процесс замещения не актуальных архитектурных объектов вследствие физического и морального износа. Как один из процессов комплексной реконструкции городской среды означает смену функционального назначения объекта реконструкции [1].

Основные направления реновации:

1. Сохранение промышленной функции объекта с переходом к современным стандартам производства.
2. Частичная или полная рефункционализация промышленного объекта.
3. Ликвидация промышленного объекта с использованием территории для нового строительства.

Для определения актуальности проведения реновации промышленной территории по тому или иному сценарию, необходимо проведение анализа, учитывающего градостроительную, экологическую и композиционную составляющую объекта.

Градостроительный анализ включает рассмотрение функционального состава территории и транспортной инфраструктуры.

Экологический анализ позволяет выявить классы опасности промышленных предприятий по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, п. 7.1. «Промышленные объекты и производства» [2].

Композиционный анализ позволяет определить значимость объектов путем оценки их визуального восприятия пешеходами из видовых точек. За видовые точки принимаются места, в которых

наиболее вероятно останова человека в радиусе 500 метров от объекта.

Для оценки результатов вводится порядковая шкала, оценивающая актуальность проведения реновации по каждому из проведенных анализов. Значения шкалы от 0 до 1 соответствуют низкой актуальности проведения реновации (Низкая), от 1.01 до 2 — средней актуальности (Средняя), от 2.01 до 3 — высокой актуальности (Высокая).

Исследование проведено на промышленных территориях Октябрьского района города Новосибирска. Результаты исследования приведены в сводной таблице (Таблица 1).

**Таблица 1** — Оценка актуальности объектов реновации

Наименование предприятия	Необходимость реновации территории			
	Град. анализ	Экологич. анализ	Композ. анализ	Итог
Завод «Оксид»	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая
«Новосибирский Афинажный завод»	Высокая	Высокая	Средняя	Высокая
Завод «Электросигнал»	Низкая	Высокая	Высокая	Средняя
Шоколадная фабрика «Новосибирская»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Завод «Новосибхимфарм»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
«Новосибирский инструментальный завод»	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя
Завод «Сибирский бетон»	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя
Новосибирский мелькомбинат №1	Средняя	Высокая	Низкая	Средняя
Новосибирский завод «Станкосиб»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Прицефабрика «Октябрьская»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Завод «СКСМ»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Завод «Сибирский бетонные технологии»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Фабрика пиломатериалов «ДОК»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Фабрика «Старт»	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя
Завод «Пеноплекс»	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
Завод «Раствор сибирский»	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
Асфальтовый завод	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
Электротехнический завод	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
ПК «Лука»	Низкая	Низкая	Низкая	Низкая
Завод «СибТехГаз им. Кима»	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя
Новосибирский Электромеханический завод	Низкая	Высокая	Низкая	Средняя

В ходе исследования дана численная оценка актуальности проведения реновации промышленных территорий Октябрьского района города Новосибирска на основании градостроительного, экологического и композиционного анализа. Данные оценки могут быть использованы при разработке проектов развития исследуемых территорий.

### **Список литературы**

1. Шенкман, Р.И. Строительство на территории старых предприятий / Р.И. Шенкман. – Пермь: ПНИПУ, 2014. – 170 с.
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов : утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 25.09.2007 №74 // КонсультантПлюс. ИБ Строительство. Технические нормы и правила [электронный ресурс].
3. Дрожжин, Р.А. Реновация промышленных территорий / Р.А. Дрожжин // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2015. – Вып. 1. – С. 84–86.
4. Официальный текст Генерального плана // Департамент строительства и архитектуры мэрии г. Новосибирска. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://dsa.novo-sibirsk.ru/ru/site/1574.html>

## **«КЛАДБИЩЕ-ПАРК» В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ**

**О.Д. Павлюченко, Е.А. Березина**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры дизайна и искусств**

*Рассматривается вопрос стирания территориальных границ города и кладбищ. Вхождение кладбища в структуру города создает тем самым депрессивную зону, - территорию неспособную к саморазвитию. Анализируется зарубежный опыт по совмещению функций парка и действующего кладбища. Выявлены принципы организации кладбища как общественного пространства.*

**Ключевые слова:** **кладбище, общественное-пространство, депрессивная территория, парк в структуре города**

Вхождение кладбище в структуру современного города – проблема многих крупных городов, которую нужно грамотно решать без ущерба как городу, так и кладбищу..

История развития европейских городов показывает их бурный рост в XIX-XX веках, что привело к смещению к центру бывших окраинных территорий и обретения ими новых функций. Неотъемлемыми городскими пространствами исторических городов стали кладбища или некрополи. [2]

Реорганизация кладбищ производится для достижения двух целей. Во-первых, вдохнуть в сложившуюся среду новую жизнь, создать современную, благоприятную среду для комфортного пребывания на территории кладбища. Тем самым спасти от разрушения и отмирания. Во-вторых, увязать изменения пространственной системы, вызванной, прежде всего, общегородскими потребностями развития, с социальными интересами населения.[1]

Изменяя данный специализированный объект с помощью введения новых функций, можно существенно изменить существующие визуальные и социальные негативные характеристики. На месте забытого-старого, создать социально – новое. Создать парк новой жизни, оставая старое назначение, но симбиотически добавляя новые функции. [1]

Проведя анализ исторических кладбищ, можно выделить некоторые особенности организации действующих кладбищ. Кладбище «Friedhof Sihlfeld» в Цюрихе, Швейцария, до сих пор остается в городе самым большим парковым пространством.

Помещения на территории кладбища используют творческие объединения, а в старом крематорий проводятся концерты и прощальные церемонии. Кладбище «Голливуд Навсегда», остается доступным для всех любителей кинематографа, организовывая кинопоказы и концерты на своей территории, отдавая тем самым дань успокоенным здесь звездам. В России кладбища, если и привлекают к себе людей, то либо тех кто приехал по прямому назначению, либо тех, кто приехал к надгробию знаменитости, к сожалению неадаптированность территории кладбища к тихим приятным прогулкам ставит на нем точку как на общественном пространстве. Территория действующего кладбища в России подразумевает постепенное увеличение территории. Таким примером служит Новодевичье кладбище в Москве. Лазаревское в Санкт-Петербурге, привлекает туристов и простых горожан как музей, но является закрытым из-за отсутствия возможности захоронения. Так же новосибирский крематорий и Парк Победы в Санкт-Петербурге служат примером включения парка в погребальный контекст.

Появившиеся в 2010-й год ряд проектов, посвященные тому как сделать кладбище и захоронения в целом более рациональным и безопасным.

В заключении можно выделить принципы организации кладбища, которые делают его благоприятным общественным пространством в структуре города. Во-первых это благоустройство территории, организация разнообразной флоры, создание атмосферы спокойствия и гармонии на балансе антонимов живого и мертвого, организация на территории парка проектов в сфере культуры, использование существующих построек, для организации прощальных церемоний и других мероприятий, переход на 90% кремацию, наличие колумбариев и крематория на территории или в зоне транспортной доступности, контроль за «кладбищенским периодом» захоронений.

### **Список литературы**

1. Оренбургский государственный университет. [статья]. - Воронцова О.Н. «Погосты в среде городского пространства».
2. «UrbanUrban» [электронный ресурс] Электрон. Журнал. - Андрей Шут. «Кладбища как общественные пространства». - Режим доступа: <https://urbanurban.ru>

## **МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ГРУНТОВ В ГОРОДЕ НОВОСИБИРСК**

**Б.М. Парамзин, Н.А. Чесных**

**Сибирский государственный университет путей сообщения  
lomovPO@mail.ru**

*Каждый год проектируются новые современные здания и сооружения, которые требуют возведение надежных фундаментов. Наиболее распространенными фундаментами являются ленточные, столбчатые, свайные и плитные. Год за годом развития строительства возникает проблема недостаточной несущей способности грунтового основания. Одним из вариантов решения проблемы является усиление грунтов.*

**Ключевые слова: Грунты, силикатизация, напорная инъекция, осадка основания фундамента**

В настоящее время возведение новых и реконструкция существующих зданий и сооружений в условиях плотной городской застройки требует выполнения специальных мероприятий,



направленных на уменьшение сжимаемости и повышение несущей способности грунтов основания.

К таким мероприятиям можно отнести усиление грунтов основания. Важным этапом при проектировании нового строительства и реконструкции является выбор оптимального метода усиления грунтов. Также необходимо учитывать грунтовые условия, предельные деформации сооружения, влияние близлежащих зданий и сооружений.

Одним из этапов проектирования нового строительства и реконструкции зданий и сооружений является расчет осадки фундаментов. Согласно действующим нормативным документам расчет осадки выполняется с использованием следующей формулы:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp,i} h_i}{E_{e,i}}$$

Таким образом, прогнозируемая осадка проектируемого или реконструируемого сооружения зависит от модуля деформации. В зависимости от требуемого модуля деформации и грунтовых условий выполняется подбор оптимального метода усиления грунтов. За длительное время развития механики грунтов, разработано множество методов усиления. Так, в городе Новосибирске используются механический, физико-химический и химический методы усиления грунтов, к которым можно отнести:

1. Раскатку скважин, суть которой состоит в образовании скважин с помощью специального навесного оборудования – раскатчика скважин, конструкция которого позволяет выполнять скважины, которые заполняются любым инертным материалом, без выемки грунта на поверхность – за счет его глубинного уплотнения. Данный метод усиления позволяет повысить модуль деформации грунтов основания до 40...50 МПа;

2. Напорную инъекцию целесообразную в использовании для глинистых грунтов, которая за счет разрушения структурных связей грунта уплотняет массив и армирует его твердеющим раствором. Разрушение связей происходит из-за подачи цементного раствора под высоким давлением, которое превышает прочность структурных связей. Данный метод усиления позволяет повысить модуль деформации грунтов основания до 25...30 МПа;

3. Силикатизацию для усиления песчаных и супесчаных грунтов, которая основана на химической реакции между растворами силиката натрия и хлористого кальция с образованием геля кремниевой кислоты, что описывает процесс образования песчаников в природных условиях, но при усилении грунтов происходит намного быстрее.

Силикатизацию применяют для усиления грунтов с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 м/сут. Данный метод усиления позволяет повысить модуль деформации грунтов основания до 50...80 МПа.

После выбора и реализации усиления важным этапом является проверка его качества. Контроль качества выполняется путем лабораторного или полевого определения характеристик усиленного грунтового массива и сравнения полученных данных с проектными значениями.

### **Список литературы**

1. Ломов, П. О. Повышение качества проектирования усиления грунтового основания армированием набивными сваями в раскатанных скважинах [Электронный ресурс] / П. О. Ломов // Наукоедение : интернет-журнал. – 2014. – № 2 (21). – Режим доступа: <http://naukovede-nie.ru/PDF/132TVN214.pdf> (дата обращения 15.03.2018).
2. Крицкий, М. Я. Использование метода напорных инъекций для упрочнения грунтов в транспортном строительстве / М. Я. Крицкий, В. Ф. Скоркин, А. Л. Ланис // Тр. науч.-техн. конф. «Строительство и эксплуатация транспортных сооружений в районах развития опасных геологических процессов», 7–9 окт. 2003 г. – М., 2003. – С. 46–47.

## **ЖИЛИЩНАЯ МОДЕЛЬ «КОХАУЗИНГ» КЛАССИФИКАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ, ПРОБЛЕМЫ**

**П.С. Пустомолотова, А.Ф. Южаков**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств,**  
**[af51@mail.ru](mailto:af51@mail.ru)**

*На основе исследования опыта применения жилищной модели «кохаузинг» в западных странах, автор работы выявляет преимущества и слабые стороны практического использования этой модели и составляет классификацию кохаузинг-комплексов.*

**Ключевые слова:** архитектура, кохаузинг, жилищное сообщество, социальное взаимодействие, жилищная модель

Появление новых жилищных моделей, основанных на совместном использовании собственности и активном взаимодействии жильцов, можно объяснить необходимостью снижения расходов, а

также социокультурными изменениями, которые преобразуют современный образ жизни.

По мере отмирания старинной и естественной традиции добрососедства и прочных социальных связей, люди все сильнее ощущают негативные психологические и физические последствия этих перемен. Укоренившаяся в обществе тенденция к малым семьям и, соответственно, односемейным жилищам, стремительному росту городов, профессиональной мобильности оторвала горожан от той системы человеческих отношений, которая позволяла в изобилии проживать взаимодействия с живыми людьми в контексте прямых и конкретных связей малой культуры.

В данной работе рассматривается один из вариантов преодоления этого кризиса: жилищная модель, зародившаяся в Дании 60-х годов. Кохаузинг - вид жилищного сообщества, подразумевающий значительную долю бытовой взаимовключённости членов сообщества: совместного присмотра за детьми, проведение совместных праздников, совместного использования части имущества.

С точки зрения архитектурного проектирования, такой тип жилища предусматривает большое количество общественных пространств. Одна из задач этой работы - проанализировать особенности проектирования пространств, поощряющих случайное взаимодействие и стимулирующих регулярное общение.

Исследование проводится на рассмотрении примеров западного опыта применения этой жилищной модели: проводится анализ различных форм организации и принципов работы, описываются главные преимущества, выявляются проблемы на пути к реализации подобных проектов, а также способы их преодоления организационными и архитектурно-планировочными решениями. Также рассматривается возможность внедрения комплексов такого типа в России.

### **Список литературы**

1. Lucy Sargisson Cohousing: a Utopian Property Alternative? // Nottingham: School of Politics and International Relations, Centre for Social and Global Justice, University of Nottingham.
2. Lucy Sargisson Cohousing: a modern utopia?// Nottingham, University of Nottingham.
3. Асланов Александр Витальевич Кохаузинг как объект социально-философского анализа// Грамота, 2013. № 5 (31): в 2-х ч. Ч. I. С. 13-15.
4. Кристиан Диана Лиф Творим совместную жизнь, или как создать экопоселение - Gabriola Island: publisher New Society Publishers, 2003.

5. Cohousing in the United States: An Innovative Model of Sustainable Neighborhoods // The cohousing association of the United States, April 2016.
6. id22: Institute for Creative Sustainability CoHousing Cultures – Berlin: JOVIS Verlag GmbH, 2012.
7. Michael LaFond, Larisa Tsvetkova CoHousing Inclusive – Berlin: JOVIS Verlag GmbH, 2017.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРАДИЦИОННОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКЕ РУССКИХ СТАРОЖИЛОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**М.А. Рублев, Р.В. Булгач**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**

*В данном докладе рассматривается опыт рационального использования и переработки экологических материалов (дерево, камень, глина), русских старожилов Западной Сибири, изученных по результатам экспедиции в Болотнинском районе Новосибирской области в 2015 году*

**Ключевые слова:** традиционная архитектура русских старожилов Западной Сибири, строительная культура русских старожилов Западной Сибири

В настоящее время одним из важных положений о реализации экологических принципов в малоэтажной архитектуре является положение об использовании местных материалов [1]. Но, несмотря на масштабное применение в частном малоэтажном строительстве таких традиционных материалов как древесина, глина, природный камень, весьма актуальным остается вопрос об их рациональной добыче и правильной утилизации. В современном использовании данных материалов замечается существенная проблема: с одной стороны мировое сообщество рекомендует для улучшения качества жизни с точки зрения экологичности использовать экологически чистые, легкие в утилизации и производимые на территориях их применения материалы [1], с другой стороны, несмотря на многовековое использование таких материалов, происходит их нерациональное использование, добыча и неверная утилизация. В связи с вышеизложенным, возникает следующая цель: необходимо изучить

исторический опыта изготовления, применения и утилизации природных традиционных материалов, таких как древесина, глина и природный камень, с учетом региональной специфики. Данная тема не является полностью изученной в мировой и отечественной науке.

Вопросом изучения изготовления и применения древесины в малоэтажной крестьянской архитектуре Западной Сибири активно занимались А.Ю.Майничева, А.В. Новиков, В.М. Кравцов и М.В. Гресс в работе «Прошлое Болотнинской земли», А.Ю. Майничева «Архитектурно-строительные традиции крестьянства северной части верхнего Приобья: проблемы эволюции и контактов». В данных работах авторы раскрывают специфику заготовки древесины, её хранения, переработки в строительный материал. Но фактически неизученной темой остается тема утилизации и переработки использованных и пришедших в негодность материалов.

Следовательно, для исследования данной темы необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать методы и способы производства строительных материалов в традиционной архитектуре Западной Сибири

2. Исследовать технологии утилизации материалов.

На основании исследованного материала можно сделать следующие выводы:

1. При производстве материалов из древесины, которые являются экологически чистыми, применялся индивидуальный подход к выбору сырья, таким образом, не происходило массовой рубки древесины и сохранялись леса.

2. Для улучшения строительных качеств древесины, недопущения его загнивания и увеличения объемов пиломатериалов получаемых с одного кубометра древесины применялись особые методы хранения и рубки древесины, основанные на естественном биологическом цикле.

3. При реализации древесины осуществлялся полный цикл ее переработки, с учетом не только конструктивных, но и химико-биологических свойств.

### **Список литературы**

1. Григорьев В.А., Огородников И.А. Экологизация городов в мире, России, Сибири. Аналитический обзор// Серия «Экология», Новосибирск, 2001. №63. С.15-16.

2. Майничева А.Ю. Архитектурно-строительные традиции крестьянства северной части верхнего Приобья: проблемы эволюции и

контактов. Новосибирск, 2002. Издательство института археологии и этнографии СО РАН. С. 57-58.

3. Новиков А.В., Майничева А.Ю., Кравцов В.М., Грес М.В. Прошлое Болотнинской земли. Новосибирск, 2003. Изд. АртИнфоДата. С.97.

## **ВЕЛОИНФРАСТРУКТУРА НАУЧНОГО ЦЕНТРА НА ПРИМЕРЕ АКАДЕМГОРОДКА**

**А.А. Сиднева, Л.А. Ющук**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**

*Статья посвящена выявлению направлений и возможностей развития велосипедной инфраструктуры Новосибирского Академгородка.*

**Ключевые слова:** велоинфраструктура, велодорожки, велотранспорт, Академгородок, научный центр, Новосибирск

Одним из методов решения современных проблем урбанизированных территорий является использование велотранспорта как экологичной и экономичной альтернативы автомобильному транспорту. В данный момент отсутствует единая всероссийская концепция, по которой следовало бы продвигать велокультуру и формировать велоинфраструктуру. Нет четкого понимания принципов ее комплексного проектирования и внедрения в сформировавшиеся градостроительные системы с учетом их природно-климатических условий. Во многих российских городах, вслед за тенденциями европейских городов, появляются новые объекты велоинфраструктуры, но они носят, как правило, формальный и локальный характер.

Неразвитость качественной велоинфраструктуры в городской среде существенно ограничивает возможность безопасного и комфортного движения на велосипеде. Это характерно для многих крупных городов, в том числе и для Новосибирска. Велосипедисты вынуждены перемещаться в общих автомобильных потоках по проезжим частям улиц и по пешеходным тротуарам, что зачастую создает конфликтные ситуации между участниками движения.

Велосипед – локальный транспорт и эффективен на небольших дистанциях, как правило, не превышающих 5-7 км, поэтому начинать комплексное внедрение велоинфраструктуры в городскую среду наиболее целесообразно в отдельных районах города и компактных

градостроительных центрах. К таковым можно отнести научные центры.

Новосибирский Академгородок – относительно компактное городское образование. Для планировочной структуры территории характерно: деление на функциональные зоны, сформировавшаяся система транспортных и пешеходных связей между жилыми, научными, производственными и рекреационными зонами, природный ландшафт, доминирующий над застройкой, низкая плотность застройки по сравнению с другими районами Новосибирска. Академгородок уже имеет велосипедную историю и культуру. Велодорожки общей протяженностью около 9,5 км изначально были включены в генплан Академгородка на некоторых улицах. Они соединяли жилые микрорайоны с основными местами приложения труда – научно-исследовательскими институтами. В данный момент велодорожки находятся в разрушенном состоянии, прерываются парковочными карманами и практически не пригодны к использованию по назначению.

На территории научного центра помимо НИИ можно выделить другие места, которые могут служить точками притяжения велосипедистов. Это учебные корпуса НГУ, торгово-развлекательные, общественные центры и бизнес-центры, спортивные сооружения, общеобразовательные школьные и дошкольные учреждения, общежития и группы жилых домов. Также организации объектов велоинфраструктуры способствуют транспортно-пересадочные узлы, так как могут стимулировать людей совершать мультимодальные поездки с использованием велотранспорта. Существует возможность создания рекреационных веломаршрутов на территории городских лесов Академгородка.

Велотранспорт в городе является альтернативой автомобильному транспорту только при развитой качественной сети веломаршрутов и организации велоинфраструктурных объектов. Исторически сложившиеся маршруты велодорожек Академгородка связывали только часть точек притяжения горожан. Территория Академгородка обладает потенциалом улучшения качества городской среды, в том числе системы велоинфраструктуры.

### **Список литературы**

1. Академпарк. Технопарк Новосибирского Академгородка [Электронный ресурс] – URL: <https://academpark.com/> (дата обращения: 13.04.2018).

2. Глобальная карта активности [Электронный ресурс] // Strava – URL: <https://www.strava.com/heatmap> (дата обращения: 13.04.2018).
3. Кузнецова, Е.А. Достопримечательное место «Новосибирский академгородок»: историко-архивные и библиографические исследования / Е.А. Кузнецова // Баландинские чтения. – 2015. – Т. 10. – № 2. – С. 282–288.
4. Прил. № 1 к приказу управления по государственной охране объектов культурного наследия Новосибирской области от 23.05.2016 № 96 "Требования к осуществлению деятельности, ограничения использования лесов и требования к градостроительным регламентам в границах территории объекта культурного наследия регионального значения – достопримечательное место «Новосибирский Академгородок», расположенного по адресу: Новосибирская область, город Новосибирск, Советский район" от 23.05.2016 № 96 // 2016 г.
5. Рослякова М.В. Европейский опыт стратегического планирования территории // Проблемы современной экономики: сборник материалов XXXVIII Международной научно-практической конференции / Под общ. ред. Ж.А. Мингалевой, С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2017. – С. 37 - 42.
6. Dufour, D., PRESTO Cycling Policy Guide [Text]: Promoting Cycling for Everyone as a Daily Transport Mode. – Netherlands, 2010.

## **ЛАНДШАФТНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗЕЛЁНОЙ КРОВЛИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**А.Ю. Соколовская, О.О. Смолина**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**  
**[zelenoest-vo@mail.ru](mailto:zelenoest-vo@mail.ru)**

*В данной научной работе рассмотрено практическое применение технологии озеленения и эксплуатации кровли жилого дома. Представлен вариант конструкции покрытия. На примере конкретного жилого комплекса предложено функциональное зонирование и примерная стоимость организации дополнительной рекреационной территории на кровле.*

**Ключевые слова:** эксплуатируемая кровля, функциональное зонирование, благоустройство, конструктивные особенности



При современных тенденциях эффективно использовать каждый метр такое решение как эксплуатируемая кровля с каждым днём становится всё более популярным.

Эффективным средством расширения территорий, занятых зелёными насаждениями в крупных городах, могут стать сады на крышах [1].

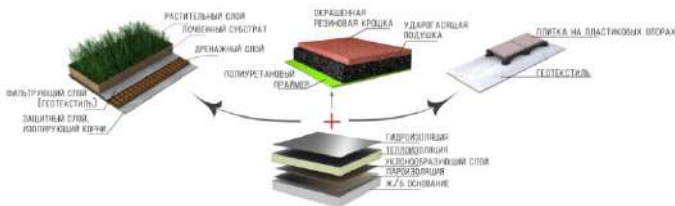
Объектом данного исследования является кровля жилого комплекса «На Декабристов» расположенного по адресу г. Новосибирск, ул. Декабристов, 41.

Цель исследования – организовать дополнительное рекреационное пространство на кровле.

Согласно поясному зонированию города квартал «На Декабристов» расположен в срединной зоне, которая характерна высокоплотной застройкой. Высокоплотная застройка в свою очередь влечёт за собой ряд проблем, одной из которых является проблема экологии, связанная с недостаточным уровнем благоустройства и озеленения. В связи с этим предложен проект эксплуатируемой кровли.

Территория сада на крыше может включать отдельные участки с зелёными насаждениями (кустарники, газоны, цветники, спортивные площадки, площадки отдыха, дорожки, малые архитектурные формы). Для каждого участка проектируется своё покрытие, которое устраивается поверх конструктивных элементов кровли [2].

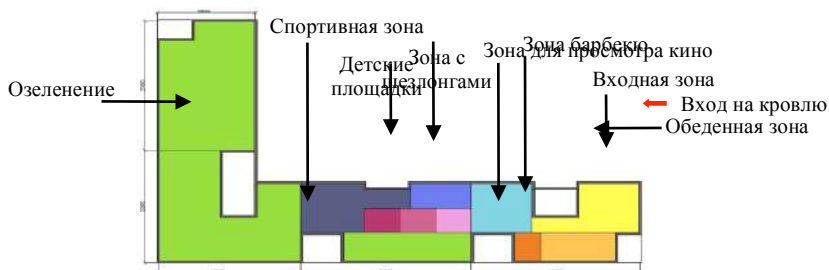
Конструктивные особенности для трёх типов покрытия: растительного слоя, покрытие для детских и спортивных площадок, покрытия пешеходных дорожек (Рисунок 1):



**Рисунок 1** – Конструктивные особенности кровли

На основании расчётов, проводимых согласно правилам землепользования и застройки (ПЗЗ) г. Новосибирска № 1288 (от 01.12.2017) выявлено, что площадь приблизительно соответствует нормам, однако есть недостаток в площади спортивных площадок и озеленения [3]. В связи с этим появляется необходимость восполнить недостающие площади путём организации на кровле данных

площадок. В процессе организации пространства следует разделить кровлю на функциональные зоны (Рисунок 2).



**Рисунок 2** – Функциональное зонирование кровли

В результате исследования подсчитана примерная стоимость данного проекта – 20000000 руб. В связи с дополнительными нагрузками на кровлю необходимо произвести мероприятия по усилению конструкции покрытия.

### **Список литературы**

1. Торчик В. И. Сады на крышах.– Мн.: Наука и техника. – 1989. – 71 с.
2. Грачёва А.В. Основы зелёного строительства. Озеленение и благоустройство территорий : учеб. пособие/ А. В. Грачёва. – М.: ФОРУМ, 2009. – 352 с. – (Профессиональное образование).
3. О правилах землепользования и застройки города Новосибирска: решения Совета депутатов города Новосибирска от 24 июня 2009 г. N 1288 (в ред. от 01.12.2017).

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ УЛИЦЫ ЛЕНИНА НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ КОНЦА XX–НАЧАЛА XXI ВЕКА

Е.В. Солдатенкова, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет  
sibvernissage@gmail.com

*Доклад обобщает историю конкурсных проектов реконструкции улицы Ленина в Новосибирске в 1990–2000-е годы и предлагает градостроительную стратегию развития улицы.*

**Ключевые слова:** проект, реконструкция, улица Ленина, Новосибирск, благоустройство

Цель исследовательской работы: выполнить исторический обзор проектов реконструкции улицы Ленина в 1980–2000-е годы и выявить устойчивые (актуальные и ценные) проектные предложения.

Объектами исследования явились конкурсные проектные предложения реконструкции улицы Ленина 1980–2000-х годов.

Дискомфортные условия для пешеходов, возвышение требований к городской среде вызвали потребность в реконструктивном вмешательстве, которое выразилось в проведении конкурсов на реконструкцию одной из главных улиц исторического центра. Предпринятый поиск конкурсных проектов, выполненных для улицы Ленина в 1990–2000-е годы, завершился анализом 9 проектных решений.

1. Проект «Реконструкции ул. Ленина под общественно-торговую пешеходную эспланаду в г. Новосибирске», М.Р. Колпакова (1982–1984) (Рисунок 1).

2. Проект «Реконструкции ул. Ленина под общественно-торговую пешеходную эспланаду в г. Новосибирске», Э.Е. Журавкова, А.Ю. Журавков (1986–1989)

3. Конкурсные проектные предложения «Навстречу 100-летию Новосибирска». Реконструкция Красного проспекта в г. Новосибирске (1986), Гражданпроект-1, Гражданпроект-2, СибЗНИИЭП, НГПИ

В конкурсе принимали участие 4 группы.

4. Проектное предложение по размещению подземных автостоянок в районе площади Ленина в г. Новосибирске, персональная творческая мастерская В.П. Авксентюка

5. Проект реконструкции входной части улицы Ленина. Эскизный вариант, А.А. Чернов

6. Проект реконструкции входной части улицы Ленина. Эскизный вариант, В.Н. Филиппов

Принимаемые проектные решения по реконструкции одной из главных улиц города обязаны быть генетически обусловлены, опираться как на анализ эволюции улицы, позволяющий учитывать текущую фазу развития градостроительной системы, выявлять направления неизбежных структурных преобразований [1], так и учитывать предыдущий проектный опыт.

Устойчивые проектные предложения реконструкции улицы Ленина, выявленные в процессе поиска, легли в основу сформулированной авторами стратегии её реконструкции, это:

- четырехчастность планировочного устройства улицы Ленина: ансамбль площади Ленина, входная зона вдоль улицы Ленина до улицы Советской, участок от улицы Советской до улицы Урицкого, участок от улицы Урицкого до «Театральной площади»
- организация многоярусной подземной парковки и торговой зоны под западной частью площади Ленина
- развитие параллельных транзитных пешеходных направлений, связывающих Первомайский сквер и НГАВТ
- создание общественного пространства между «Универсамом» и «Победой»
- превращение перекрестка улиц Революции и Ленина в площадь
- пространственное завершение высотными акцентами по периферии
- перестройка гостиницы «Центральная» с учетом высотности улицы Ленина
- перестройка «Универсама»
- использование потенциала рельефа улицы при её благоустройстве: для организации каскадов и фонтанов, оптимизации входов в здания и др.
- оформление входа в Первомайский сквер со стороны улицы Ленина

Проекты реконструкции улицы Ленина (1982–2000-е) и прилегающей к ней площади Ленина требуют публикации и профессионального анализа, поскольку содержат архитектурно-планировочные решения, актуальные и в настоящее время.

Сформулированная в работе стратегия реконструкции улицы Ленина будут имплементирована в ВКР, может быть использована разработчиками градостроительной документации для Новосибирска.

## **Список литературы**

1. Изнаирская Е.М, Роль главных улиц в развитии крупнейших городов Западной Сибири (к проблеме реконструкции): автореф. дис. канд. архитектуры: 29.03.12 / Е.М. Изнаирская. – Екатеринбург: УрГАХУ, 2012. – 26 с.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕШЕХОДНЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ЦЕНТРЕ КРУПНОГО ГОРОДА СИБИРИ**

**Ю.В. Сухих, Г.Н. Туманик**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**  
**g.tumanik@yandex.ru**

*Рассматриваются перспективы использования подземного пространства при формировании функционально-планировочной структуры и композиционно-пространственной организации пешеходных пространств в центральных районах исторических городов Сибири.*

**Ключевые слова:** подземная урбанистика, планировочная структура, центр города, пешеходный каркас, общественные пространства, градостроительство

В современном градостроительстве создание и развитие пешеходных общественных городских пространств – мировой тренд. Наблюдается тенденция перемещения потоков людей из закрытых общественных пространств в открытые. Активная деятельность людей концентрируется в основном в центре города и районных подцентрах, привлекательность которых во многом определяет «лицо» города. В исторической части центра важно сохранить уже сложившиеся особенности среды, при этом сделав его оживленным и часто посещаемым.

В настоящее время в центральной части большинства исторических городов Сибири нет единого рекреационного каркаса и ясной концепции развития общественных пространств, что затрудняет коммуникации и негативно отражается на облике города. Существующие общественные пространства недостаточно адаптированы к современному образу жизни. Отсутствует возможность трансформации, что снижает функциональное разнообразие, возможность реагировать на изменения погодных-климатических условий и в целом - конкурентноспособность.

Кроме того, в Сибири период использования общественных пространств во всем их многообразии очень ограничен ввиду климатических условий и требует введения специализированных приспособлений для каждого сезона года.

В условиях ограниченности территории центра города и сложно изменяемой сложившейся структуры приемлемым решением может стать использование подземного пространства. Мировой опыт показывает, что сегодня подземные пространства активно включаются в городскую ткань, это обусловлено социально-экономическими и градостроительными векторами развития городов. Современный уровень развития подземного строительства позволяет «опускаться» под землю объекты различного назначения и масштаба, как точечные, так и линейные.

Безусловно, самым рациональным решением будет создание подземных и полуподземных транспортных коридоров с полифункциональными общественными объектами, обслуживающими пассажиров. Однако для центров исторически сложившихся городов такой метод затруднён ввиду невозможности кардинального воздействия на сложившиеся градостроительные ансамбли и памятники архитектуры. Тем не менее, город требует развития и часто исторический центр наполнен только в дневное время, вечером административно-офисные здания, которые обычно тяготеют к центральной части города, и исторические, культовые, объекты культуры простаивают пустыми. Для того чтобы наполнить центр города в вечернее время, разгрузить днем и привнести недостающие административно-бытовые, торговые и зрелищные объекты, можно проектировать основные общественные центры и пешеходные связи под существующими улицами; подземные и частично первые этажи существующих зданий включить в сеть подземных пешеходных коммуникаций, освещение которых осуществляется с помощью зенитных фонарей или озелененных "колодцев". Это позволит:

- функционально наполнить и сохранить исторический центр города;
- объединить существующие и проектируемые общественные пространства;
- развести пешеходные и транспортные потоки;
- выстроить наиболее удобные короткие пешеходные связи;
- экономить энергию;
- круглогодично использовать общественные пространства;
- повысить уровень мобильности и трансформируемости открытых общественных пространств.

Сегодня интенсивное развитие общественных пространств крупных сибирских городов, отстающих в своём формировании, чрезвычайно актуально. Кроме того, неременным условием современного градостроительства является освоение подземных пространств. Подземные пешеходные пространства, особая прелесть которых проявляется в резко-континентальном климате Сибири, дают возможности для повышения функциональной наполненности открытых общественных пространств, повышения уровня безопасности и комфорта развивающегося центра крупного сибирского города.

### **Список литературы**

1. SAGA о городе. Трансформация общественных пространств/ The City SAGA. Public spaces in transformation / [ред.: Л. Воронкова, О. Паченков]. - Санкт-Петербург : НП-Принт, 2014. - 189, [1] с. : цв. ил., фот.
2. Юн-Кан Цяо, Фан-Лэ Пэн Планирование подземного пространства в историческом городе на примере Лояна //Подземные горизонты. 2016 №11. с.50-52.
3. Коротаев В.П. Москва: градостроительный потенциал подземного пространства // Градо: журнал о градостроительстве и архитектуре. 2011 №2. С. 71-81.
4. В.Л. Беляев Основы подземного градоустройства. М.: МГСУ, 2012. 198 с.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ КУРОРТНОГО ПОСЕЛКА ГУРЗУФ В КОМПЛЕКСНО – ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЕ РАЗВИТИЯ КРЫМА**

**А.С. Трусевская, В.С. Терехина**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**  
**[veraterehina@mail.ru](mailto:veraterehina@mail.ru)**

Республика Крым – это уникальное место, в котором сосредоточен мощный историко – культурный, а также природно – климатический потенциал, являющийся основой для развития туризма.

Актуальность темы работы обусловлена, прежде всего, развитием санаторно – курортного и туристского комплекса в качестве приоритетного направления экономики Крыма.

Целью данной работы является изучение и анализ объектов туристской инфраструктуры, имеющих функцию временного размещения отдыхающих.

Поселок Гурзуф как часть Крымской агломерации обладает удивительным колоритом местной природы и архитектуры. Здесь нашли свое отражение несколько эпох, начиная с местного татарского населения, сохранившего свою культуру в местной застройке центральной части поселка, памятников архитектуры периода Царской России, а так же многочисленные объекты советской эпохи. Весь этот пласт застройки стал архитектурно – градостроительным наследием Гурзуфа.

В совокупности эти элементы сформировали уникальную типологию курортных объектов, которая, в свою очередь, дает массу возможностей развивать здесь различные виды и формы деятельности, направленные на удовлетворение рекреационных потребностей отдыхающих, а также, на создание благоприятных условий для жизнедеятельности основного населения.

Однако потенциал территории долгое время никак не использовался, что привело значительную часть застройки в состояния упадка. Следовательно, ключевым, в настоящий момент, становится вопрос о том, в какой мере и какими средствами сохранить объекты временного размещения отдыхающих, а также основную часть жилого фонда (составляющие более 70% общей застройки поселка).

Для этого в работе проанализированы различные типы застройки и выделены категории для ее классификации:

- 1 категория - застройка, имеющая историко – культурное значение (памятники архитектуры и культуры);
- 2 категория – сооружения, имеющие определенное значение в формировании застройки, а также архитектурно – художественное значение;
- 3 категория – капитальные сооружения, имеющие лишь материальную ценность;
- 4 категория – здания, мешающие восприятию градостроительной структуры и нарушающие характер застройки.

На основании результатов данного исследования можно определить стратегию развития каждого из многочисленных типов сооружений.

К первой категории применяется метод «реставрации» - воссоздание памятников архитектуры. К сооружениям второй категории в основном применим метод «риветализации» - восстановление, городской среды, путем сохранения планировочной



структуры и замены основных архитектурных элементов. Для третьей категории возможно применение метода «реновации» - процесса выборочной ликвидации, улучшения или модернизации отдельных элементов, без разрушения целостности структуры. Сооружения четвертой категории подлежат сносу, с возможностью возведения на их месте новой, более качественной застройки.

## **ВЫБОР ПЕРВООЧЕРЕДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ГОРОДСКИХ ЦЕНТРОВ**

**В.С. Тузовский, В.С. Терехина**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры дизайна и искусств**  
**veraterchina@mail.ru**

*В статье анализируется становление теории и практики в развитии городского полицентризма с точки зрения встречавшихся подходов к формированию системы центров. Делается вывод о применимости данной модели в российских городах и в Новосибирске в частности, формулируются критерии выбора центров развития города.*

**Ключевые слова:** полицентризм, агломерация, городские субцентры, управление развитием территории, критерии выбора, Новосибирск

Полицентризм — тип урбанистического развития, когда функции центра государства или данной территории распределяются между несколькими местами, в масштабах страны или в масштабах крупного города, либо на всей конкретной территории.

По мере изучения опыта развития городских пространств, общественной активности в современных городах возникает вопрос о применимости построения полицентризма в городе.

Проблема структурного полицентризма рассматривается и широко обсуждается профессиональным сообществом в отечественной профессиональной прессе, ежегодных открытых градостроительных форумах, научных публикациях. Одним из важнейших результатов дискуссий является вывод об устойчивой тенденции развития полицентрической планировочной структуры российских городов.

Анализируя реализованный подход в развитых странах АТР, перед которыми в свое время встал ряд экономических и социальных вызовов, можно выделить сам решительный подход в преобразовании

среды и аппарата управления. Созданная иерархия управления развитием государств, городов, новые формы взаимодействия с населением и бизнес-сообществом позволила сформировать новое качество среды, что определило и успех экономики этих стран.

Планировочная структура Новосибирска в силу исторических особенностей изначально характеризовалась дискретностью. Это связано с преобладанием экстенсивных методов развития города: наращивание жилищного строительства происходило за счет изъятия пригородных земель. Городская территория расчленена включениями из крупных промзон, коммунально-складских территорий, зон железных дорог, малых рек с притоками. Данные факторы сформировали обрывистость основных функциональных зон увеличились расстояния от общегородского центра до периферийных районов. Все это создает неразвитость функционально-пространственного каркаса.

Уникальность каждого субцентра позволяет в их совокупности, сформировать гибкую систему обслуживания населения, обеспечивающая новые, доступные места приложения труда, условия отдыха и проживания.

Критерии выбора предполагаемых субцентров подразумевают степень и возможности развития функциональных мест и связей между ними. Набор критериев применимых для предполагаемого участка, позволяет говорить о ценности данной территории и о возможности ее развития как субцентра в полицентрической системе города: наличие транспортного узла; включенность в пешеходный каркас города; наличие четко выраженной общественной функции; наличие предполагаемой зоны влияния; функциональная и пространственная связность с другими субцентрами и центром; возможность введения новых функций; социальное разнообразие; наличие свободных территорий под строительство; наличие достаточной плотности населения; историческая ценность места; наличие зеленых зон, парков, скверов; наличие рекреации, спортивных объектов.

Очевидна проблема моноцентричного развития городов. В связи с чем, центр получает высокую транспортную и социальную нагрузку, появляется чрезмерная маятниковая трудовая миграция, происходит дисбаланс развития центра и городских окраин.

Полицентризм – это залог сбалансированного развития города. На данный момент рассмотрены принципы развития полицентризма и критерии выбора субцентров лишь в общем виде. Применимы эти данные во всех отраслях, отвечающих за развитие пространственной

структуры, экономики города. Такой подход станет новым взглядом на стратегию развития города, позволит обеспечить как старые, так и новые территории Новосибирска, необходимыми жилыми и социальными объектами, развитой инфраструктурой. Чем больше в городе центров, тем интереснее и комфортнее в нем жить.

### **Список литературы**

1. Гайкова Л. В. Полицентризм как парадигма развития российских городов // Архитектон: известия вузов. 2015. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://archvuz.ru> / 2015\_2 / 6 (дата обращения: 13.01.2016).
2. Зюкова Н. Б. Эволюция концепций и моделей функционально-территориального развития городских агломераций // Градостроительство.
3. Филанова, Т.В. Формирование локальных социально-территориальных образований в крупнейшем сложившемся городе: на примере г. Самары: дис. ... канд архитектуры: 18.00.04 . – СПб., 2008. – 137 с.

## **ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ 1966 г. НА АРХИТЕКТУРНЫЙ ОБЛИК г. ТАШКЕНТ**

**М.И. Акимова, Р.И. Фирстов**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**  
**[amari-83@mail.ru](mailto:amari-83@mail.ru)**

*В данном докладе рассматривается влияние землетрясения 26 апреля 1966 г. на архитектурный облик г. Ташкент. А также осуществляется анализ архитектурной среды дореволюционного, 30-60-ых годов XX века, и первой стадии реконструкции центра города (1966-1970 гг.) Целью анализа является: выявление степени изменения архитектурного облика центра г.Ташкент после землетрясения.*

**Ключевые слова:** архитектура Ташкента XX века; сейсмическая архитектура; реконструкция архитектурной среды; архитектура катастроф

Анализ архитектурного наследия «по эпохам» позволит наглядно выявить степень изменения архитектурного облика центральной части города Ташкент.

А при изучении сейсмической активности г. Ташкент в 1966 году и изучении характеристик землетрясения 26 апреля (особенность расположения эпицентра в различных проекциях, магнитуда толчков по шкале Рихтера, продолжительность и периодичность повторных толчков), является возможным проанализировать стадии и степень разрушения архитектурных объектов г. Ташкент, и, в особенности, наиболее пострадавшей, в ходе землетрясения, центральной части города.

Изучение процесса реконструкции города Ташкент от вступления в силу Постановления 1966 г. «О неотложных мерах помощи Узбекской ССР по ликвидации последствий землетрясения в городе Ташкенте» до конечной реализации проектов периода реконструкции архитектурной среды позволит установить и правильно истолковать интересующие нас крупные градостроительные события в ходе реконструкции центра города. А также позволит установить взаимосвязь между местной строительной культурой и европейским постмодернизмом.

Проблема: Природные катастрофы (землетрясения) являются фактором полной реконструкции архитектурного облика.

Гипотеза: при изучении проблемы, в ходе анализа последствий землетрясений 1966 г. и систематизации объектов реконструкции с 1966 по 1970 гг., является возможным выявить изменения в архитектурном облике центральной части г. Ташкента. А также, выявляются определенные закономерности в процессе реконструкции, которые углубят знания о архитектурно-художественной выразительности, конструктивных особенностях и особенностях ОПР сейсмоустойчивых зданий и сооружений в субтропическом климате.

Цель: выявление изменений в архитектурном облике г.Ташкент.

Задачи:

1. Проанализировать архитектурный облик центральной части г. Ташкент до последствий землетрясений 1966 г. в г. Ташкент.
2. Изучить и систематизировать гражданские здания периода первой стадии реконструкции центральной части г.Ташкент с 1966 по 1970 гг.
3. Проанализировать итоги реконструкции центра города.

Объект исследования: сохранившиеся и утраченные гражданские здания различного функционального назначения центральной части г.Ташкент до землетрясения и периода реконструкции 1966 – 1970 гг.

Предмет исследования: особенности проектов общественных и типовых жилых зданий периода «до землетрясения» и периода «реконструкции».

Границы исследования:

1. Пространственные: центр г.Ташкент

2. Временные: 1865 – 26.04.1966; реконструкция 1966 – 1970 гг.

Актуальность темы архитектуры советского модернизма второй половины XX века, а, в частности, архитектуры советского Ташкента, обусловлена большим интересом со стороны европейского научного сообщества. Основным представителем исследователей данной темы является немецкое издательство «DOM publishes» во главе с Ф. Мойзером. Тем не менее, проблема «архитектуры катастроф», в том числе и в контексте архитектуры советского сейсмического модернизма исследована не так широко, как тема советского модернизма в целом. С целью углубить научное знание на данную тему, и локальнее, на тему: «Влияние землетрясений 1966 г. на архитектурный облик г. Ташкент», - были изучены и проанализированы актуальные исследования Ф. Мойзера [1] а также основные диссертации (на данную тему) советских ученых [2],[3]. После анализа вышеуказанных исследований, путем абстрагирования информации о влиянии землетрясений 1966 г. на архитектурный облик г. Ташкент, была выявлена частичная освещенность данной темы. В связи с этим, актуальность данного исследования является неоспоримой.

Научная новизна обусловлена тем, что впервые проводится данный анализ и систематика гражданских зданий периода реконструкции 1966 – 1970 гг.

### **Список литературы**

1. Meuser P. Seismic Modernism. Architecture and Housing in Soviet Tashkent / Сейсмический модернизм. Архитектура и домостроение советского Ташкента – Berlin: DOM publishers, 2016 – 256 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 978-3-86922-494-7.
2. Кадырова Т.Ф. Архитектура Советского Узбекистана / Architecture of the Soviet Uzbekistan – М.: Стройиздат, 1987 – 319 с.: ил.
3. Зияев А. А. Этапы формирования и преемственного развития центра г. Ташкента: дис. ...канд. арх. : 18.00.01: защищена 1984 г. / Зияев Абдуманноп Абдурахимович – М., 2004 – 168 с.

## ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ МОНОПРОФИЛЬНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. ЛЕНИНСК – КУЗНЕЦКИЙ)

**Н.В. Боровикова, А.Е. Ховрина**  
**Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)**  
**[borovikova21@mail.ru](mailto:borovikova21@mail.ru)**

*В условиях социально-экономических трансформаций, общей политики реиндустриализации и, как следствие, острой необходимости преобразования уровня городской среды, наиболее проблематичное положение занимают монопрофильные города, основной направленностью которых является добыча природных ресурсов (газ, нефть, уголь). Тенденции современного добывающего сектора сориентированы на добычу сланцевой нефти и переход от привычных источников топлива. Угледобывающая промышленность является все еще востребованной, но требует значительных изменений, в первую очередь, в усовершенствовании технологических процессов. Основная часть предприятий угледобывающих предприятий (шахты различного типа, обогатительные фабрики) РФ расположена на территории КУЗБАССа. В период индустриализации и на протяжении XX века в этом районе создавались города, работающие на развитие отрасли. Особенности преобразования (или эволюции) таких городов являются важным аспектом в понимании дальнейшего пути развития монопрофильного города с численностью населения до 100 тысяч человек.*

**Ключевые слова:** монопрофильный город, угледобывающая промышленность, эволюция поселения, особенности формирования, архитектурно-планировочные особенности, историко-архитектурный анализ, промышленная архитектура, индустриальное наследие, перспективы развития промышленного города

Актуальность данного исследования заключается в необходимости привлечения внимания к основной проблеме моногородов.

Каждое поселение имеет свой процесс эволюции, протекающий в живой и неживой природе, а также в социальных системах. Эволюция может быть прогрессивной и регрессивной.[4]

Задача исследования состоит в рассмотрении эволюции поселения, выявлении основных особенностей развития города и определении возможных перспектив его развития.

История города берет своё начало в 18 в. Первое упоминание о д. Кольчугино датируется еще 1763 г., на тот момент на территории деревни проживало 89 душ, а ко времени рождения копи это было солидное по меркам того времени село: 66 дворов и более 300 жителей.

В 1883 году в селе Кольчугино была заложена первая шахта с многообещающим названием «Успех». В 1921 г. Менее чем за год была построена 150 километровая железная дорога Кольчугино – Усяты (Прокопьевск). 10 июля того же года ВЦИК РСФСР переименовал Кольчугино в посёлок городского типа Ленино. А 6 июня 1925 постановлением ВЦИК Ленино было возведено в ранг города с названием Ленинск-Кузнецкий.[1]

Подъём угольной промышленности в двадцатые годы был очень быстрым, от 165 до 577 т. угля в год, что повлекло за собой ряд проблем. Форсированное развитие тяжелой индустрии приводило к диспропорции между ростом численности населения и развитием городской инфраструктуры, что влекло за собой мощные социокультурные последствия. Не смотря на отдельные проблемы, в эти годы всё же отмечался рост уровня жизни рабочих, а в рамках процесса индустриализации, развитие угледобывающей отрасли, массовая застройка районов и развитие шахт происходило при более высоком уровне контроля со стороны государства. Хаотичная беспланируемая застройка начинала приобретать более осмысленный и системный характер. [3]

В послевоенные годы власти города снова поручают архитектурному бюро Кузбасса «Гипрогор» разработать генеральный план города. Новый проект значительно отличался от довоенных разработок. Но в целом все предложенные решения сводились к двум основным точкам зрения: строить город на новом месте или же развивать на базе существующего. Межведомственная комиссия, проанализировав все предложенные разработки, вынесла решение продолжать строительство города на старом месте, не отрывая его от собственной производственной базы. Тем самым город получил мощный толчок для развития и приобрёл более чёткую структуру формирования своей территории.[2]

Далее в 1990-х гг., в период кардинальных социально-экономических перемен, происходит разработка очередного генплана

города, реализация которого улучшила ситуацию с нехваткой жилья и слабой развитостью социально-бытовой инфраструктуры города.

Тем не менее, сравнив динамику развития города с момента его зарождения и до настоящего времени, можно отметить смену прогрессивной эволюции на регрессивную, развитие перешло в стадию деградации. Значительно снизилась производственная мощность города, сократилось население. Жители города не видят для себя перспектив, и, по результатам опроса горожан, можно сделать вывод, что большая часть населения проживает на территории города вынужденно, а те, кто имеет возможность переехать, делают это не задумываясь.

Очевидно, что для положительной динамики процесса эволюции в настоящем, процесс реконструкции должен был быть запущен не позднее 1960-х гг., так как каждый фактор развития города имеет свой собственный жизненный цикл. В данный момент, находясь в состоянии упадка, городская промышленность всё еще даёт городу возможность поддерживать довольно высокий уровень численности населения (97 тыс. чел.). Но это не означает, что Ленинск – Кузнецкий имеет шанс сохранить и поддерживать высокий уровень жизни горожан, не прибегая к мерам по смене отрицательной динамики развития на положительную. Для запуска данного процесса властям города необходимо принять меры стимулированию вывода производства на новый уровень, механизацию и автоматизацию угледобычи, а так же поднятию авторитета угледобывающей сферы среди граждан, проживающих на территории города и за его пределами.

### **Список литературы**

1. А. М. Адаменко, О.В. Баев. Ленинск – Кузнецкий. Страницы истории (1759-1941). Том 1. – Новосибирск: «Приобские ведомости», 2013. – 352 с., илл.
2. А. М. Адаменко, О.В. Баев. Ленинск – Кузнецкий. Страницы истории (1941-2014), Том 2. – Новосибирск: «Приобские ведомости», 2014. – 488 с., илл.
3. Ю. Сунгуров. Кольчугинский миллиард – Новосибирск: Издательство «Приобские ведомости», 2008, - 220с., илл.
4. «Моногорода. Перегрузка.» [Электронный ресурс] <http://www.ladoga-park.ru/content/2014/04/140426152728/140426152728140426152938.pdf>
5. Сайт администрации города Ленинска – Кузнецкого [Электронный ресурс] <http://www.leninsk-kuz.ru/officials/>



## ПРИНЦИП СОЗДАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТА

Л.И. Черновская, В.С. Терёхина  
Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств  
veraterehina@mail.ru

*Проблема отсутствия комплексных подходов в изучении особенностей мест городской среды на сегодняшний день стоит особенно остро. Традиционные методы ландшафтно-визуального анализа устарели, что поиск новых идей и проблем, зачастую, приводит в тупик. Метод «ментальная карта» является одним из способов, чтобы отойти от искусственного проектирования и приблизиться к средовому подходу в урбанизации территорий. Однако не было такого принципа, который бы сделал ментальную карту емкой для ее разностороннего прочтения.*

*В данной работе ставится вопрос о роли типов восприятия информации при выявлении особенностей мест городской среды. Каждый тип восприятия раскрывается на примере изученных работ в виде критериев оценки среды, при комплексном использовании которых формируется разносторонняя информация на ментальной карте о местности.*

**Ключевые слова:** ментальная карта, типы восприятия, особенности места, средовой подход, образ города

Цель исследования: на основе изученных критериев выявления особенностей места прийти к комплексному принципу создания ментальной карты для её дальнейшего использования в проектировании.

В рамках методики исследования необходимо было решить следующие задачи: выявить базовое значение термина «ментальная карта», изучить традиционные принципы создания ментальных карт; дать определение термину «особенности места» и обосновать роль типов восприятия в выявлении особенностей места; изучить теоретический и практический опыт наблюдения и выявления особенностей мест городской среды; изученные критерии выявления особенностей места использовать в виде слоев по типам восприятия на месте проектирования, сделать вывод о проделанной работе.

Термин «ментальная карта» раскрывается в книге «Супермышление» Тони Бьюзена, как «...графическое выражение процесса радиантного мышления» [3]. Исследование по разработке

ментальных карт города впервые была проведена во второй половине XX века американским специалистом в области городского планирования Кевином Линчем.

В ходе поделанной работы был сделан вывод о том, что для применения изученных критериев оценки особенностей среды по типам восприятия необходимо развести ментальную карту по слоям: *визуальный, аудиальный, кинестетический, дискретный*. Визуальный слой включает в себя критерии по К. Линчу: путь, границы, район, узлы, ориентиры. Аудиальный слой учитывает следующие виды звуков: музыка, шум, тон/тишина. Кинестетический слой включает в себя физические и нефизические критерии: «духа места», чувства, запахи, вкусы. Дискретный слой позволяет определить, какие элементы имеющейся структуры являются изменяемыми (события), а какие – неизменяемыми (места).

Применив данный принцип создания ментальной карты по типам восприятия, можно сказать, что он дает больше представлений о месте проектирования. Такой способ может быть универсальным по отношению к любому участку исследования особенностей мест, критерии оценки которых смогут меняться или дополняться в зависимости от целей, которые поставит перед собой проектировщик.

### **Список литературы**

1. Александр К. Город – не дерево [Статья]// Сайт «studfiles.net». 27.03.2016 (<https://studfiles.net/preview/6274393/>). Просмотрово: 28.11.2017.
2. Анциферов Н.П. Душа Петербурга / Анциферов Н.П. – М.: РИПОЛ Классик, 2014. – 460 с.
3. Бьюзен Т. и Б. Супермышление / Пер. с англ. Е.А. Самсонов; Худ. обл. М.В. Драко. – 2-е изд. – Мн.: ООО «Попурри», 2013. – 304 с.
4. Веселкова Н. В. Ментальные карты города: вопросы методологии и практика использования // Социология: методология, методы, математическое моделирование. 2010. № 31. С. 5–29.
5. Линч К. Образ города / Пер. с англ. В.Л. Глазычева; сост. А.В. Иконников; под ред. А.В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1982. – 328 с.
6. Орлова В.В., Иванова Е.С. Ментальные образы города Томска (на примере студентов университета) // Вестник УДК 316.6 СПбГУ. Сер. 12. 2014. Вып. 1.
7. Руденко А.М. Психология для медицинских специальностей / А.М. Руденко, С.И. Самыгин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 634 с.
8. Словарь практического психолога / Сост. С.Ю. Головин. – Минск: Харвест, 1997. – 800с.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ПЕРИОД С 1960-Х ГГ. ПО НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

**В.А. Чернозипунникова, Т.С. Дудина**  
**Новосибирский государственный университет**  
**архитектуры, дизайна и искусств**  
**ngahafpkp@rambler.ru**

*В статье рассматриваются три последних этапа развития общественных пространств в России. Основываясь на накопившемся опыте, определены какие свойства общественных пространств следует сохранить, от каких возможно отказаться и какие новые требования предъявляются для создания современных общественных пространств.*

**Ключевые слова:** общественное пространство, соучаствующее проектирование, советская модель общественных пространств, городская среда

На сегодняшний день общественные пространства становятся одним из основных показателей наличия благоприятной среды в городе. Городская среда переходит на новый уровень развития. Теперь главным действующим лицом становится горожанин, именно он определяет, где ему жить и где проводить свой досуг. Вследствие этого появляется конкуренция городов, что в свою очередь повышает качество жизни в городе.

В исследовании выделяется три последних этапа становления общественных пространств.

1. Советский период 1960-70-х гг. характеризующийся наличием обширных пустующих пространств между жилой застройкой принадлежащих всем и в то же время никому.

2. В переходный период 1980-90-х гг. уже появилось понимание того, что необходимы изменения в подходе к проектированию, но еще не было достаточных оснований для полного пересмотра отношения к общественным пространствам.

3. В современный период развития общественных пространств (начало XXI века) проектирование направлено на взаимодействие с горожанином. Происходит смена приоритетов, делается акцент на создании условий для комфортной жизнедеятельности человека, ведь именно для этого и проводятся все мероприятия. Весь предыдущий накопленный теоретический опыт сейчас внедряется в практическую

деятельность. Теперь проектируется не само пространство, а задается сценарий, которому люди должны придерживаться. Общественное пространство понимается не как определенное место, а как образ социально насыщенной жизни в этом пространстве, т.е. его создают сами жители, наполняя множеством функций.

Таким образом, в процессе исследования, сравнивая эти три подхода, были выделены три группы основных критериев:

1) позиции, которые остаются актуальными и по сей день:

- безопасность
- доступность
- композиционная целостность
- озеленение
- комфорт

2) позиции, которые утратили свою жизнеспособность и неприемлемы для дальнейшего проектирования:

- отсутствие уличной мебели
- приоритет капитальных сооружений
- монотонность
- ограниченное количество функций
- пустые пространства

3) выявлены новые требования, которые будут соответствовать современному этапу развития общественных пространств:

- многофункциональность
- взаимодействие горожан
- учет мнения жителей при проектировании
- эстетическая привлекательность
- мобильность
- всепогодность
- трансформируемость

Проанализированные этапы дают представление об основных процессах происходящих с общественными пространствами в рассматриваемый период развития. Основываясь на сложившихся базовых принципах постепенно формируются новые, сначала в теоретических работах, а затем, устоявшись в сознании, начинают внедряться в практику, существенно повышая качество окружающей среды.

## ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК

П.К. Степанова, П.Г. Чирикова  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
lomovPO@mail.ru

*В данной работе рассмотрена проблема влияния деформации грунтов от подземных разработок на дневную поверхность. Выявлены деформации, нарушающие эксплуатационную пригодность зданий и сооружений. Рассмотрены два часто применяемых метода их расчета: экспериментально-аналитический и метод конечных элементов. От прогнозирования процесса сдвижения зависит своевременный и правильный выбор мер охраны.*

**Ключевые слова:** деформация, мульда сдвижения, прогнозирование

Развитие крупных городов напрямую зависит от расширения и усовершенствования их транспортной инфраструктуры. Важной частью такого развития является строительство новых станций и линий метрополитена. При их сооружении большое значение приобретает проблема выбора эффективного решения, минимизирующего воздействие подземного строительства на здания и сооружения. Чтобы принять данное решение при строительстве необходимо уметь прогнозировать сдвижение земной поверхности.

Основная цель выполнения прогноза – определить, какие деформаций нарушают эксплуатационную пригодность зданий и сооружений.

До проходки горных выработок напряженное состояние грунтов уравнивается силами прочности пород. При проходке подземной выработки происходит перераспределение напряжений, в следствие чего возникает взаимодействие грунтов с горной выработкой и ее крепью, проявляется горное давление. Сплошность слоев нарушается, они расслаиваются. С увеличением размеров выработанного пространства происходит расширение зоны деформаций горных пород, величина и скорость сдвижения возрастают. В некоторых случаях зона сдвижений достигает земной поверхности.

Участок земной поверхности, затронутый сдвижением горных разработок, называется мульдой сдвижения. Распределение сдвижений и деформаций земной поверхности в пределах мульды неравномерно, в следствие чего возникают вертикальные деформации,

характеризующиеся наклонами, кривизной и радиусом кривизны. Также возникает явление растяжения или сжатия, относящиеся к понятию горизонтальная деформация. Максимальные деформации, не оказывающие разрушительное воздействие на поверхностные сооружения, называются предельнобезопасными.

Для расчета деформаций используют два часто применяемых метода: экспериментально-аналитический и метод конечных элементов.

Если объектом исследования являются комплексы параллельных тоннелей или горных выработок целесообразно использовать аналитические методы расчета, основанные на теории упругости.

**Экспериментально-аналитический метод** прогноза осадки земной поверхности основан на теории, предложенной Пеком. Мульда оседания поверхности определяется по формуле.

Основными недостатками рассмотренного метода являются сложность определения величины параметра  $K$ , зависящего от типа грунта, а также отсутствие возможности учета других рядом расположенных тоннелей или сооружений.

При сложном пространственном расположении рассматриваемых объектов для расчета подземных конструкций используется метод конечных элементов, позволяющий учитывать взаимодействие обделок подземных сооружений с массивом пород.

#### **Метод конечных элементов**

Необходимо создать математическую модель, которая будет соответствовать рассчитываемой конструкции и состоять только из цифр.

Суть метода заключается в разбиении всей области на некоторое количество конечных элементов. Их форма будет зависеть от типа самой конструкции и характера деформации. Вся конструкция при дискретизации будет определяться алгебраической суммой отдельных конечных элементов. Каждая подобласть задается независимым от других законом. С помощью этих законов возможно выражение перемещений в пределах заданного конечного элемента.

Число узлов и число их возможных перемещений (степень свободы) для конечного элемента могут варьироваться. Степень свободы всей конструкции определяется суммированием числа перемещений всех известных ее узлов. Количество конечных элементов оказывает непосредственное влияние на точность расчета всей конструкции.

#### **Меры защиты**

Чтобы деформации были минимальными, используют различные меры защиты объектов. Эффективную защиту зданий от подземных разработок можно осуществить с помощью предохранительных целиков. Их построение для зданий и сооружений чаще всего выполняют способом вертикальных разрезов, строящихся на разрезах по простиранию и вкрест простирания залежи. Для обеспечения сохранности близлежащих зданий применяется шпунтовая стенка. Она представляет собой плотную стену из погруженных в грунт шпунтовых свай. Обычно в качестве шпунта используется согнутая внутрь металлическая пластина – z-образный шпунт, но нередко он бывает прямым и изготавливается из железобетона или дерева.

Для погашения горизонтальных напряжений используют податливые фундаменты. Делается шов, который отделяет подземную часть здания от фундамента. Он заполняется прокладочным материалом с небольшим коэффициентом трения.

В строительстве также применяют жесткие фундаменты. Железобетонная плита, разрезанная диагональными швами, укладывается на выровненную и уплотненную поверхность грунта. На плиту насыпается слой влажного песка толщиной до 5 см и укладывается еще одна, но сплошная плита, на которой возводится здание без применения конструктивных мероприятий.

### **Последствия**

Негативное влияние на деформации грунтов может быть также вызвано некачественным выполнением строительных работ и несоблюдением проектных параметров. Так, например, обвал Сочинского тоннеля №8 был спровоцирован нарушением устойчивости поверхностных грунтов и разрушения подпорной стены, что повлекло за собой проседание жилого дома на поверхности земли.

Следующий пример - авария анкерного крепления котлована при строительстве тоннеля в Южной Корее в июне 2007 г. Аварийная ситуация вызвана значительными непрогнозируемыми деформациями ограждений котлованов и их элементов.

### **Вывод**

В ходе проделанной работы были рассмотрены причины появления деформаций, основные методы их расчета. Метод конечных элементов является наиболее точным (зависит от количества разбиений) и быстрым по сравнению с классическим. Неверный выбор показателей и неточность их определения приводят к искаженным расчетам и недоучету взаимодействия конструкций с грунтовым массивом. В программе используются аналогичные формулы,

основанные на законе Кулона-Мора. От прогнозирования процесса сдвижения зависит своевременный и правильный выбор мер охраны.

### **Список литературы**

1. Бахурин И.М. Курс маркшейдерского дела. – М.: Высшая школа, 1962. – 494 с.
2. Борщ-Компониец В.И., Гудков В.М., Николаенко В.Г. и др. Маркшейдерское дело. – М.: Недра, 1979. – 501 с.
3. Кратч Г. Сдвижение горных пород и защита подрабатываемых сооружений / Пер. с нем. Под ред. Р.А. Муллера и И.А. Петухова. – М.: Недра, 1978. – 494 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОВЕДЕНИИ ОБМЕРОВ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИИ**

**А.А. Шапец, А.В. Радзюкевич**

**Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств**

Проблема научно-объективного документирования форм памятников архитектуры считается одной из самых сложных. Однако, в настоящее время, благодаря стремительному развитию новых технологий, появились инструменты кардинально изменяющие эту сферу деятельности. В промышленно развитых странах широкое применение получили новые методы фиксации форм памятников, основанные на использовании методов лазерного сканирования и фотограмметрии. Для их практического осуществления используются следующие технические средства:

- лазерные сканеры;
- цифровые зеркальные фотоаппараты;
- квадрокоптеры.

Для прототипирования в материале применяются следующие технические устройства:

- 3D-принтеры;
- станки с ЧПУ.

Для создания электронных документов, фиксирующих информацию о формах и размерах памятников, используются следующие программные средства:

- Agisoft Photoscan;



- Cloud Compare;
- ScanIMAGER.

На примере некоторых объектов Новосибирска нами был апробирован ряд приведенных технических средств. В частности:

- квадрокоптер (Храм Александра Невского; Водонапорная башня на улице Коммунарская).
- лазерный сканер (Храм Александра Невского, Спасо-Зашиверская церковь).
- зеркальный фотоаппарат (церковный колокол династии Гилевых; сузунская монета десять копеек (1776 г.); фасад дома по ул. Чаплыгина, 36; фасад дома на ул. Мичурина, 6; наличник из Музея истории архитектуры Сибири; фасад Торговых рядов).

Нами были освоены и использованы следующие программные продукты для фиксации форм объектов:

- Agisoft Photoscan: (наличник, колокол, монета, дом на ул. Чаплыгина, 36, храм Александра Невского).

Программные продукты для моделирования:

- AutoCAD (фрагменты наличника; фрагменты колокола; фрагменты фасадов).

Программные продукты для моделирования в материале:

- DeskProto, ArtCAM (фрагменты наличника, фрагменты фасадов, фрагменты колокола).

Технические средства для моделирования в материале:

- Станок с ЧПУ (фрагменты колокола; фрагменты наличника; фрагменты фасадов).
- 3D-принтер (фрагменты храма Александра Невского).

По всем перечисленным объектам с помощью программы Agisoft Photoscan мы попытались создать электронные документы фиксации форм и размеров. Полученный опыт дает возможность утверждать, что новые технические средства ускоряют работы по обмерам и значительно повышают их качество, полноту информации и объективность измерений.

## МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОРИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ УСАДЕБНОГО ТИПА НА ПРИМЕРЕ НОВОНИКОЛАЕВСКА (НОВОСИБИРСКА)

В.Е. Яковлева, А.В. Наволоцкая  
Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)  
sibvernissage@gmail.com

*В докладе представлена методика выявления локальных исторических комплексов усадебного типа и приведены первые результаты ее апробации в Новосибирске.*

**Ключевые слова:** локальные исторические комплексы, Новониколаевск, усадьба, историческая городская среда, памятники истории и культуры

При очевидной тенденции городов к выявлению и актуализации своей идентичности через средовую охрану городского наследия (130 квартал Иркутска, исторические кварталы Красноярска и Казани, «Первогород» Перми и т.д.) до сих пор слабо осмыслена методика выявления участков застройки, требующих средовой охраны. Её необходимость, как правило, строится на основе субъективного визуального опыта, и уже затем подтверждается результатами исследований. Такая модель выявления ориентирована на охрану участков городской среды только с очевидной (наглядной) историко-архитектурной ценностью.

Разработанный алгоритм выявления локальных исторических комплексов усадебного типа позволяет определить участки городской застройки, требующие средовой охраны, не основываясь на субъективном впечатлении от осмотра территорий. Методика сформирована в ходе практических исследований, объектом которых являлось дореволюционное частное строительство Новосибирска и состоит из пяти последовательных операций (Рисунок 1):

1) Определение территориальных границ исследования.

На современной карте города по историческим планам обозначается граница застройки города до революции (когда фактически прекратилось развитие культуры русской усадьбы) и деление на кварталы.

2) Обозначение предполагаемых мест расположения ЛИК [1].

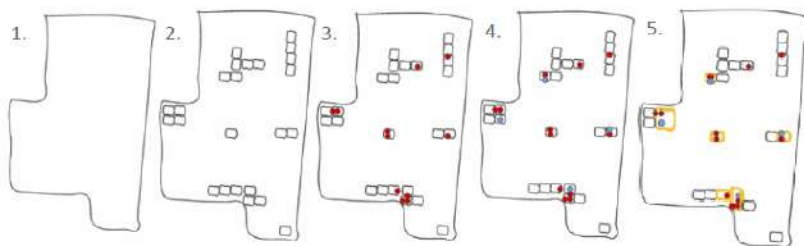
Отметить кварталы, в границах которых на текущий момент сохранились объекты малоэтажного строительства.

3) Обозначение в границах предполагаемых ЛИК объектов культурного наследия (далее – ОКН) согласно действующей редакции реестра ОКН.

4) Выявление в границах предполагаемых ЛИК объектов, обладающих признаками ОКН.

Информационная база данного шага методики: архивные управленческие фонды (административная документация, разрешающая частное строительство) и фонды страхования имущества.

5) Обозначение мест концентрации ОКН и объектов, обладающими признаками ОКН.



**Рисунок 1. - Методика выявления локальных исторических комплексов типа «усадьба»**

В результате апробации методики в Октябрьском районе Новосибирска были выявлены три объекта, обладающих признаками ОКН: одноэтажный каменный дом С.В. Санкина (Большевицкая, 27), полукаменный жилой дом П.И. Безсоновой (Инская, 7), одноэтажный жилой дом Е.С. Третьяковой (Инская, 19). С учетом существующих и выявленных ОКН территория улицы Инской в границах улиц Зырянская Восход, Большевицкая, Ипподромская является локальным историческим комплексом. Запущена работа по включению объектов, обладающих признаками ОКН в реестр, оценивается потенциал средовой охраны локального исторического комплекса. Данная методика выявления ЛИК может тиражироваться для других городов.

### **Список литературы**

1. Агеев С. А. Сохранение локальных исторических комплексов методами градостроительного регулирования. – М.: МАРХИ, 2005. – 168 с.

# СЕКЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД, ЭЛЕКТРОНИКА, МЕХАТРОНИКА

## ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЯ ПУТИ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ GOOGLE EARTH PRO

**А.Ю. Абакумов, М.С. Абакумова, М.Ю. Никулин**  
Новосибирский государственный технический  
университет, [nikulin@corp.nstu.ru](mailto:nikulin@corp.nstu.ru)

*Рассматривается метод построения плана и профиля пути, необходимого для определения показателей энергопотребления городского электрического транспорта, с помощью программы Google Earth Pro.*

**Ключевые слова** - план пути, профиль пути, уклон, энергопотребление, скоростной трамвай, трассировка.

В настоящее время существует несколько вариантов определения плана и профиля пути, основными из которых являются координатный и хордо-стреловый способ. Координатный способ основан на применении технологий GPS/ГЛОНАСС и электронном тахеометре.

Поскольку хордо-стреловый метод и координатный способ (тахеометр), требуют больших трудовых, финансовых и временных затрат, а также являются менее точными (таблица 1) [1], то был предложен метод измерения плана и профиля пути с помощью программы Google Earth Pro (основанный на GPS/ГЛОНАСС).

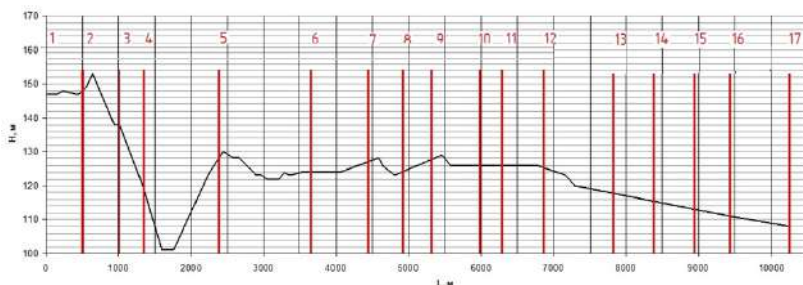
**Таблица 1** – Сравнение точности способов измерения

Сравниваемые характеристики	GPS/Глон асс	Электронный тахеометр	Хордо-стреловый
Точность координат/ кривизны	- / $\pm 7$ мм	- / $\pm 25$ мм	$\pm 35$ /– мм
Точность определения координат	$\pm 7$ мм	$\pm 25$ мм	7м/км

Программа Google Earth или Google Планета Земля — программа, с помощью которой можно просматривать трехмерную модель Земли (с учётом высот над уровнем моря).

Для того, чтобы получить полный профиль пути, а не отдельные координаты, необходимо воспользоваться функцией «показать профиль рельефа». В окне по вертикали отображается – рельеф, а по горизонтали – пройденное расстояние. Чтобы увидеть высоту разных точек и расстояние до них, необходимо провести курсор вдоль них.

На основе предлагаемого метода был построен профиль пути линии скоростного трамвая пл. Маркса – ЖМ «Просторный» г. Новосибирска (рисунок 1).



**Рисунок 1** - Профиль пути линии скоростного трамвая пл. Маркса – ЖМ «Просторный»:

1 – маг. Кристалл, 2 – ул. Покрышкина, 3 – ул. Вертковская, 4 – изд. Советская Сибирь, 5 – пл. Сибиряков-Гвардейцев, 6 – т.г. Левобережный, 7 – Индустриальная, 8 – пл. Кирова, 9 – Бульвар, 10 – Кировский ун-г, 11 – Весенняя, 12 – пос. Чемской, 13 – Тулинка, 14 – ЖК Матрёшкин двор, 15 – ЖК Акварельный, 16 – ул. Александра Чистякова, 17 – ЖМ Просторный

### Список литературы

1. Лагерев С.Ю., Филатов Е.В., Карпов И.Г. Совершенствование съемки плана пути // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы Второй межвузовской научно-практической конференции. Иркутск, 16–18 октября 2011 г. В 6 т. – Иркутск : ИрГУПС, 2011. – Т. 1. – С. 460–462.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА НА БАЗЕ НЕЧЕТКОГО РЕГУЛЯТОРА

А.А. Абрамская, Д.А. Котин  
Новосибирский Государственный Технический университет,  
[d.kotin@corp.nstu.ru](mailto:d.kotin@corp.nstu.ru)

*Исследования данной работы направлены на уменьшения эксплуатационных расходов метрополитена в результате автоматизации системы вентиляции. Проведен анализ существующей системы вентиляции Новосибирского метрополитена, а также предложена модернизация системы с помощью регулирования частоты вращения ВА при помощи нечеткого регулятора. Разработан принцип управления ВА, а также модель системы в пакете Matlab.*

**Ключевые слова:** вентиляционный агрегат (ВА), метрополитен, воздушный поток, автоматизированная система управления, датчики, воздушная среда, нечеткий регулятор

Метрополитен – основа транспортной системы большинства крупных городов, вид транспорта, обладающий наибольшей провозной способностью. Основная доля капитала уходит на электроэнергию, а следовательно, снижение ее потребления, является актуальной задачей.

Энергопотребители делятся на тяговые и не тяговые, не тяговые в свою очередь подразделяются на устройства управления, сигнализации и связи, вентиляции и освещения. Причем наибольшим потреблением характеризуется система вентиляции.

В настоящий момент в Новосибирском метрополитене система вентиляции является неавтоматической и имеет малый КПД. Основной целью данной работы является разработать систему управления ВА метрополитена, так, чтобы выполнялись следующие задачи:

-подача требуемого количества воздуха для обеспечения нормативного температурного режима на станциях в зимнее и летнее время, а также удаление вредных выделений в атмосферу (пыль, газ, бактериальная флора и т. д.).

-обеспечение состава воздуха, соответствующего санитарным нормам

-обеспечение комфортных аэродинамических условий для пассажиров и работников метрополитена, которые определяются

притоком свежего воздуха, его температурой и скоростью движения в местах скопления людей.

-локализация развития аварийных вентиляционных режимов (пожар) и оперативное удаление продуктов горения по безопасным для людей маршрутам.

Для достижения данной цели, будет разработана схема управления, включающая в себя, систему датчиков, для контроля параметров микроклимата воздушной среды (температуры, влажности, газодатчик, скорости воздуха, датчик дыма, счетчик числа людей на станции). В результате анализа ситуации в проветриваемом помещении по показаниям датчиков контроллер будет подавать сигнал управления на привод ВА (используется асинхронный привод) и визуализированная модель будет отображаться на экране диспетчера. В случае аварийной ситуации диспетчеру поступит световой и звуковой сигнал.

Регулирование скорости вращения приточного и вытяжного вентиляторов позволяет изменять интенсивность воздухообмена и, следовательно, концентрацию вредных примесей в воздушной среде помещения.

В данном случае построение системы управления на базе ПИД-регулятора является весьма затруднительным, так как объект имеет нелинейное математическое описание, а также требуется обрабатывать сразу несколько входных сигналов. Наилучшим способом представления поведения различных газов и примесей в воздухе является использование лингвистического описания. Это может быть сделано путем использования нечеткого моделирования соответствующего процесса.

В результате осуществляется значительная экономия электроэнергии и повышается безопасность.

### **Список литературы**

1. Зедгенизов Д.В. Новый подход к управлению проветриванием метрополитенов мелкого заложения // Горный информационно-аналитический бюллетень. Тематическое приложение "Безопасность". М. МГУ. – 2005. – С. 312 – 323.
2. Красюк, А.М. Тоннельная вентиляция метрополитенов–Новосибирск. : Наука, 2006. – 164 с.
3. Фомичев, В. И. Вентиляция тоннелей и подземных сооружений –Л. : Стройиздат. Ленингр. отделение, 1991. – 200с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗОННО-ФАЗОВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ МЕТОДОМ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА

И.К. Алексеева, А.В. Капустин, С.В. Мятеж  
Новосибирский государственный технический университет,  
[alekseeva1201@mail.ru](mailto:alekseeva1201@mail.ru)

*Рассматриваются положения метода структурного синтеза с целью поиска дальнейшего совершенствования схемных решений зонно-фазовых регуляторов.*

**Ключевые слова:** зонно-фазовый регулятор, структурный синтез, выпрямитель.

Почти все известные выпрямители были получены эвристическим путем в связи с тем, что метод структурного синтеза управляемых и неуправляемых регуляторов осложняется нелинейными вольт-амперными характеристиками силовых полупроводниковых приборов (СПП) и допускает огромное количество топологических структур (альтернативные варианты фиксированных взаимосвязей) этих СПП.

В работе ставится задача распространить известные положения метода структурного синтеза на управляемые зонно-фазовые регуляторы с высокими энергетическими показателями, такими как коэффициент мощности  $\chi$  и коэффициент полезного действия  $\eta$ , показав принцип поиска дальнейшего совершенствования схемных решений однофазных регуляторов.

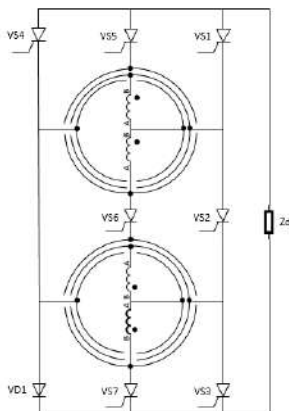
Методы структурного синтеза, такие как метод временных диаграмм, метод индексов линейных напряжений в данной работе рассматриваться не будут, так как специфика однофазных схем заключается в том, что все вектора дают только один базис и поэтому часть методов существенно упрощается. Метод вращающихся векторных диаграмм заключается в том, что результирующее выпрямленное напряжение рассматривается на топографической потенциальной плоскости как максимальная разность потенциалов. Система напряжений, развернутая по времени, представляется в виде векторной диаграммы.

В данном методе используются общепринятые допущения об идеальности элементов, из которых состоит регулятор. СПП будут рассматриваться как идеальный ключ, они переключаются мгновенно и не имеют потерь. Обмотки трансформатора не имеют сопротивлений и индуктивностей рассеяния и т.д.



При помощи агрегирования как самого распространенного подхода в методе структурного синтеза, а в дальнейшем и подхода слияния (поглощения) был получен мостовой зонно-фазовый регулятор. Данный регулятор обладает высоким значением коэффициента полезного действия, благодаря отсутствию большого количества СПП, включенных последовательно на пути протекания тока, но вместе с тем обладает низким коэффициентом мощности, так как в случае слияния зон происходит вложенность контуров коммутации.

Путем усовершенствования однофазного регулятора будет вывод СПП за пределы геометрических мест потенциалов вращающихся обмоток-векторов на топографической потенциальной плоскости, как показано на рисунке 1. Каждую обмотку-вектор разделим на 2 части для получения четырех зон регулирования, что является наиболее оптимальным соотношением.



**Рисунок 1** – Усовершенствованный однофазный регулятор

Таким образом, доказана целесообразность использования структурного синтеза для совершенствования схем зонных выпрямителей. Структурный синтез позволяет переходить к лучшим схемным решениям, используя логические выводы, быстрее и эффективнее, чем эвристическим методом.

### Список литературы

1. Структурный синтез многофазных вентильных преобразователей: монография / С.А. Евдокимов, Н.И. Щуров. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 423с

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КОТЕЛЬНЫХ

С.Н. Андрияшин, С.В. Мятеж  
Новосибирский государственный технический университет,  
myatezh@corp.nstu.ru

*Рассмотрены актуальные проблемы энергоэффективности котельных. Доказана актуальность и необходимость внедрения различных методов для повышения экономичности и экологичности котельных.*

**Ключевые слова:** котельная, котельные установки, экономичность, энергоэффективность, экология, автоматизация.

Главным показателем энергетической эффективности котельной является КПД, который учитывает потери топлива и теплоты при производстве и отпуске, а также затраты электроэнергии на привод механизмов. Достигнуть более высоких значений данного показателя возможно благодаря энергосберегающим мероприятиям.

Поддержанию оптимального коэффициента избытка воздуха. При сжигании топливных материалов важно правильно регулировать поступление воздуха в камеру сгорания. Если воздуха будет поступать мало, то количество кислорода для полного сгорания топлива будет недостаточно. Для того чтобы обеспечить процесс полного сгорания топлива требуется подводить достаточное количество воздуха, при этом избыток воздуха в камере сгорания также недопустим. В таком случае большое количество тепла расходуется на нагрев воздуха, не участвующего в химическом процессе горения из-за недостаточного перемешивания с топливом.

Определяющими факторами при выборе оптимального значения коэффициента избытка воздуха являются минимальные суммарные потери с уходящими газами и химическим и механическим недожогом.

С точки зрения экологии. Обогащение состава топливно-воздушной смеси приводит к увеличению содержания СО и НС в дымовых газах, увеличению расходов топлива и неэффективной работе камеры сгорания, а обеднение – увеличению содержания NO<sub>x</sub>.

Использование конденсационных теплообменников. Потери теплоты с уходящими газами значительны и могут достигать 25%. При номинальной нагрузке паровых котлов Т уходящих газов за экономайзером при работе на газе составляет 140-160 °С. У водогрейных 140-190 °С. В связи с этим все большее

распространение получают конденсационные теплоутилизаторы, позволяющие охлаждать уходящие дымовые газы ниже точки росы и дополнительно полезно использовать скрытую теплоту конденсации содержащихся в продуктах сгорания водяных паров.

Данное решение является достаточно эффективным в котельных установках. Оно не только позволяет сократить расход газа, но также имеет экологическое значение. За счёт охлаждения выходящих газов уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды.

Автоматизированное погодозависимое регулирование. Такая система управляет выработкой и отпуском тепловой энергии. В состав системы регулирования входят датчик контроля наружной температуры и контроллер. В контроллере устанавливается температурная кривая, отражающая зависимость изменения температуры наружного воздуха и температуры теплоносителя. По выстроенной кривой автоматически определяются условия для создания теплового комфорта в помещениях.

Помимо обеспечения теплового комфорта в отапливаемых объектах, котельные, использующие погодозависимые системы регулирования, экономят до 15% топлива в сравнении с котельными, где данное решение не применяется.

Снижение расхода электроэнергии на 25-30% обеспечивает использование частотных приводов и устройств плавного пуска. Преобразователь частоты вентиляторов и дымососов полностью устраняет токовые перегрузки двигателя, а также исключает проскальзывание ремней. Устройство плавного пуска является регулятором напряжения, который обеспечивает плавный пуск и остановку двигателей, что значительно снижает пусковые токи и ограничивает провалы напряжения в сети. Помимо сохранения электрической энергии данное решение актуально за счёт продления срока эксплуатации двигателя на 15%.

Перечисленные мероприятия не только решают столь актуальную в наши дни проблему энергоэффективности. Их применение также ведёт к экономии затрат на обслуживание котельных установок, продлению срока эксплуатации оборудования и снижению вредоносного воздействия на экологию окружающей среды.

### **Список литературы**

1. Соколов Б. А., Котельные установки и их эксплуатация: учебник для нач. проф. образования. – М.: «Академия», 2008. – 432 с.
2. Брюханов О. Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 392 с.

## СИНХРОННЫЙ РЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ РУДНИЧНОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Д.Ю. Бабицкий, Д.М. Топорков  
Новосибирский Государственный Технический Университет,  
toporkov@corp.nstu.ru

*Аннотация. В данной работе рассмотрена возможность повышения надежности тягового привода рудничного электровоза. Изучена целесообразность замены ДПТ на СРД. Показаны преимущества СРД. Описана конструкция разрабатываемого двигателя. Представлены характеристики разработанного двигателя.*

**Ключевые слова:** синхронный двигатель, синхронный реактивный двигатель, электровоз, без постоянных магнитов.

В настоящее время для доставки добытых полезных ископаемых шахтным методом используются специализированные шахтные электровозы. Основу парка электровозов составляют поезда с электроприводами, в которых тяговым двигателем является двигатель постоянного тока (ДПТ). Это примерно 75% от общего их количества [1].

В свою очередь в ДПТ имеется щеточно-коллекторный узел, являющийся основным источником недостатков этого типа двигателей. Среди них: необходимость своевременного профилактического обслуживания коллекторно-щеточного узла, ограниченный срок службы из-за износа коллектора. Описанные выше недостатки способствуют снижению надежности ДПТ, а также необходимости дополнительных экономических затрат для поддержания его работоспособности.

Целью является повышение надежности тягового электропривода электровоза. Для достижения этой цели нужно решить задачу по замене ДПТ мощностью 7,5кВт на более надежный.

В качестве решения данной задачи предлагается использование синхронного реактивного двигателя (СРД). Среди его достоинств стоит отметить: отсутствие обмотки и постоянных магнитов на роторе, низкий момент инерции, простота конструкции, простая схема регулирования [2].

Поскольку необходимо заменить ДПТ в действующем электроприводе, то разрабатываемый двигатель должен иметь похожие габаритные размеры.

Также стоит отметить, что конструкция статора СРД идентична статорам традиционных асинхронных и синхронных машин. Поэтому для удешевления конструкции будем использовать статор серийно выпускаемого асинхронного двигателя (АД) серии 4А.

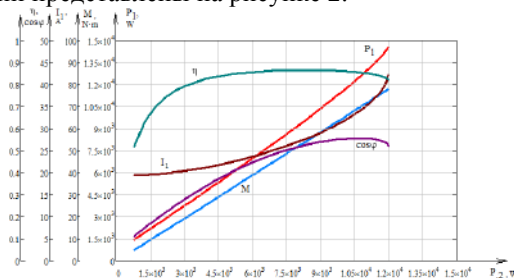
Ниже представлено несколько вариантов конструкции реактивного ротора (рисунок 1): с шихтовкой магнитопрода вдоль (а) и поперек оси вала (б).



**Рисунок 1** – Варианты конструкции реактивного ротора

Из-за более простой конструкции и меньшей стоимости изготовления была выбрана конструкция с шихтовкой поперек оси вала.

Далее были рассчитаны рабочие характеристики разработанного двигателя. Они представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2** – Рабочие характеристики

Стоит отметить, что из-за отсутствия обмотки ротора нет выделения тепла со стороны ротора. Это позволяет увеличить мощность и момент двигателя посредством увеличения линейной нагрузки статора без увеличения общего уровня потерь в сравнении с АД. АД, статор которого взят за основу имеет мощность 11 кВт. СРД на базе этого статора с уровнем потерь как у АД развивает мощность 9,9 кВт.

### Список литературы

1. Иньков Ю.М. Развитие тяговых электроприводов электропоездов постоянного тока. / Ю.М. Иньков, В.П. Феоктистов, Н.Г. Шабалин // Мир транспорта. – 2014. – №2. – С. 62-69.
2. Hanguang W. An investigation of the synchronous reluctance motors / Qiuhua L. and Linjuan Y. // Proc. of ICMES' -2001.

## РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОЛЛЕЙБУСА С АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ПРИВОДОМ

**К.С. Базарова, Е.А. Спиридонов**  
Новосибирский государственный технический университет,  
[spiridonov@corp.nstu.ru](mailto:spiridonov@corp.nstu.ru)

*Представлены результаты разработки и исследования имитационной модели троллейбуса, оборудованного асинхронным тяговым приводом в среде MatLABSimulink.*

**Ключевые слова:** асинхронный тяговый привод, троллейбус, имитационная модель, расход энергии.

Современный подвижной состав городского электрического транспорта (троллейбуса, трамвая) в большой своей части комплектуется асинхронными тяговыми электродвигателями. Подобная тенденция обусловлена несколькими факторами. Во-первых, благодаря отсутствию щеточно-коллекторного узла эти двигатели более надежны и просты в эксплуатации. Во-вторых, активное развитие силовой полупроводниковой техники позволило решить главную задачу - построение эффективных инверторов, что обеспечило возможность использование этих двигателей в тяговых сетях постоянного тока. Объектом исследования является асинхронный тяговый электропривод (АТЭП) троллейбуса. Однако, в доступной учебной и научной литературе не представлено инженерных методик оценки расходов энергии на движения подобного электрического транспорта. В качестве решения данной проблемы предлагается использование имитационного моделирования.

Методология проведения тягового-энергетических расчетов для подвижного состава с двигателем постоянного тока широко известна и описана, в частности, в работах [1, 2]. Оценка расхода энергии на движение транспортного средства проводится по кривым потребляемого поездом тока, которые строятся на основе кривых движения транспортного средства  $V(L)$  и  $V(t)$ . Однако методики перехода к кривым потребляемого тока для транспорта с АТЭП в литературе не представлено.

Целью работы является количественная оценка энергетической эффективности АТЭП. Для достижения поставленной цели создана имитационная модель, позволяющая фиксировать расход

электрической энергии из тяговой сети при заданных режимах движения электротранспортного средства. Оценка энергетической эффективности проводится путем сравнения расхода энергии на совершение одинаковой транспортной работы подвижным составом с АТЭП и с тяговым двигателем постоянного тока.

Имитационная модель для исследования энергетической эффективности электротранспорта с АТЭП строится по модульному принципу и состоит из следующих основных модулей: тяговая подстанция, сопротивление контактной сети, входной Г-образный LC-фильтр и модель АТЭП. Также имеется блок задания желаемой кривой движения  $V(t)$  и блок расчёта момента сопротивления. Имитационная модель АТЭП строится на основе имеющихся в MatLABвстроенных библиотек, реализующих функции векторного управления асинхронной машиной. Для обеспечения корректной работы модели необходимо провести пересчет механических параметров подвижного состава к валу двигателя. Для расчета момента сопротивления используется выражения для определения основного удельного сопротивления движению и параметров механической части подвижного состава. Также необходимо привести массу электроподвижного состава к валу двигателя, определяя момент инерции исходя из равенства кинетических энергий поступательного движения троллейбуса и вращательного движения вала двигателя.

В результате построена зависимость скорости троллейбуса от времени и задания скорости, полученного в ходе тягово-энергетического расчета для идентичного троллейбуса с тяговым двигателем постоянного тока. Также в ходе моделирования определены энергетические потоки в тяговом приводе. Общее энергопотребление на перегоне составило 4,2 МДж, что на 10% больше аналогичного показателя для троллейбуса с двигателем постоянного тока и импульсной системой управления.

Дальнейшее направление исследований будет связано с модернизацией алгоритмов управления и самой модели с целью уменьшения энергопотребления в режиме выбега троллейбуса.

### **Список литературы**

1. Розенфельд, В.Е. Теория электрической тяги: учебник для вузов ж.-д. трансп // В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.И. Сидоров.-М.: Транспорт, 1983-328 с.
2. Щуров Н.И. Теория электрической тяги: учеб. пособие / Н.И. Щуров. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 100 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТКРЫТИЯ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ЗУБЦОВЫЕ ПУЛЬСАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МОМЕНТА.

Р.Р. Бакиев, А.Ф. Шевченко

Новосибирский государственный технический университет,  
[a.shevchenko@corp.nstu.ru](mailto:a.shevchenko@corp.nstu.ru)

*Аннотация:* В статье приведены результаты исследования зубцовых пульсаций момента в синхронных машинах с постоянными магнитами и дробной зубцовой обмоткой. Результаты приведены на графике зависимости зубцовых пульсаций момента от отношения ширины открытия магнита к полюсному делению.

**Ключевые слова:** синхронный двигатель с постоянными магнитами, пульсации момента, оптимизация ротора.

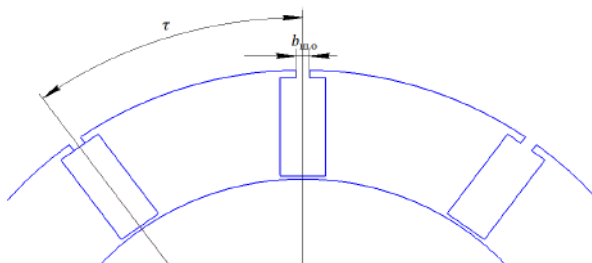
Применение синхронных машин с возбуждением от постоянных магнитов (СДПМ) началось не так давно. Основной причиной стремительного внедрения таких машин в различные области является появление высококоэрцитивных редкоземельных магнитов.

Сравнивая СДПМ с асинхронными двигателями, можно выделить следующие плюсы синхронных электродвигателей с постоянными магнитами:

- Повышенный КПД за счет снижения общего уровня потерь в машине, что объясняется отсутствием обмоток и токов в роторе, а также меньшей массой активных материалов (меди и стали).
- Повышенный момент в том же габарите за счет увеличения полюсности машины, которая позволяет уменьшить высоту ярма и за счет этого увеличить диаметр расточки статора.

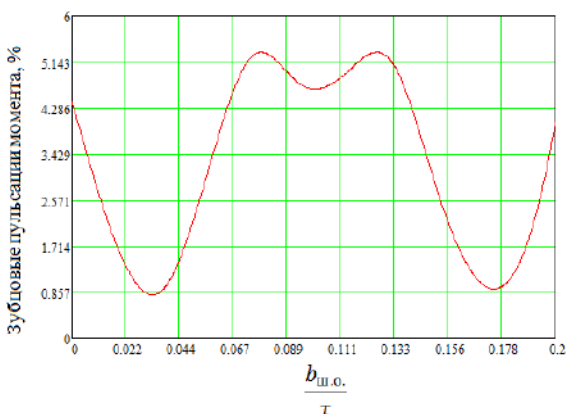
В данной работе исследуется влияние зубцовой зоны на пульсации электромагнитного момента. Влияние зубцовой зоны статора уже было исследовано в литературе, а зубцовая зона ротора исследована не полностью. За основу модели взят ротор с тангенциальной намагниченностью постоянных магнитов. В данном роторе было исследовано влияние открытия магнита на пульсации электромагнитного момента: от полностью открытого до полностью закрытого магнита (рисунок 1).





**Рисунок 1** – Магнитная система ротора

После просчета различных вариантов и их аппроксимации, был получен график зависимости зубцовых пульсаций момента от отношения ширины открытия магнита к полюсному делению. На рисунке 2 показана данная зависимость.



**Рисунок 2** – Зависимость зубцовых пульсаций момента от отношения ширины открытия магнита к полюсному делению

### Список литературы

- 1 Шевченко А.Ф. Многополюсные синхронные машины с дробными зубцовыми обмотками с возбуждением от постоянных магнитов – Электротехника, №9, 2007 г., с 3-9.
2. Приступ А.Г., Топорков Д.М. Исследование способов уменьшения пульсаций момента в магнитоэлектрических синхронных машинах с дробными зубцовыми обмотками. – Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. - № 6. – С. 14-18.

# РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЕМПФЕРНОЙ ОБМОТКИ СИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ НЕФТЯНОГО ПОГРУЖНОГО НАСОСА

Н.А. Баншиков, Д.М. Топорков

Новосибирский государственный технический университет

*Аннотация:* В данной статье рассмотрена новая модернизированная конструкция демпферной обмотки для синхронного электродвигателя погружного нефтяного насоса с постоянными магнитами. Представлены результаты моделирования, которое проводилось при использовании программного продукта Matlab и его приложения симулинк.

**Ключевые слова:** погружной электродвигатель, демпферная обмотка, частотный пуск.

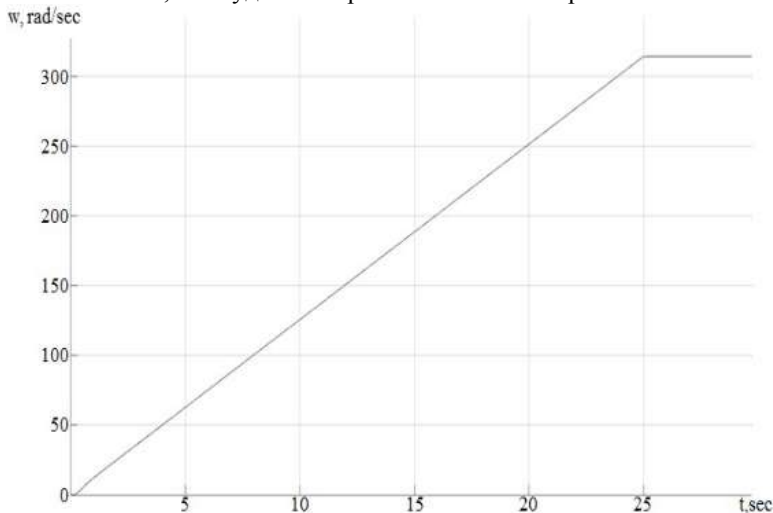
В настоящее время самым распространенным способом пуска синхронного погружного электродвигателя является пуск электродвигателя при помощи станции, построенной по типу векторного бездатчикового управления [1]. Для уменьшения затрат на станции управления предложено изменить конструкцию ротора и добавить демпферную обмотку, чтобы появилась возможность пускать насосы от станции, построенной на принципах скалярного частотного управления. Такие станции на порядок дешевле станции используемых для пуска в настоящее время.

В работе [2] предложен вариант конструкции ротора с демпферной обмоткой в виде тонкостенного медного цилиндра, однако такой вариант демпферной обмотки оказался технологически сложным в исполнении и экономически невыгодным, (большие затраты на оборудование необходимых для посадки цилиндра на магниты) поэтому в данной работе предложен другой вариант ротора с демпферной обмоткой, который более прост в изготовлении и обладает меньшими экономическими затратами. Тонкостенный медный цилиндр был заменён на медные стержни, располагаемые между постоянными магнитами, с торцов стержни соединены короткозамыкающими медными кольцами. Стержни и магниты фиксируются к сердечнику ротора с помощью бандаж из пластмассы.

Посчитаны активное и индуктивное сопротивление предложенной конструкции демпферной обмотки. С помощью программного пакета Matlab и его приложения Simulink была составлена модель для

получения переходных процессов при пуске электродвигателя. Модель была составлена аналогично модели в работе [2].

На Рисунке 1 показан график изменения угловой частоты вращения от времени  $\omega(t)$ . Из полученных результатов моделирования видно, что пуск электродвигателя удовлетворяет условиям, поставленным в работе [2]. Из этого можно сделать вывод, что предложенный вариант конструкции демпферной обмотки не только выполним технологически, но и удовлетворяет техническим требованиям.



**Рисунок 1** - Угловая скорость вращения электродвигателя с демпферной обмоткой при плавном пуске под нагрузкой

### Список литературы

1. Коршак А. А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. – 3-е изд., испр. и доп. / А.А. Коршак, А.М. Шаммазов. – Уфа.: ООО ДизайнПолиграфСервис, 2005. – 528 с.:ил.
2. Банщикова Н.А., Бабицкий Д.Ю. Синхронный погружной двигатель нефтяного насоса с демпферной обмоткой с возбуждением от постоянных магнитов // Интеллектуальный потенциал Сибири, межвузовская научная студенческая конференция: сборник научных трудов в 23 ч. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. - Ч. 20. -С. 10-14.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ МОЩНОСТИ ПЕРВИЧНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОЕМКОСТИ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ

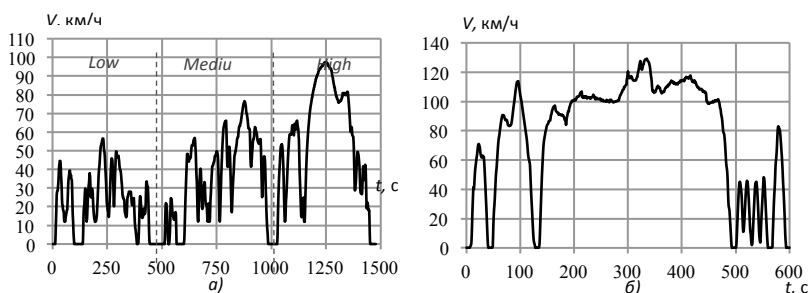
А.О. Бороненко, С.И. Дедов, А.А. Штанг  
Новосибирский государственный технический университет,  
shtang@corp.nstu.ru

*В работе определена энергоемкость накопителя энергии для транспортного средства с гибридной силовой установкой в зависимости от мощности первичного источника энергии. Расчет проведен на основе международных ездовых циклов для оценки экологических характеристик автомобилей.*

**Ключевые слова:** гибридная силовая установка, гибридное транспортное средство, накопитель энергии, первичный источник энергии, ездовой цикл.

Поэтому транспортные средства с гибридной силовой установкой (ГСУ) являются лучшей переходной технологией и получают распространение в настоящее время.

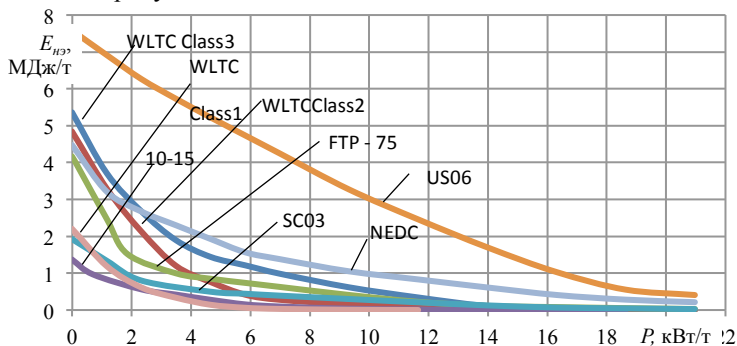
При проектировании гибридного транспортного средства (ГТС) возникает задача определения рационального соотношения мощности первичного источника энергии (ПИЭ) и энергоемкости накопителя энергии (НЭ). Для выбора рациональных параметров ГСУ транспортных средств, за расчетные режимы движения принимаются международные ездовые циклы.



**Рисунок 1** – Ездовые циклы: а) WLTCclass3; б) US06

При проведении расчета зависимости необходимой энергоемкости НЭ от мощности ПИЭ рассматривались восемь ездовых циклов (WLTCclass1,2,3; FTP-75; US06; NEDC; SC03; 10-15), различающихся ускорением или замедлением, а также значением

средней скорости, временем остановок и временем всего цикла. Имея зависимость скорости движения ТС от времени  $V(t)$ , находится зависимость мощности от времени  $P_{ТП}(t)$ , потребляемой либо возвращаемой тяговым приводом в режимах тяги и торможения. Далее считается генерируемая или расходуемая в процессе движения энергия, путем интегрирования разности значения мощности тягового привода  $P_{ТП}(t)$  и значения мощности первичного источника энергии  $P_{ПИЭ}(t)$ . В итоге, определяется зависимость необходимой энергоемкости НЭ  $E_{НЭ}(t)$  в каждый момент времени. Результат расчета приведен на рисунке 2.



**Рисунок 2** – Зависимости необходимой для заданного режима движения удельной энергоемкости НЭ от удельной мощности ПИЭ

По полученным результатам можно сделать вывод о том, что определяющим фактором при выборе соотношения мощности ПИЭ и энергоемкости НЭ, являются скоростной и динамический режимы движения ТС. При движении в высоком скоростном диапазоне, уменьшение мощности ПИЭ приводит к резкому росту энергоемкости НЭ. Поэтому для загородного цикла движения (цикл WLTC фаза High и цикл US06, приведенные на рисунке 1) рационально применять параллельную схему ГСУ. При движении в городском цикле (WLTC фаза Low и Medium) целесообразно использовать последовательную схему ГСУ, так как при оптимальном выборе энергоемкости НЭ возможно уменьшение мощности ПИЭ в 2-3 раз.

### Список литературы

1. Штанг А. А., Ярославцев М. В. Определение основных характеристик комбинированной энергетической установки для городского безрельсового транспорта // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. - 2016. - № 4 (33). - С. 111-120.

# СИНТЕЗ ВЕКТОРОНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОГО ДУГОСТАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

Д.А. Вальтер, Г.М. Симаков  
Новосибирский государственный технический университет,  
г.Новосибирск, [simakov@corp.nstu.ru](mailto:simakov@corp.nstu.ru)

*В данной работе представлено моделирование векторного управления асинхронного дугостаторного двигателя.*

**Ключевые слова:** векторное управление, дугостаторный двигатель, модальный метод.

Объектом исследования является радиолокационный комплекс. На сегодняшний день многие из радиолокационных станций и комплексов не приспособлены вести радиолокационный контроль в сложных метеорологических условиях. Системы управления вращением радиолокационных антенн не могут восстанавливать темп обзора при ветровых нагрузках, а при штормовом ветре (свыше 30 м/с) станции отключаются, что приводит к неточности получаемой радиолокационной информации, а иногда и вовсе к её отсутствию, что представляет собой угрозу безопасности пассажиров воздушных судов. Оборудование радиолокационных комплексов и станций устарело, т.к. многие из них были разработаны ещё в 1970-х гг. и не удовлетворяют современным требованиям к помехозащищенности.

Для улучшения системы управления вращением поворотной платформы радиолокационного комплекса используется безредукторный дугостаторный асинхронный двигатель, позволяющий получить малую скорость вращения.

В докладе рассматривается структурный синтез системы векторного управления асинхронным электроприводом. Принцип векторного управления позволяет рассматривать асинхронный двигатель как двухканальный объект в координатной системе, ориентированной по вектору потокосцеплений ротора. И асинхронный двигатель независимо воздействовать на продольную и поперечную составляющие вектора токов статора для управления магнитным состоянием машины и электромагнитным моментом.

Алгоритмы векторного управления скоростью асинхронного электропривода базируются на принципах подчиненного регулирования и разделения движения, позволяющие представить систему управления в качестве многоконтурной, где внутренними

контурами будут являться контуры регулирования тока статора электропривода по продольной и поперечной осям, внешними контурами - контуры регулирования потокосцепления и скорости ротора асинхронного двигателя.

Синтез регуляторов произведен модальным методом за исключение регулятора скорости, которые синтезирован по методике системы подчиненного регулирования.

Проведено исследование динамики процессов асинхронного дугостаторного двигателя.

Моделирование произведено в программе MATLABSimulink. Система имеет четыре ПИ - регулятора, регуляторы тока и регулятор потокосцепления настроены на модульный оптимум, для получения ПИ - регулятора скорости была использована настройка на симметричный оптимум. Регуляторы представлены во вращающейся системе координат  $dq$ . Влияние ЭДС в контурах токов скомпенсировано. Асинхронный двигатель представлен в неподвижной системе координат  $\alpha$  и  $\beta$ .

### **Список литературы**

1. Рудаков В.В. и др., Асинхронные электроприводы с векторным управлением/ В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Даргау. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние, 1987. – 136 с.: ил.
2. Симаков Г. М., Автоматизированный электропривод в современных технологиях: учеб. пособие / Г.М. Симаков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – 103 с
3. Фридкин П.А., Безредукторный дугостаторный электропривод/ П.А. Фридкин – Л.: Энергия. Ленингр. Отд-ние, 1970. – 138 с.

## ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ УЗЛОВАЯ СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

А.А. Водолазских, Е.С. Кучер  
Новосибирский Государственный Технический Университет  
kucher@corp.nstu.ru

*В данной работе рассмотрены проблемы современных систем мониторинга параметров технологического процесса промышленных предприятий, предложены решения, позволяющие реорганизовать систему мониторинга для увеличения эффективности и снижения её стоимости.*

**Ключевые слова:** Автоматизация, мониторинг, децентрализация, контрольно-измерительные приборы, датчики.

Технологический процесс промышленного предприятия [1] – это упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий, выполняющихся с момента возникновения исходных данных до получения требуемого результата. Увеличение сложности технологического процесса сопровождается ростом числа необходимых точек контроля технологических параметров. Соответственно, возрастает число и суммарная стоимость контрольно-измерительных приборов, и, соответственно, количество и суммарная стоимость электрического кабеля, необходимого для передачи величины параметра в промышленный контроллер.

Обобщенно измерительный прибор можно представить, как последовательность первичного, промежуточного и вторичного измерительных устройств. Под первичным измерительным устройством [2] понимают средство измерений, к которому подведена измеряемая величина. Промежуточным измерительным устройством называют средство измерений, к которому подведен выходной сигнал первичного преобразователя. То есть, устройство, непосредственно измеряющее уровень, давление, расход или другие параметры вещества в единицах СИ или относительных единицах. Таким образом, встаёт вопрос о необходимости преобразования такой величины в сигнал, принимаемый автоматикой производства. Для решения данной задачи применяется вторичное устройство.

Вторичное устройство – устройство, преобразующее измеренную величину в электрический сигнал, например, 4-20 мА, который, в свою очередь, передаётся в промышленный логический контроллер.



Вторичные преобразователи могут выполнять и дополнительные функции, кроме непосредственного преобразования сигнала в электрический: дополнительная обработка сигнала, сглаживание помех, округление величины и другие математические операции и т.д.

Следовательно, вторичные преобразователи современных датчиков предъявляют высокий уровень автоматизации, высокий уровень требований к вычислительной мощности. Стоимость вторичного преобразователя часто составляет от 30 до 60 процентов от стоимости всего контрольно-измерительного прибора, т.е. можно сделать вывод, что экономически выгодным решением для промышленного предприятия будет сокращение числа вторичных приборов.

В данной работе предложен следующий вариант решения данного вопроса. Необходимо разделить технологический процесс на узлы, относящиеся к одному этапу технологии. Количество таких узлов необходимо организовать достаточное для удобного мониторинга данных, необходимых операторам технологического участка. Далее, свести данные, измеряемые первичными преобразователями нескольких контрольно-измерительные приборы в одном технологическом узле в единственный для каждого узла вторичный преобразователь. К примеру, технологический процесс охлаждения какого-либо химического вещества требует установки в один трубопровод датчика расхода, рН-метра, датчика мутности, датчика давления. Выделяем данный участок в технологический узел и организуем выносной вторичный измерительный прибор на металлическую конструкцию, удобную для оператора линии, находящуюся вблизи данного трубопровода. Далее, организуем передачу данных от всех приборов в промышленный контроллер с помощью единственного электрического кабеля.

Таким образом, даже на примере единственного участка технологии очевидна экономия в виде трёх приборов, трёх электрических кабелей и ряда металлических конструкций. А с ростом сложности технологии и количества контролируемых параметров, возрастает и экономическая выгодность данного решения.

### **Список литературы**

1. Александров И. Ю., Проектирование технических систем для производства биогаза в животноводстве. Учебное пособие – М.: Лань, 2017. – 384 с.
2. Учебный ресурс. Теплотехнические измерения, 2015. URL: <http://studbooks.net/> (дата обращения: 05.04.2018)

## ДВИГАТЕЛЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Н.С. Гецинер, О.И. Новокрещенов  
Новосибирский государственный технический университет,  
[getsiner96@mail.ru](mailto:getsiner96@mail.ru)

*В данной статье приведены: описание существующих усилителей рулевого управления, преимущества электромеханического усилителя рулевого управления, его конструктивные особенности. Сравнение синхронного двигателя с постоянными магнитами с асинхронным в системе рулевого управления.*

**Ключевые слова:** двигатель, усилитель руля, типы усилителей, синхронный двигатель с постоянными магнитами, асинхронный двигатель.

Применение усилителей на современных легковых автомобилях обеспечивает значительное снижение усилия на руле автомобиля при низких скоростях движения, сменах типа дорожного покрытия и парковке. Усилитель создает противодействующий момент, нагружая рулевое колесо, при высоких скоростях движения, обеспечивая таким образом безопасность движения, так как на высоких скоростях рулевое управление становится слишком чувствительным к поворотам руля. Повышается комфортность управления автомобилем.

Сейчас каждый автомобиль, сходящий с конвейера, оснащен усилителем руля, что в свою очередь значительно облегчает процесс управления. Чаще всего на автомобилях устанавливают гидроусилители и электроусилители рулевого управления. Споры о том, какой усилитель является лучше, а какой хуже ведутся давно. У каждого типа усилителей есть свои преимущества и недостатки. Цены на топливо вряд ли понизятся в обозримом будущем, поэтому гидроусилитель, который увеличивает расход топлива на 2% по сравнению с электроусилителем, и к тому же съедает порядка 10 лошадиных сил мощности двигателя автомобиля, совсем скоро уйдет в прошлое. Все это говорит об актуальности данного направления и работы в целом.

Одним из основных элементов электромеханического усилителя рулевого управления является электродвигатель, осуществляющий помощь водителю в управлении автомобилем, а именно уменьшением прикладываемой силы на руль, что в свою очередь значительно повышает комфорт и управляемость автомобиля.

Предметом исследования является электродвигатель электромеханического усилителя рулевого управления с шариковинтовой передачей. С помощью гайки на шариках вращение электродвигателя преобразуется в поступательное движение и передается на зубчатую рейку рулевого управления. Вращательное движение от электродвигателя, ось которого параллельна зубчатой рейке, через зубчатый ремень передается на гайку на шариках. Основным узлом рулевого привода является гайка на шариках, прочно закрепленная в корпусе и навинченная на рулевую рейку с винтовой резьбой. Основной конструктивной особенностью такого привода является наличие в гайке возвратных каналов для шариков.

Электродвигатель усилителя рулевого управления установлен в корпусе рулевого механизма, и его вал расположен параллельно рулевой рейке. Поддерживающее усилие для рулевого механизма передается от электродвигателя на гайку посредством зубчатого ремня. Максимальный компенсирующий момент (при скорости вращения вала 360 °/сек.) – 4Нм.

Синхронный двигатель обладает высоким КПД, поскольку отсутствует необходимость расходовать энергию на ток возбуждения, как у асинхронного двигателя. Благодаря этому снижается потребление электроэнергии по сравнению с другими системами рулевого управления.

#### **Список литературы:**

1. Гецинер Н. С. Электроусилитель рулевого управления с червячным редуктором / Н. С. Гецинер, А. А. Шандыбина, А. Е. Кожевников ; науч. рук. О. И. Новокрещенов // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 10 ч., Новосибирск, 4–8 дек. 2017 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. – Ч. 5. – С. 75-77. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-3418-5, ISBN 978-5-7782-3423-9 (ч. 5).

2. Преимущества электроусилителя рулевого управления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avtonov.svoi.info/epst.php>

3. Руднев А.В., Некрасов С.Б. Усилители рулевого механизма. М.: Машиностроение, 1995 г., 423 с.

# АВТОМАТИЗАЦИЯ КАТКОВОГО СТЕНДА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРОЛЛЕЙБУСА

Н.С. Грибоедов, М.В. Ярославцев  
Новосибирский государственный технический университет,  
yaroslavcev@corp.nstu.ru

*Данный доклад посвящен модернизации, усовершенствованию технической диагностики троллейбуса путем автоматизации некоторых процессов, которые позволят улучшить безопасность и надежность, а также снизить затраты.*

**Ключевые слова:** диагностика, троллейбус, стенд, автоматизация.

Эксплуатация разнообразных транспортных средств (ТС), как правило, сопровождается значительными средствами на поддержание их работоспособности в течение всего срока эксплуатации.

Поддержка работоспособности ТС обеспечивается осуществлением планово-предупредительных работ по техническому обслуживанию (ТО), ремонту и т.д.

Для увеличения эффективности эксплуатации ТС разработаны методы и средства диагностирования, которые применяют при проведении ТО и ремонтов, так и в качестве самостоятельного технологического процесса.

Диагностика позволяет улучшить большое количество моментов, таких как, повышение коэффициента готовности и вероятность безотказной работы ТС, снижение трудоемкости и стоимости эксплуатации, в общем, повышение надежности и безопасности со снижением затрат. В процессе диагностирования осуществляется сбор информации о техническом состоянии ТС.

В работе рассматривается метод диагностирования на катковом стенде. Катковый стенд является физической моделью дороги. На стенде воспроизводятся условия движения, близкие к эксплуатационным.

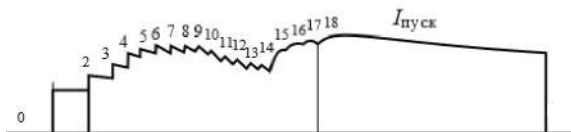


Рисунок 1 – Пусковая диаграмма тока якоря ТЭД

Пусковая диаграмма (рисунок 1) дает большой объем информации о состоянии пускорегулирующей аппаратуры. По ней косвенно оценивают исправность работы педального контроллера водителя, порядок коммутации низковольтных цепей управления, состояние группового реостатного контроллера по времени и количеству позиций [1, 2].

Диаграмма позволяет определить:

- количество пусковых ступеней по числу максимумов пускового тока для контроля фиксации реостатного контроллера на позициях;
- время пуска (до достижения последнего максимума тока) для контроля сопротивления движению и пускового ускорения;
- время достижения пускового тока для диагностики срабатывания линейных контакторов и скорости вращения серводвигателя;
- минимальный и максимальный ток ступеней для контроля уставки реле ускорения.

Предложена модернизация этого стенда с целью автоматизации измерения тока якоря и получения пусковой диаграммы. Для автоматизации стенда были выбраны контроллер, оборудование, датчики. Разработан проект, моделирующий стенд, в среде CoDeSyS.

Проект состоит из трех программ, моделирующих стенд, модели управляющей системы и блока анализа результатов. В модели стенда производится расчет режимов работы тягового двигателя, рассчитываются сила тяги, угловая скорость, ЭДС, магнитный поток, ток якоря, ускорение и скорость. В системе управления производится построение пусковой диаграммы. В блоке анализа проходит измерение различных параметров по пусковой диаграмме. Определяются максимальные и минимальные токи, время пуска троллейбуса, время до первого максимума тока, количество максимумов и минимумов на графике пускового тока. Все эти величины определяются для дальнейшего использования при поиске и устранении неисправностей, сравнения с эталонными значениями. Благодаря разработанной программе обеспечивается более высокая точность определения диагностических значений и таким образом снижаются затраты предприятия на диагностику.

### **Список литературы**

1. Калугин М. В. Диагностика и надежность электромеханических систем транспортного комплекса : учебник / М. В. Калугин, В. В. Бирюков. - Новосибирск, 2015. - 232.

## МНОГОПОЛЮСНЫЙ СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ВЭУ МОЩНОСТЬЮ 4 КВТ

А.В. Дегтяренко, Л.Г. Шевченко  
Новосибирский государственный технический университет,  
deg0612@mail.ru

*В данной работе рассчитывается синхронный генератор с возбуждением от постоянных магнитов с дробной однубоковой обмоткой для работы в автономной ВЭУ.*

**Ключевые слова на русском языке: синхронный генератор, постоянные магниты, многополюсный.**

Первые ветроэлектрические установки (ВЭУ) были известны около 2 тысяч лет назад. Особенностью этих источников энергии является нестабильность и малая плотность энергии. Поэтому в первой половине 20-го века приоритетными оставались традиционные энергоресурсы (нефть, газ, уголь, вода и т.д.), имеющие большую стабильность работы и большую удельную мощность.

Начиная со второй половины 20-го века значительно повышается интерес мировой общественности к проблеме использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе **ветроэнергетики**. Это связано с тем, что:

- энергия ветра неиссякаема;
- ВЭУ – экологически чистый источник энергии, не требующий дополнительных затрат на очистные сооружения;
- повышается эффективность ВЭУ, создаваемых на базе новейших достижений научно-технического прогресса;
- в мире резко возрастает энергопотребление при сокращении разведанных запасов жидкого и твердого топлива.

Россия, кроме того, что обладает большими запасами нефти, газа, и угля, имеет и огромный ветропотенциал.

Для России развитие ветроэнергетики особенно важно в зонах *децентрализованного* энергоснабжения, в первую очередь в районах Крайнего Севера и приравненных к ним территорий, а также в зонах *неустойчивого централизованного* энергоснабжения (особенно в районах сельской местности). Для автономных потребителей наиболее оправдано использование ВЭУ малой мощности до 50 кВт.

Из сказанного выше вытекает, что данная работа вполне актуальна и своевременна.

В данной работе представлен расчет синхронного генератора с постоянными магнитами для автономной ВЭУ мощностью 4 кВт.

Схематично ветроэнергетическую установку (ВЭУ), работающую на автономную нагрузку, можно представить следующим образом:

Основными преимуществами представленного в данной работе синхронного генератора по сравнению с серийными электрическими генераторами являются:

1. Отсутствие мультипликатора. Если использовать серийные генераторы, то для согласования частот вращения ветроколеса и генератора необходимо использовать согласующий элемент - механический мультипликатор. Наличие механического мультипликатора – это увеличение установленной мощности ВЭУ, эксплуатационных расходов и снижение ресурса работы.

2. Выбранный генератор при одинаковой полюсности с серийными генераторами имеет лучшие массогабаритные и энергетические показатели. Это связано с тем, что для увеличения полюсности серийных генераторов с классическими обмотками необходимо выполнять большее число зубцов статора, а это приводит к измелчанию зубцово-пазовой зоны и, как следствие, к снижению заполнения паза медью, увеличению высоты зубца, а, следовательно, и к снижению линейной нагрузки и индукции в воздушном зазоре

3. Использование в качестве возбуждения постоянных магнитов позволило избежать скользящих контактов в генераторе и, как следствие, повысить надежность ВЭУ.

В данной работе при расчете синхронного генератора были выбраны главные размеры генератора, геометрия статора, геометрия ротора. При выборе геометрии ротора был выбран ротор коллекторного типа, который позволяет добиться концентрации магнитного потока в воздушном зазоре и, следовательно, уменьшить размеры магнита и улучшить массогабаритные показатели.

После расчета параметров генератора был проведен поверочный расчет генератора для режима холостого хода. Для этого была составлена схема замещения магнитной системы генератора, а также блок-схема и программа алгоритма поиска магнитного потока в воздушном зазоре при холостом ходе.

Кроме того, были рассчитаны потери и к.п.д. генератора. Рассчитанный к.п.д. получился на 3,5 % выше заданного. Все расчеты проведены в среде MathCad.

В заключение мы получили спроектированный генератор с хорошими массогабаритными показателями и возможностью работать в автономной электрической установке.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ГИБРИДНОЙ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ЕЗДОВЫХ ЦИКЛОВ

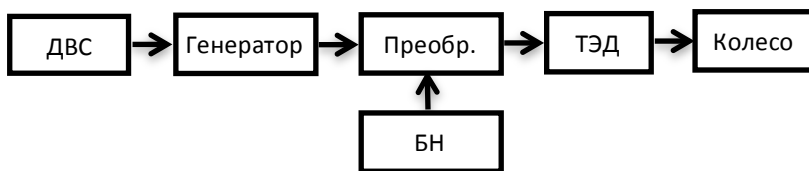
С.И.Дедов, А.О. Бороненко, А.А. Штанг  
Новосибирский государственный технический университет,  
[a\\_stang@mail.ru](mailto:a_stang@mail.ru)

*Статья посвящена определению оптимальных параметров гибридной энергетической установки на основе статистических данных.*

**Ключевые слова:** гибридная энергетическая установка, ездовые циклы, источник энергии, накопитель.

Гибридный и полностью электрический транспорт обладает рядом существенных преимуществ перед классическими транспортными средствами (ТС). Однако у чисто электрического автономного транспорта есть существенные недостатки, не позволяющие активно распространять их на территориях с суровыми климатическими условиями, как, например, в Сибири. Поэтому рационально применять гибридную энергетическую установку, обладающую преимуществами как классического, так и чисто электрического транспорта.

На транспорте, перемещающемся только в условиях городской среды рационально применять последовательную гибридную установку [1]. Одной из ее разновидностей является схема, представленная на рисунке 1. Так, ДВС является основным источником, поставляющим энергию на перемещение ТС, а блок накопителей (БН) – буфером, сглаживающим нагрузку на первичный источник, включаясь в работу во время пиковых нагрузок.



**Рисунок 1** – Принципиальная схема последовательного гибрида

Для определения параметров гибридной энергетической установки проведено 15 заездов в г. Новосибирск общей длительностью 20 ч. В результате получены геолокационные данные движения ТС с текущей скоростью. Для снятия данных использовалось мобильное приложение “GPSSpeedometer”.

Обработка заезда включала в себя определение силы тяги либо торможения, мощности ТЭД, а также энергии затраченной на тягу и



рекуперированную. Основные соотношения, использованные в расчете:

$$F_{\text{дв}} = 9,8 \cdot (102 \cdot (1 + \gamma) \cdot a + w), \text{ Н/кН} \quad (1)$$

$$B_{\text{дв}} = 9,8 \cdot (102 \cdot (1 + \gamma) \cdot a - w), \text{ Н/кН} \quad (2)$$

$$P_{\text{тяги}} = \frac{F_{\text{дв}} \cdot V}{3,6 \eta_{\text{общ}}}, \text{ кВт/м} \quad (4)$$

$$P_{\text{торм}} = B_{\text{дв}} \cdot V \cdot \eta_{\text{общ}}, \text{ кВт/м} \quad (5)$$

где  $\gamma$  – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся частей тягового привода;

$a$  – мгновенное ускорение ТС,  $\text{м/с}^2$ ;

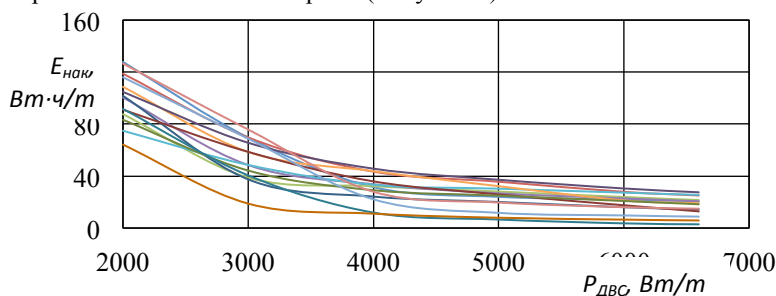
$w$  – удельное сопротивление движению троллейбуса;

$V$  – мгновенная скорость движения,  $\text{км/ч}$ .

$\eta_{\text{общ}}$  – общий КПД тягового привода в режимах тяги или торможения;

$E_{\text{тяги}}, E_{\text{рек}}, E_{\text{рез}}$  – расход энергии на тягу, рекуперированная энергия и общий расход энергии,  $\text{кДж/м}$ ;

В результате обработки данных получен график зависимости требуемой энергоёмкости буферного накопителя от мощности первичного источника энергии (Рисунок 2).



**Рисунок 2** – Зависимость энергоёмкости БН от мощности ДВС

На основе статистического материала установлены требуемые значения удельной энергоёмкости БН при различной мощности первичного источника.

### Список литературы

1. Ветров Ю. Топливная экономичность. // Авторевию. – 2014.- №10.
2. Щуров Н.И. Теория электрической тяги: Учеб. Пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 100 с.

## ГИБРИДНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

М.Ю. Заика, А.О. Бороненко, А.А. Штанг  
Новосибирский государственный технический университет,  
shtang@corp.nstu.ru

*Статья посвящена оценке и выбору наиболее оптимального сочетания элементов гибридной силовой установки на основе использования топливного элемента для электротранспортного средства.*

**Ключевые слова:** гибридная энергетическая установка, топливный элемент, водород, электротранспортное средство.

В соответствии с Парижским соглашением по климату от 22.04.16, ратифицированным 175 странами-участниками, которые прекращают финансирование Всемирным банком проектов по добыче нефти и газа после 2019 г. Соглашение приводит к необходимости модернизации оборудования во всех отраслях, включая транспорт. Мировой рынок транспортных средств на водородных топливных элементах в 2016 г. оценивался в 278 млн. \$. Продажи водородных автомобилей в мире на конец 2017г. составили 6 475 единиц. По прогнозам консалтинговой компании AlliedMarketResearch, к 2023 г. мировой рынок водородомобилей достигнет объема в 12,133 млрд. \$ с совокупным темпом годового роста с 2017 г. в 72,4% [1].

Водород является одним из перспективных видов альтернативного топлива для транспортных средств способных в долгосрочной перспективе обеспечить устойчивость и безопасность транспортных перевозок. Получение водорода возможно различными путями с использованием широкого диапазона технологий: паровая и парокислородная конверсия природного газа и углеводородов нефти; газификация угля; электролиз воды и водяного пара; термохимическое и термоэлектрохимическое разложение воды; плазмохимическое разложение воды и сероводорода; физические методы выделения водорода из смесей. Так в рамках сотрудничества Австралийского правительства и компании KawasakiHeavyIndustries будет построен завод по производству водородного топлива из бурого угля, который начнет работать в начале 2019 г.

Предметом исследования является гибридная энергетическая установка на основе использования топливного элемента. Топливный элемент (ТЭ) – это химический источник тока, в котором электрическая энергия образуется в результате химической реакции между восстановителем и окислителем, непрерывно и раздельно поступающими к электродам извне. Классифицируются топливные элементы в соответствии с диапазоном

рабочих температур, поэтому признаку выделяют низкотемпературная и высокотемпературная топливный элемент. К низкотемпературным относятся твердополимерные топливные элементы, щелочные топливные элементы. К среднетемпературным топливным элементам относятся фосфорноокислотные, а к высокотемпературным – расплавкарбонатные и твердоокисдные. Наиболее подходящими для применения в составе гибридной силовой установке следует признать твердополимерные топливные элементы, так как они обеспечивают достаточную мощность (0,01÷100кВт), массогабаритные показатели и работают при низкой температуре реакции (менее 100°С)[2].

В качестве первичного источника энергии рассматривается ТЭ, так как электрохимический генератор вырабатывает электрическую энергию, следовательно, возможная компоновка гибридной электрической схемы только в последовательном соединении. В настоящее время топливные элементы нашли применение в различных направлениях, видах и типах транспорта: вилочные погрузчики и другие грузовые транспортные средства, двух- и трехколесные тележки, такие как скутеры, легкие транспортные средства, такие как автомобили и микроавтобусы, автобусы и грузовые автомобили, поезда и трамваи, паромы и небольшие лодки, пилотируемый легкий самолет, беспилотные летательные аппараты. Автомобили на ТЭ в ближайшее десятилетие сформируют существенную конкуренцию традиционным авто, оснащенным двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Перед электромобилями, у автомобилей на водородных топливных элементах есть ряд серьезных преимуществ: малое время заправки (3...5 минут на заполнение баллонов водородом, по сравнению с электрохимическими аккумуляторами для которых требуется нескольких часов зарядки), более длительный запас хода [3].

На основе анализа установлено, что в ближайшем будущем одним наиболее перспективных направлений развития транспорта будет применение топливных элементов. Гибридные силовые энергетические установки, разрабатываемых водородомобилей, будут представлять схемотехнические решения только на основе последовательного гибрида оснащенные в основном твердополимерными топливными элементами.

### **Список литературы**

1. Мировой рынок транспорта на водородных [Электрон. ресурс].– Режим доступа: <https://pronedra.ru/mirovoy-ryinok-transporta-na-vodorodnyih-te-k-2023-mu-budet-otsenivatsya-v-12-133-mlrd-dollar-227461.html> - Загл. с экрана.
2. Родионов В.Г. Энергетика. Проблемы настоящего и возможности будущего. Отдельное издание. — 2010.— С. 107-109 с.
3. Водород отправит мир в будущее [Электрон. ресурс].– Режим доступа: [http://www.fl-portal.ru/index.php?id\\_notes=11822](http://www.fl-portal.ru/index.php?id_notes=11822) - Загл. с экрана.

## СИНТЕЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ МЕТОДОМ БОЛЬШОГО КОЭФФИЦИЕНТА

К.Е. Закржевская, Д.А. Котин  
Новосибирский государственный технический университет,  
d.kotin@corp.nstu.ru

*В работе к обсуждению предлагается две методики синтеза замкнутых систем автоматического управления электроприводом переменного тока: метод систем подчиненного регулирования и метод больших коэффициентов. Объект исследования – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Математическое описание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором как объекта векторного управления приведено к канонической форме записи. Выполнен сравнительный анализ двух методик синтеза, исследовано влияние параметрических возмущений на систему векторного управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, а также, представлены результаты работы системы. Сделаны соответствующие выводы и приведены рекомендации к практическому применению рассмотренных методик синтеза.*

**Ключевые слова:** метод больших коэффициентов, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, векторное управление.

Известно, что на сегодняшний день большинство электроприводов общепромышленных механизмов построено на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗР). АДКЗР прост в конструкции, обладает высокой надежностью и низкой стоимостью, но при этом, имеет довольно сложные в реализации способы регулирования. Для быстродействующих приводов с широким диапазоном регулирования скорости требуется разработка систем векторного управления [1].

Основные принципы векторного управления АДКЗР предполагают приведение соответствующего математического описания электрической машины к математической модели двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), что дает возможность применения всех тех принципов управления, которые допустимы по отношению к ДПТ НВ.

Исследуя систему автоматического регулирования, необходимо удовлетворить требованию по обеспечению неизменности качества управления электроприводом. Для этого нужно применять такие способы регулирования, которые обладают свойствами нечувствительности к изменению параметров объекта управления.

Метод систем подчиненного регулирования имеет огромное значение в теории и практике электропривода. Системы подчиненного регулирования широко распространены благодаря ряду существенных преимуществ. Но, применение данной методики не может в полной мере обеспечить полной информацией о рабочем органе технологической установки и учесть все его особенности, осложняющие процесс настройки комплектного электропривода.

Для этой задачи подходит метод больших коэффициентов, предназначенный для синтеза нелинейных нестационарных систем. Метод предполагает в своей структуре наличие наблюдателя возмущений, который парирует все внутренние и внешние изменения режимов и характера работы объекта [2].

В докладе к обсуждению будет представлена методика структурно-параметрического синтеза контуров регулирования системы векторного управления АДКЗР на основе метода большого коэффициента. Приведены результаты цифрового моделирования и их сравнительный анализ с классическими методами синтеза систем управления асинхронными электроприводами. Будут представлены результаты исследования разработанной системы управления при действии на объект внешних и внутренних параметрических возмущений.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 143 с.
2. Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. Избранные разделы теории автоматического управления. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 223 с. (Серия «Учебники НГТУ»).

## КОМБИНИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Е.А. Земляков, М.В. Ярославцев  
Новосибирский государственный технический университет,  
myaroslavtsev@yandex.ru

*Рассмотрены преимущества и недостатки электромобилей. Выполнено сравнение химических источников энергии для электромобилей, показано преимущество литий-ионных аккумуляторов. Рассчитаны параметры тягового электропривода.*

**Ключевые слова:** электрический привод, электромобиль, комбинированный источник энергии, аккумуляторная батарея, суперконденсатор.

В настоящее время вопрос экологической ситуации в мире встает все более остро. Автомобили с двигателями внутреннего сгорания производят много шума, много дыма. Одним из путей снижения атмосферных выбросов внутригородского транспорта является внедрение электромобилей [1].

Одной из главных проблем распространения электромобилей в России являются неблагоприятные погодные условия для эксплуатации аккумуляторных батарей. Решающим фактором, ограничивающим распространение электромобилей, является малое количество заправок и стоимость электромобилей [1, 2].

Для снижения стоимости и повышения допустимого количества циклов заряда-разряда аккумуляторной батареи электромобилей целесообразно применение комбинированных накопителей энергии, сочетающих аккумуляторную батарею с буферным конденсаторным накопителем. Для определения характеристик химических источников энергии в составе комбинированного накопителя выполнен обзор литературы [3].

Существует несколько основных аккумуляторных батарей электромобилей: свинцово-кислотные, литий-ионные и никель-хлоридные [4].

Тяговые аккумуляторные батареи являются основными накопителями энергии в автотранспортном средстве. Человечество активно работает над увеличением удельной энергоемкости, срока службы и уменьшением стоимости аккумуляторных батарей, каждый тип которых имеет свои особенности. Например, свинцово-кислотные аккумуляторы – дешевые, но имеют большие массогабаритные

показатели. Литиевые – компактные, но дорогие. Серно-натриевые – работают при температуре +300 °С [4, 5, 6].

Несмотря на высокую стоимость, наилучшим решением для хранения энергии являются литий-ионные аккумуляторы. Они имеют сравнительно высокую мощность и энергоемкость, а также обладают наименьшим эффектом памяти среди всех аккумуляторных элементов. Применение комбинированных накопителей энергии позволит снизить требуемую мощность аккумулятора. Проведен расчет параметров гибридной установки в ходе которого было определено, что для электромобиля массой 1.5 т. мощность тягового электропривода составит 147 кВт, мощность аккумуляторной батареи 3.2 кВт. При удельной энергии аккумуляторной батареи в 100 Вт\*ч/кг Энергия запасаемая в конденсаторном элементе равна 325 кДж, энергия аккумуляторной батареи, которая потребуется для обеспечения длины пробега в 100 км составит  $1,92 \cdot 10^4$  кДж. При данных параметрах накопительного элемента масса аккумуляторной батареи составит 54 кг.

Дальнейшей задачей является разработка преобразователя, согласующего режимы работы источников энергии в составе тягового привода электромобиля.

### **Список литературы:**

1. Трескова Ю. В. Электромобили и экология. Перспективы использования электромобилей // Молодой ученый. – 2016. – №12. – С. 563-565.
2. Неведин Н.А., Дубина О.И. Что такое электромобили и почему все машины еще не электроавтомобили? // Сборник статей студенческих научно-практических конференций факультета агротехники и энергообеспечения кафедры инженерной графики и механики 2014-2015 г. – Орел, 2015.– С. 34-38.
3. Ярославцев М. В. Определение параметров энергоустановки гибридного автомобиля моделированием процесса потребления энергии // Электротехника. – 2014. – № 12. – С. 17-21.
4. Обзор рынка аккумуляторов для электромобилей [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Двигатель прогресса». – URL: <http://oprogressive.ru/index91d2.php> (дата обращения: 26.10.2017).
5. Ярославцев М.В. Энергоэффективный тяговый привод городского безрельсового транспорта: учебное пособие / Ярославцев М.В., Щуров Н.И., Аносов В.Н. - Новосибирск: изд-во НГТУ, 2017.– 157 с.
6. Овсянников Е. М. Бортовые источники и накопители энергии автотранспортных средств с тяговыми электроприводами/ Учебник / Овсянников Е.М. - изд-во Форум, 2016. - 280 с.

## АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЁМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА ГОРОДСКОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ

О. Зоригт, Б.В. Малозёмов

Новосибирский государственный технический университет  
borisnovel@mail.ru

*В статье проведены расчеты, позволяющие определить количество и стоимость потребляемой, рекуперированной и избыточной электроэнергии с учетом режима движения троллейбуса на перегоне а также анализирована работа тягового привода с ёмкостным накопителем энергии при пуске электроподвижного состава.*

**Ключевые слова:** городской электрический транспорт, суперконденсатор, тяговый привод, тяговая подстанция.

В настоящее время большое внимание уделяется повышению энергоэффективности на эксплуатируемом электрифицированном городском транспорте. В последнее время одним из направлений энергосбережения на электротранспортном средстве является использование рекуперативное торможение[1]. Объектом исследования является подвижной состав городского пассажирского безрельсового транспорта.

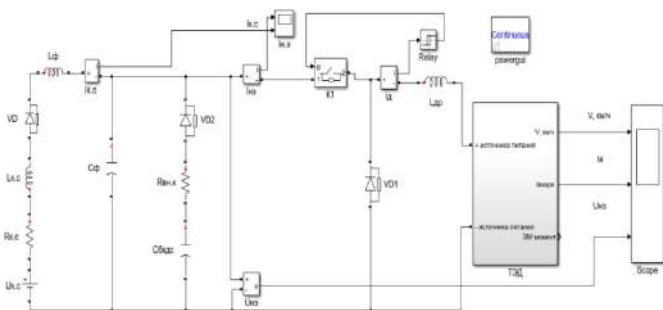
По разработанному алгоритму, описанному в работе [2] выполнен расчет по определению количества и стоимости потребляемой, рекуперированной и избыточной электроэнергии, для троллейбуса.

В результате расчета определено, что для одновременно находящихся трех подвижных составов на перегоне, отношение электроэнергии рекуперации к тяге составляет 23%, отношение избыточной электроэнергии к тяге – 5 %, соответственно электроэнергии потреблению при тяге равно 3399кВт\*ч, при рекуперации 808кВт\*ч и избыточности 171кВт\*ч.

А также проведен расчет по определению емкости накопительного устройства, которое установлено на подвижном составе,  $C_{нэ} = 3\Phi$  при скорости начала торможения  $V_m = 39$  км/ч [3].

Для исследований режимов тяги при питании от накопителя энергии разработана имитационная модель (рисунок 1) в пакете SimPowerSystems (MatlabSimulink), которая позволяет наблюдать процессы в тяговом приводе.





**Рисунок 1** - Имитационная модель для исследования режима разряда суперконденсатора в режиме тяги

В результате моделирования были получены графики основных процессов режима тяги с буферным суперконденсатором. Созданные модели позволило комплексно оценить работу электрической схемы и подтвердили работоспособность предложенных схмотехнических решений.

Получена возможность уменьшения нагрузки на контактную сеть с одновременным увеличением пропускной способности, за счет применения буферного суперконденсатора СКФ-3-3ВО.

### **Список литературы**

- 1.Аносов В.Н.Повышение эффективности систем тягового электропривода автономных транспортных средств: монография / В. Н. Аносов, В. М. Кавешников.– Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. – 218 с.
- 2.Сулим А.А., Расчет электроэнергии рекуперации электрифицированного городского транспорта при установке накопителя на тяговой подстанции //Известия высших учебных заведений и энергетических объединений снг.Энергетика.2014. N4.С.30-41.
3. Зоригт О., Малозёмов Б.В. Практика применения суперконденсатора на городском электрическом транспорт// Молодежь. Наука. Технологии» (мнрк-2017): материалы науч. студ.конф. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. –С 142-144.

## РАЗРАБОТКА СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЗОННОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

А.В. Капустин, И.К. Алексеева, С.В. Мятеж  
Новосибирский государственный технический университет,  
kapusta\_nsk@mail.ru

*Рассматривается разработка следящей системы управления на основе усовершенствованного зонного выпрямителя лестничного типа.*

**Ключевые слова - микропроцессорная система, зонный выпрямитель, следящая система управления, контроль параметров работы.**

В настоящее время технологические процессы в различных отраслях промышленности и на электротранспорте становятся всё сложнее.

Возникает необходимость обеспечивать различные специфические режимы работы электрооборудования. Эти задачи должна решать системы управления.

На кафедре ЭТК была поставлена задача разработки системы управления тяговым двигателем постоянного тока электропоезда, способная обеспечить постоянное ускорение при пуске, а также постоянство скорости при изменении нагрузки, например при затяжном подъёме.

Как известно, практически половина железных дорог России электрифицирована однофазным переменным током, таким образом, обязательным элементом разрабатываемой системы управления является управляемый преобразовательный агрегат. В качестве такого преобразователя предлагается использовать разработанный на кафедре ЭТК усовершенствованный зонный выпрямитель лестничного типа [1]. Данный выпрямитель обладает улучшенными энергетическими показателями и позволяет снизить потребление электроэнергии и увеличить плавность регулирования выходного напряжения.

Плавность регулирования достигается, в том числе за счет применения зонно-фазового регулирования в совокупности с секторным регулированием на первой зоне. Результаты проведённых исследований доказывают, что наибольшая эффективность работы усовершенствованного зонного выпрямителя лестничного типа достигается путем применения указанных способов регулирования.

Для управления работой силовых полупроводниковых приборов (СПП) в преобразователе, предлагается электронная система на базе однокристального микроконтроллера, обеспечивающая как аппаратную, так и программную реализацию схемы управления СПП в преобразователе [2].

Другой важной задачей микропроцессорной системы является необходимость обеспечивать соблюдение требований соответствующих различным режимам, а именно постоянной скорости или ускорения. Для реализации контроля над этими параметрами необходимо предусмотреть обратную связь, способную предоставлять информации системе управления о контролируемой величине в каждый момент времени. В ходе анализа различных вариантов средств получения информации о параметрах движения, среди датчиков ускорения, скорости и положения был выбран наиболее простой и дешевый вариант – датчик числа оборотов для вала двигателя.

Полученная с датчика оборотов информация легко может быть пересчитана в мгновенное значение скорости или первой производной скорости по времени – ускорения, в зависимости от которого система может корректировать работу преобразователя.

Разрабатываемая система будет адаптивной и позволит обеспечить безопасное и эффективное управление тягового привода с соблюдением необходимых режимов.

### **Список литературы**

1. Power performance single-phase rectifier depending on topology and control methods / V. V. Ivanov, S. V. Myatez, N. I. Schurov, A. V. Kapustin, I. K. Alekseeva // Actual issues of mechanical engineering (AIME 2017) : proc. of the intern. conf., Tomsk, 27–29 July 2017. – Paris: Atlantis Press, 2017. – P. 275-279.
2. Алексеева и. К. Энергоэффективный преобразователь для электровоза постоянного тока/ И. К. Алексеева, А.В. Капустин, В. В. Иванов; науч. Рук. С. В. Мятеж // дни науки НГТУ - 2017 : материалы научной студенческой конференции / под. ред. к.т.н. Е.А. Хайленко – Новосибирск : изд-во НГТУ, 2017. – с. 5-6.

## УЛАВЛИВАНИЕ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ И ПОСЛЕДУЮЩАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ КОНДЕНСАЦИОННО КРИОГЕННЫХ УСТАНОВОК

**В.И. Кириченко, С.В. Мятеж**

**Новосибирский государственный технический университет,  
myatezh@corp.nstu.ru**

*В работе произведен количественный анализ объема испаряющихся нефтепродуктов из резервуаров стальных вертикальных 5000 м<sup>3</sup>, и представлены основные методы борьбы с испарениями распределенные по группам; рассмотрены наиболее перспективные конденсационные (криогенные) установки; произведён экономический расчет установки на базе КГМ Стирлинга.*

**Ключевые слова:** нефтепродукт, резервуар вертикальный стальной, испарения нефтепродуктов, регенерация светлых нефтепродуктов, конденсационные установки, криогенные установки, жидкий азот, криогенная газовая машина Стирлинга, КГМ, РВС.

В процессе хранения нефтепродуктов в наземных и в меньшей степени в заглубленных металлических резервуарах (особенно в средней и южной климатических зонах) происходит испарение паров нефтепродуктов и загрязнение ими окружающей среды.

По результатам проведенных исследований получено, что потери углеводородов от испарений в среднем составляют 110,3 тонны в год для резервуаров вертикальных стальных объемом 5000 м<sup>3</sup> (РВС 5000). То есть в среднем один резервуар теряет в процессе хранения, приема и отпуска до 9 тонн углеводородов в месяц, что в свою очередь в соответствии с ценами на условный бензин марки АИ-92 равняется порядка 456 т.р.

Методы снижения потерь углеводородов при испарении нефти в товарных резервуарах условно можно разделить на три группы:

1. предупреждающие испарение нефти: применение избыточного давления в резервуаре, но при больших объемах резервуаров это приводит к увеличению капитальных затрат;

2. уменьшающие испарения, организационные мероприятия: окраска резервуаров, орошение крыши резервуаров водой в летнее время, сооружение защитных экранов и теплоизоляций, монтаж плавающих крыш и т.д.;

3. сбор продуктов испарения нефти с последующей регенерацией: абсорбционные и адсорбционные методы, компрессорные и жидкостно-эжектронные, конденсационные установки.

Наиболее перспективными в настоящее время являются конденсационные (криогенные) установки. Однако для сохранения одного литра нефтепродукта необходимо затратить 1,2 литра жидкого азота, и учесть, что стоимость в 1,4 раза выше стоимости за литр бензина.

Поэтому в работе предлагается использование модифицированного варианта компрессионной системы улавливания легких фракций на основе низкотемпературных холодильных машин Стирлинга (стирлинг-технологий).

Расчет показал, что средняя потребляемая мощность криогенной газовой машины (КГМ) Стирлинга для РВС 5000 составит 17 кВт. Учитывая, что средняя цена за 1 кВт энергии колеблется от 2,5 до 3,5 рублей, а среднесуточное потребление энергии данной установки окажется 408 кВт, стоимость расхода электрической энергии будет равняться 1026 руб. При этом за счет работы данной установки в среднем за сутки из резервуара РВС 5000 испаряется и конденсируется до 411 литров нефтепродукта, что в денежном представлении эквивалентно возврату 15207 руб.

Таким образом, как показывает предварительные расчеты предлагаемая система не только решает актуальные вопросы экологии, но и является экономически выгодной, поскольку при суточных затратах порядка 1026 руб. происходит их возврат в виде продукта в стоимостном эквиваленте порядка 15207 руб.

### **Список литературы**

1. Яковлев В. С., Хранение нефтепродуктов. Проблемы защиты окружающей среды. – М.: «Химия», 1987. – 150 с.
2. Аренбристер В.В., Техника – экономический анализ потерь нефти и нефтепродуктов. – М.: «Химия», 1975. – 156 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МАГНИТНЫХ СИСТЕМЫ РАДИАЛЬНОГО АКТИВНОГО МАГНИТНОГО ПОДШИПНИКА

М.А. Ковтун, Д.М. Топорков  
Новосибирский государственный технический университет  
г. Новосибирск, kovtynaga96@gmail.com

*В работе представлены результаты исследования магнитных систем активных магнитных подшипников и произведен сравнительный анализ различных магнитных систем.*

**Ключевые слова на русском языке активный магнитный подшипник, активный магнитный подвес, стабилизация положения, демпфирование колебаний.**

Основной областью применения активных магнитных подшипников (АМП) является использование их в устройствах высокоскоростных преобразователях энергии – от небольших насосов до турбогенераторов и компрессоров мощностью несколько десятков МВт. Преимуществом АМП для данной области является возможность управления вибрациями, за счет стабилизации положения ротора и исключения влияния статического и динамического дисбаланса ротора, демпфирование упругих колебаний, получение четко определенных динамических характеристик, которое достигается путем обратной связи по току.

Принцип действия стабилизации положения, исключения влияния дисбалансов и демпфирования колебаний магнитного подшипника можно рассмотреть на основе простейшего одноосного одноступенногоактивного магнитного подвеса

Также важными особенностями, которые были подтверждены практическими исследованиями, являются возможность обеспечения дистанционного контроля и диагностики, низкие затраты на техническое обслуживание, обусловленное отсутствием смазочного материала и отсутствием системы подготовки и подачи смазочного материала (насосов, фильтров, уплотнителей, сборников и т.д.). Еще одним достоинством отсутствия смазочного материала является возможность использования АМП в местах с чистым производством.

На высоких скоростях вращения габариты подшипника качения превосходят габариты АМП, следовательно, преимуществом магнитного подшипника является снижение габаритных размеров машины.

Еще одним достоинством магнитного подшипника перед традиционным, является возможность работы в экстремальных условиях.

А наличие электронной системы управления дает возможность контролирования скорости вращения ротора, нагрузки на подшипник, положения ротора, контроль дисбаланса с последующей балансировкой ротора, что несомненно влияет на качество выполняемой работы двигателя и преждевременного выявления неисправностей в работе.

Исходя из сказанного можно смело заявить, что АМП является перспективным и обоснованным выбором в области электромеханических систем.

Также следует отметить, что индукция в зубцах и ярме снижается с увеличением числа зубцов, что ведет к лучшему управлению подшипником, что немаловажно.

К недостаткам магнитной системы с большим количеством зубцов, следует отнести большую трудоемкость изготовления статора активного магнитного подшипника и укладки обмотки на полюса, также с ростом зубцов на статоре подшипника, увеличивается энергопотребление, за счет увеличения числа катушек, что в свою очередь ведет к увеличению электрических потерь.

### **Список литературы**

1. Рогоза А.В. Разработка методик проектирования и расчёта электромагнитных подшипников крупных машин / А.В. Рогоза -ОАО “ВНИИЭМ”.
2. Журавлёв Ю.Н. Активные магнитные подшипники: теория, расчет, применение / Ю.Н. Журавлев. – СПб.:олитехника, 2003. – 206 с.: ил

## **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АККУМУЛЯТОРНОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ В СОСТАВЕ ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

**А.К. Кодола, М.В. Ярославцев**

**Новосибирский государственный технический университет,  
myaroslavtsev@yandex.ru**

*В работе рассматривается модель аккумуляторного накопителя энергии в составе электромеханической трансмиссии. Описано устройство карьерного самосвала с электромеханической трансмиссией, включающей в себя накопителя энергии. Выполнены*

*анализ преимуществ и недостатков конструкции, произведена оценка энергоемкости накопителя и необходимой мощности генератора.*

**Ключевые слова:** Электромеханическая трансмиссия, аккумуляторный накопитель энергии, гибридная энергетическая установка, карьерный самосвал, тяговый расчет, потери энергии, генератор.

Характерной особенностью эксплуатационных режимов карьерных самосвалов является рабочий цикл с явно выраженной неравномерностью нагрузки. Он складывается из движения в порожнем и грузовом направлениях, причем груженный самосвал, как правило, движется на подъем. Неравномерность нагрузки на дизель-генераторную установку самосвала приводит к необходимости завышать её установленную мощность, при этом неравномерная работа приводит к повышению её износа и увеличению потребления топлива при работе в неэффективных режимах.

Эти проблемы могут быть решены путем внедрения накопителей энергии в состав энергоустановки карьерного самосвала. При этом возникает вопрос выбора наилучшего сочетания мощности генератора и энергоемкости накопителя, а также определения требований к накопителю по мощности, сроку службы, а также потерь энергии в нем.

Было выполнено сравнение накопителей, показавшее, что в условиях работы карьерных самосвалов наиболее целесообразным является применение накопителей энергии на основе литий-ионных аккумуляторов. Чтобы сократить стоимость эксплуатации накопителя энергии, необходимо учитывать, что цикл его нагрузки зависит от установленной мощности дизель-генератора, выбрать тип батарей, а также число параллельных ветвей в составе батареи, определяющее нагрузку на каждый из элементов.

По причине сложности аналитического описания химических процессов в батарее, неполноты данных, предоставляемых производителями, а также отсутствия универсальной методики определения взаимосвязи цикла нагрузки со скоростью деградации параметров батарей необходимо экспериментальное исследование их работы.

Таким образом, можно сформулировать цель и задачи работы:

Цель: Построение физической модели аккумуляторного накопителя энергии в составе гибридной энергетической установки для снижения расхода топлива, уменьшения мощности дизель-генератора и общей массы установки, повышение ресурса привода.



Задачи:

- Получение семейства нагрузочных циклов аккумулятора по заданному режиму движения самосвала.
- Проектирование и создание физической модели энергоустановки.
- Определение и сравнение значений потерь энергии в накопителе, полученных расчётным и экспериментальным методами.
- Уточнение параметров схемы замещения аккумуляторов, учитывающих потери энергии и деградацию аккумуляторов в реальных циклах нагружения.
- Сравнение параметров аккумуляторов различных производителей.

Актуальность предлагаемого исследования подтверждается анализом публикаций. В современной научной литературе представлен ряд работ, посвященных определению параметров аккумуляторных батарей на основе схем замещения и темпа их деградации, однако в них отсутствует единый подход к определению параметров аккумуляторов.

В ходе работ выполнен тяговый расчёт, на основании которого получено семейство зависимостей тока накопителя энергии от времени при различной мощности генератора. Выполнены оценки экономической эффективности введения накопителей энергии в энергоустановку самосвала, предварительно показавшие целесообразность решения.

Также была разработана принципиальная схема экспериментальной установки для исследования аккумуляторных накопителей, определены параметры элементов схемы. В ходе работы планируется выполнить монтаж установки, программирование контроллера управления, а также приобрести и исследовать ряд аккумуляторов различных производителей в соответствии с поставленными задачами.

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ НА ПАРАМЕТРЫ ВЕНТИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ**

**А.Е. Кожевников, Н.С. Гецинер, А.Г. Приступ**  
**Новосибирский государственный технический университет,**  
**kozhevnikov\_andrey1012@mail.ru**

*В статье приведены описание вентильного электродвигателя, рассмотрены различные размеры постоянных магнитов и проведен анализ влияния геометрии на двигатель.*

**Ключевые слова на русском языке: вентильный электродвигатель, электрические машины с постоянными магнитами, постоянные магниты.**

Вентильные электродвигатели представляют собой совокупность электрической машины и полупроводникового преобразователя. Они позволяют изменять частоту вращения в широком диапазоне.

В настоящее время вентильный двигатель имеет ряд достоинств в работе, такие как:

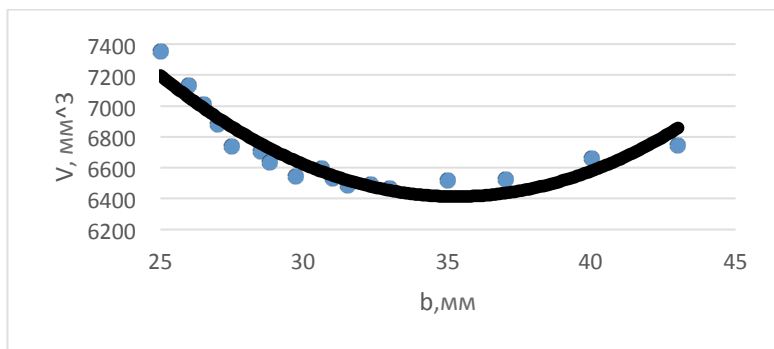
1. Возможность реализации широкого диапазона для изменения частоты вращения;
2. Высокая динамика и быстродействие;
3. Максимальная точность позиционирования;
4. Способность переносить большие нагрузки по току и моменту вращения;
5. Высокие энергетические характеристики;
6. Небольшие затраты на проведение технического обслуживания;
7. Отсутствует перегрев при длительной работе электродвигателя;

В связи с данными преимуществами, развитие вентильных двигателей происходит настолько интенсивно, что возможно в ближайшем будущем произойдет полное вытеснение традиционных машин постоянного тока и асинхронных машин переменного тока в некоторых областях.

Недостатком вентильных электродвигателей является наличие в их конструкции дорогостоящих постоянных магнитов, как правило, существенно влияющие на конечную стоимость изделия.

Целью проведения исследования является выбор оптимальных геометрических размеров постоянных магнитов, что позволяет при сохранении развиваемого момента сократить объем применяемых магнитов и тем самым снизить стоимость электродвигателя.

Решение поставленной задачи выполнено путем моделирования магнитного поля в активном объеме электродвигателя методом конечных элементов, реализованного в программном пакете FEMM. При проведении моделирования, активная длина машины сохранялась неизменной, а варьировалась ширина и высота магнитов ротора при сохранении развиваемого момента и тока обмотки статора. Расчеты проведены на примере вентильного электродвигателя. Результаты моделирования представлены на Рисунке 1.



**Рисунок 1 - Зависимость объема постоянных магнитов от ширины**  
 Как видно из рисунка 1, существует возможность путем оптимизации геометрии постоянных магнитов сократить их объем на 12% по сравнению с объемом, получаемым при использовании традиционных инженерных методов проектирования.

#### **Список литературы**

1. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для студентов высших технических учебных заведений. – 3-е издание, перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с., ил.
2. Шевченко А.Ф., Прустун А.Г. Электрические машины с постоянными магнитами. Учебное пособие / А.Ф. Шевченко, А.Г. Прустун. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – 64 с.

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ПО ПРОВОДАМ**

**С.А.Козлов, Б.М. Боченков**

**Новосибирский государственный технический университет,  
 serega007-95@mail.ru, bochenkov@corp.nstu.ru**

*Данная работа посвящена разработке беззвального усилителя рулевого управления, с учетом требований, предъявляемых к усилителям рулевого управления. Показана целесообразная область применения данной системы. Представлен обзор существующих усилителей рулевого управления применяемых в автомобилестроении. Функциональная схема включает в себя два взаимосвязанных электропривода — электропривод рулевого механизма и электропривод рулевого колеса. Первый электропривод является следящим. Он отслеживает положение рулевого колеса и поворачивает управляемые колеса. Второй электропривод является*

*моментным. Он воспроизводит крутящий момент на рулевом колесе, пропорциональный моменту, действующему со стороны дороги на рулевой механизм. Оба электропривода строятся по системе подчинённого регулирования.*

**Ключевые слова: безвальный усилитель, система подчиненного регулирования, следящий электропривод, моментный электропривод, синхронный электродвигатель магнитоэлектрического возбуждения.**

В настоящее время для обеспечения комфортных и безопасных условий управления транспортными средствами используют различные усилители рулевого управления. Эти усилители позволяют, помимо всего прочего, снизить усилие прилагаемое к рулевому колесу, сохранить управление над автомобилем в критической ситуации (разрыв управляемого колеса или повреждение подвески), обеспечивают различную чувствительность рулевого механизма к изменению углового положения рулевого колеса, также обеспечивают самовозврат рулевого колеса при снятии момента на рулевом колесе.

Усилители по принципу действия делят на:

1. Гидроусилители
2. Электроусилители
3. Электрогидроусилители

В настоящее время большинство автомобилестроительных фирм работают над безвальными усилителями рулевого управления. Под термином «безвальный» понимается такая система, которая не имеет механической связи между рулевым колесом и рулевым механизмом, так называемое «управление по проводам». Преимущества такой системы очевидны:

1. При использовании данной системы руль может находиться в кабине где угодно, да и кабина может находиться где угодно.
2. Данная система может управляться не только непосредственно водителем, но и совместно с другими электронными системами автомобиля, в том числе бортовым компьютером.
3. Безвальное рулевое управление более компактное и занимает меньше пространства, чем традиционный вальный усилитель со всеми валами и шарнирами.

4. Так как в данной системе меньше механических деталей, следовательно, ремонт и обслуживание проще и дешевле.

Разработки проводных систем рулевого управления ведутся многими отечественными и зарубежными фирмами, работающими

в области автотроники. Однако серийно выпускаемых образцов в настоящее время не существует, также отсутствуют и публикации, раскрывающие принцип построения и состав разрабатываемых систем.

Наиболее целесообразной областью применения данных усилителей рулевого управления является военная техника, многоосевая спецтехника, сельскохозяйственная техника и большегрузные карьерные самосвалы. В заключение необходимо отметить, что именно мехатронный подход в решении данного вопроса может удовлетворить те жесткие требования, которые предъявляются к усилителям рулевого управления.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА**

**П.Е. Колесников, О.В. Нос**

**Новосибирский государственный технический университет,  
[nos@corp.nstu.ru](mailto:nos@corp.nstu.ru)**

*Данный доклад посвящен решению прикладной задачи повышения эффективности функционирования водогрейного котла ДЕ 25/14, основанноганаоптимизации режимов его работы с помощью современных технических средств автоматизации.*

**Ключевые слова:** водогрейный котел, дутьевой вентилятор, преобразователь частоты, измерительный датчик

Водогрейный котел типа ДЕ 25/14 (рисунок 1)предназначен для работы в составе промышленных систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, осуществляя выработку насыщенного пара. Данный технологический аппарат большую часть своего циклафункционирует в диапазоне 30...80% от номинальной нагрузки,по причине чего для поддержания заданного режима горения необходимо непрерывно регулировать количество поступающего воздуха с автоматическим отводом дымовых газов.

Для практической реализации последних операций, в базовой комплектации котла предусмотрены дымосос и вентилятор, производительность которыхизменяется при помощи шибера, представляющего собой заслонку в воздуховоде и в дымоходе, воздействием на положение которой можно увеличивать либо уменьшать подачу воздуха или отвод газовойоздушных продуктов сгорания. В зависимости от конкретного состояния рабочей точки

режимной карты, оператор вручную обеспечивает бесперебойную работу водогрейного котла [1].



**Рисунок 1** – Внешний вид водогрейного котла типа ДЕ 25/14

В качестве технического устройства, осуществляющего подачу воздуха в камеру сжигания топлива, в котле данного типа используется дутьевой вентилятор типа ВДН-11,2-Х, изображенный на рисунке 2, который оснащен исполнительным асинхронным двигателем мощностью 55 кВт с синхронной частотой вращения вала 1500 об/мин.



**Рисунок 2** – Внешний вид дутьевого вентилятора типа ВДН-11,2-Х

Для повышения эффективности функционирования водогрейного агрегата требуется разработать систему автоматизации для непрерывного управления режимами горения в реальном времени без непосредственного участия человека. В соответствии со сформулированной данным образом прикладной задачей в котел ДЕ 25/14 необходимо установить датчики давления-разряжения, а также силовые преобразователи частоты, которые на основании полученной от них информации будут регулировать угловые скорости ротора трехфазных двигателей дымососа и вентилятора с целью поддержания на заданном уровне того или иного технологического параметра, что в

конечном итоге позволит обеспечить качественное сгорание жидкого или газообразного топлива, в том числе и при резких колебаниях нагрузки.

### **Список литературы**

1. Павлов И.И., Федоров М.Н. Котельные установки и тепловые сети. – Москва: Энергоатомиздат, 1977. – 301 с.
2. Ключев А.С., Глазов Б.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов. Справочное пособие. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГУЛЯТОРА ЭДС ДЛЯ ДВУХЗОННОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**М.В. Королихин, Д.А. Котин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
d.kotin@corp.nstu.ru**

*В докладе рассмотрены методики синтеза двухзонной системы векторного управления асинхронным электроприводом. Выполнено описание различных структур регулятора ЭДС. Приведены способы реализации вычислителя ЭДС.*

**Ключевые слова:** Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, векторное управление, двухзонное регулирование скорости.

Двухзонное регулирование скорости возможно реализовать двумя способами: при независимом и зависимом ослаблении магнитного потока. При независимо ослаблении магнитного потока синтезировать дополнительный контур регулирования не нужно, так как при данном способе управление магнитным состоянием двигателя осуществляется за счет сигнала с выхода регулятора скорости, который проходит через нелинейное звено и является сигналом задания на регулятор потокосцепления.

Из-за невозможности прямого измерения ЭДС, для ее определения используется специальный вычислительный алгоритм, обобщенно называемый «вычислитель ЭДС» функционирующий в соответствии с математической моделью асинхронного двигателя и использующий информацию о напряжениях и токах статора.

Синтез регулятора ЭДС осуществлялся двумя способами: по принципу разделения движения и по методу систем подчиненного регулирования (СПР).

Принцип разделения движения подразумевает разделение темпов процессов в системе автоматического регулирования. Для проведения синтеза необходимо определить передаточную функцию контура регулирования в замкнутом состоянии и приравнять ее характеристический полином к нормированному. Задавая желаемым коэффициентом формы, определяющим колебательность процессов регулирования, и среднегеометрическим корнем, влияющим на быстродействие процессов управления, находятся коэффициенты регуляторов. В результате синтеза получился интегральный регулятор. Указанный тип регулятора обеспечивает низкое быстродействие во второй зоне регулирования скорости.

Метод СПР основан на последовательном включении контуров регулирования координат электропривода. Настройка контура ЭДС проводилась на модульный оптимум (МО). В результате был получен пропорционально-интегральный (ПИ) регулятор. Переходные процессы также не обеспечивали желаемого быстродействия во второй зоне регулирования.

В докладе будет представлено альтернативная методика параметрического синтеза регулятора ЭДС с одинаковым быстродействием как в первой, так и во второй зоне регулирования.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. пособие/– Новосибирск: НГТУ, 2012. – 143 с.

## **СИНТЕЗ АЛГОРИТМА НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

**В.Г. Кравченко, Е.С. Кучер**

**Новосибирский государственный технический университет,  
valensiya\_0510@mail.ru**

*В данной работе приведен анализ динамических свойств систем автоматического управления асинхронным электроприводом, синтезированные по принципу векторного управления.*



**Ключевые слова:** асинхронный электропривод, наблюдатель полного порядка, векторное управление, формула Аккермана, система подчиненного регулирования.

В массовых системах регулируемого электропривода, применяющихся в настоящее время в промышленности, наибольшее распространение получил электропривод переменного тока, в особенности, потребляющий более половины всей вырабатываемой энергии, асинхронный электропривод (ЭП).

Наиболее перспективным способом построения системы управления является принцип векторного управления асинхронным ЭП. Достоинствами векторного способа является высокий уровень точности при регулировании скорости, большой диапазон регулирования скорости (1000:1), быстрое реагирование на возможное изменение нагрузки, высокий уровень КПД двигателя, за счет сниженных потерь из-за намагничивания и нагрева. [1]

В работе рассматривается структурный синтез системы векторного управления асинхронным электроприводом. Данный принцип управления позволяет рассматривать асинхронный двигатель как двухканальный объект в координатной системе, ориентированной по вектору потокосцеплений ротора, и независимо воздействовать на продольную и поперечную составляющие вектора токов статора для управления магнитным состоянием машины и электромагнитным моментом. [2]

Одним из этапов проектирования системы управления электроприводом являлось составление математической модели объекта управления, в качестве которого выбран асинхронный электропривод.

Алгоритмы векторного управления скоростью асинхронного ЭП базируются на принципах подчиненного регулирования и разделения движения, позволяющие представить систему управления в качестве многоконтурной, где внутренними контурами будут являться контуры регулирования тока статора ЭП по продольной и поперечной осям, внешними контурами - контуры регулирования потокосцепления и скорости ротора асинхронного двигателя.

Для подтверждения правильности структурного и параметрического синтеза алгоритмов векторного управления асинхронным ЭП, было произведено цифровое моделирование в программе MATLAB Simulink.

Вторая часть работы посвящена синтезу алгоритмов наблюдения основных координат состояния ЭП, которые позволяют исключить из структуры системы управления датчики.

Для синтеза наблюдателя полного порядка использована формула Аккермана, позволяющая осуществить однозначный параметрический синтез алгоритма для рассмотренной двухканальной системы управления.

Данный алгоритм наблюдения позволяет вычислить оценки потокосцепления ротора и ток статора асинхронного ЭП.

Сигнал оценки потокосцепления ротора двигателя необходимо для построения системы векторного управления, а оценка тока статора может быть использована для вычисления оценки частоты вращения ротора или для построения алгоритмов идентификации параметров асинхронного электропривода.

Правильность структурного и параметрического синтеза будет проверена, посредством программного пакета MATLAB Simulink.

### **Список литературы**

1. Панкратов В. В., Зима Е.А. Энергооптимальное векторное управление асинхронными электроприводами: Учеб.пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 120 с.
2. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. Пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012.-143с.

## **РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В РЕЖИМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ**

**Э.В Кузнецов, И.Д. Абакумов**

**Новосибирский государственный технический университет  
abakumov@corp.nstu.ru**

*В докладе изложены специальные режимы работы асинхронного электропривода, при повторном включении обмотки статора в питающую сеть при затухшем и не затухшем магнитном поле ротора. Предложена модифицированная математическая модель, позволяющая рассчитывать переходные процессы, как в режиме повторного включения АД в сеть, так и в режиме динамического торможения с достоверной степенью точности.*

**Ключевые слова: асинхронный электропривод, переходные процессы, повторное включение, динамическое торможение, модифицированная математическая модель.**

В практической деятельности каждого инженера – конструктора автоматизированных систем электропривода (ЭП) возникает задача выявления динамических свойств объектов управления порядка выше третьего, обладающих существенными нелинейностями. Как правило, ЭП представляет собой совокупность системы управления, электромеханического преобразователя и исполнительного органа, который может быть спроектирован на основе редукторной или безредукторной передачи крутящего момента (линейного усилия). Электромеханический преобразователь может быть представлен электрическими машинами различного типа, но на сегодняшний день в электроприводах общепромышленного назначения наиболее часто применяется асинхронная машина [1].

Этап проектирования системы управления в принципе невозможен без глубокого понимания физических процессов, происходящих в электрической машине (ЭМ). Количественную и качественную оценку им способна дать математическая модель ЭМ, составленная на основе комплекса дифференциальных уравнений, представленных в удобном к рассмотрению виде. Не вызывает сомнений тот факт, что невозможно рассчитать переходные процессы в ЭП при всех возможных режимах работы имея в наличии единственную математическую модель. Так или иначе необходимо обеспечить соответствие переходных процессов реально протекающим в ЭП физическим процессам, что может потребовать внесения как сравнительно небольших корректив в имеющееся математическое описание машины, так и в некоторых случаях - основательной реструктуризации модели в целом. Наиболее проработанными областями исследований в теории электропривода являются пусковые режимы асинхронного ЭП при питании последнего как от управляемых, так и от неуправляемых источников энергии [2].

В докладе рассмотрены особые режимы работы ЭП возникающие при отключении асинхронного двигателя от сети с нерегулируемыми параметрами и повторном его включении в ту же самую питающую сеть при затухшем и не затухшем поле ротора. Осуществлена оценка влияния ЭДС наведенной в обмотку статора не затухшим полем ротора на величину максимально допустимого тока статора при различных фазовых сдвигах наведенной ЭДС и питающего напряжения сети. Выработаны практические рекомендации по

применению устройства, осуществляющего согласование по фазе, наведенной ЭДС и напряжения питающей сети при повторном включении АД в сеть переменного напряжения.

В дополнение, рассмотрена модифицированная структурная схема асинхронного ЭП во вращающейся с синхронной частотой ортогональной системе координат. Основная модификация заключается во внедрении триггерной подсистемы с целью получения формы переходных процессов по току ротора и ЭДС наведенной в обмотке статора, соответствующих закону коммутации в цепях с присутствующей индуктивной нагрузкой, при допущении о гашении тока статора в дугогасительном промежутке коммутационного аппарата за относительно малый промежуток времени. Следует отметить, что представленный подход к построению математической модели делает возможным ее использование для расчета переходных процессов асинхронного ЭП в режиме динамического торможения. Режим динамического торможения рассмотрен при учете насыщения магнитопровода машины.

### **Список литературы**

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. Учеб. Заведений / Г.Г. Соколовский. – М. : Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
2. Абакумов И.Д. Теория электропривода: учеб.-метод. Пособие/ И.Д. Абакумов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 72 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ НА ГОРОДСКОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТРАНСПОРТЕ**

**А.В. Кучмурукова, Е.А. Спиридонов**

**Новосибирский государственный технический университет,  
spiridonov@corp.nstu.ru**

*В работе проанализировано влияние средней скорости транспортного потока и типа системы управления подвижного состава на эффективность рекуперативного торможения*

**Ключевые слова: рекуперативное торможение, эффективность рекуперативного торможения, городской электрический транспорт, электроподвижной состав.**

В настоящее время проблеме экономии электроэнергии уделяется большое внимание. В нашей стране городской электрический транспорт (ГЭТ) является крупным потребителем электроэнергии. Именно поэтому решение задач по энергосбережению на транспорте является одной из важных задач. Основным способом, позволяющим сократить потребление электроэнергии тяговыми подстанциями, является применение рекуперативного торможения электроподвижного состава (ЭПС).

Использование рекуперативного торможения обеспечивает повышение энергетической эффективности электрической тяги ЭПС.

С точки зрения энергоэффективности, рекуперация в энергосистеме электрической тяги зависит от влияния различных, как неизменных, так и случайных факторов, которые не позволяют в полной мере использовать ее потенциал. Первая группа факторов связана с режимами движения ЭПС, например, разгон и торможение. Вторая группа факторов связана с параметрами системы тягового электроснабжения, туда входят такие факторы, как сопротивление тяговой сети, напряжение тяговой подстанции (ТП), сопротивление питающих фидеров и др. Эта группа факторов определяет зону приема и передачи энергии рекуперации, а также потери электроэнергии.

Также эффективность рекуперативного торможения зависит от средней скорости транспортного потока, характеристик ЭПС, (куда входят масса ЭПС, тип ЭПС, система управления), профиля пути и погодных условий.

В программе, разработанной на кафедре ЭТК НГТУ, была проведена серия модельных экспериментов по оценке эффективности рекуперации в различных режимах работы системы. В основе программы заложен алгоритм расчета мгновенных электрических схем. Имеется возможность, задавать схемы питания и секционирования тяговой сети, электрические параметры системы тягового электроснабжения и параметры подвижного состава.

Также программный комплекс позволяет оценивать эффективность рекуперации на основе анализа наложения актов тяги и торможения. Преимуществом данной программы является возможность выделить и оценить влияние какого-либо отдельного фактора на эффективность рекуперации, при неизменных условиях.

На первом этапе проведена оценка влияния средней скорости транспортного потока на расход энергии.

Выявлено, что в случае 100% ЭПС с реостатно-контакторной системой управления (РКСУ), удельный расход энергии на шинах тяговой подстанции имеет явный минимум в районе скорости 15 км/ч.

Снижение средней скорости ЭПС приводит к значительному росту энергопотребления, что обусловлено увеличением доли времени работы пуско-тормозных реостатов.

Видно, что переход на импульсную систему управления (ИСУ) приводит к существенному снижению расхода энергии, приведенного к шинам тяговой подстанции (в диапазоне низких средних скоростей происходит снижение в 2,5-2,7 раза).

При 100% ИСУ рост средней скорости движения приводит к росту энергопотребления. Также установлено, что использование энергии рекуперации позволяет снизить общий расход энергии на 12-22% в зависимости от средней скорости транспортного потока. При этом суммарная доля энергии электрических торможений составила от 23 до 28% от энергии, потребленной на тягу. Таким образом можно говорить о том, что повышение средней скорости транспортного потока приводит к снижению относительной эффективности рекуперации.

На втором этапе проведена оценка влияния доли поездов с РКСУ и ИСУ на энергопотребление и эффективность использования энергии рекуперации.

Также следует отметить, что снижение средней скорости движения приводит к увеличению эффективности рекуперации, т.е. росту доли энергии торможения, переданной в тяговую сеть.

## **ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**А.В. Кушнир, Е. С. Кучер**

**Новосибирский государственный технический университет,  
alino4ka\_1994k\_v@mail.ru**

*В данной работе рассматриваются особенности построения системы управления общепромышленным асинхронным электроприводом с применением алгоритмов предварительной и текущей идентификации.*

**Ключевые слова: асинхронный электропривод, скалярное управление, предварительная идентификация.**

Объектом исследования является частотно-регулируемый общепромышленный электропривод переменного тока.

Выбор способа и принципа управления общепромышленного электропривода базируется на основании требований к регулированию скорости и показателям качества переходных процессов основных координат состояния асинхронного двигателя.

Скалярный принцип частотного управления является наиболее распространенным управлением, которому свойственна техническая простота измерения и регулирования абсолютных значений переменных АД. Управление осуществляется по функциональной характеристике, связывающей напряжение и частоту статора электродвигателя ( $U/f$  - характеристике), с применением модуля IR-компенсации для поддержания постоянства потокосцепления статора в соответствии с этой характеристикой. Данный способ управления применяется для электроприводов, в которых отсутствуют высокие требования к динамике.

Разрабатываемая система планируется к использованию в небольшом диапазоне регулирования, и поскольку скалярное управление позволяет получать искусственные механические характеристики с требуемой жесткостью, а также, учитывая преимущества этого вида управления, можно сделать вывод, что данный способ управления может быть применён при проектировании рассматриваемого электропривода по системе ПЧ-АД.

При реализации системы управления асинхронным электроприводом, возникает вопрос в выборе параметров схемы замещения асинхронного двигателя, а именно значений активного и реактивного сопротивления статора и ротора, а также параметров намагничивающей цепи. Большинство из этих параметров схемы замещения АД не приводятся в справочной литературе, либо не обладают достоверной точностью. Поэтому для нахождения параметров схемы замещения и для измерения их значений во время работы, применяются алгоритмы идентификации.

На этапе подготовки электропривода к работе, для определения параметров асинхронного двигателя, к нему можно применить алгоритмы активной предварительной идентификации.

Активная идентификация подразумевает использование специальных тестовых воздействий, с помощью которых выделяется тот или иной параметр, значение которого необходимо узнать.

Для определения параметром уже непосредственно в процессе работы применяются алгоритмы пассивной текущей или динамической идентификации. И применяется данный алгоритм, для определения каких-либо изменений параметров электродвигателя

вследствие изменения его теплового состояния, в заданном режиме работы. [1]

В работе был применен алгоритм активной предварительной идентификации постоянной времени и активного сопротивления ротора.

Температурный дрейф активного сопротивления обмотки ротора неизбежно влияет на величину постоянной времени ротора и проявляется как в переходных, так и в установившихся режимах электропривода. При изменении величины роторного сопротивления в системе могут возникать возрастающие автоколебания, и система становится неустойчивой к нагрузкам.

Суть метода предварительной идентификации параметров АД заключается в определении значений двух точек фазовой частотной характеристики (ФЧХ) модели цепи статора асинхронного электропривода и составлении на их основе системы уравнений, из которой можно однозначно выразить оценки постоянной времени и активного сопротивления цепи ротора асинхронного электропривода. [2]

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В. Тенденции развития общепромышленных электроприводов переменного тока на основе современных уроектов силовой электроники // Силовая интеллектуальная электроника. 2005. №2. С. 7 – 11.
2. Кучер Е. С. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие/ Е. С. Кучер, Д. А. Котин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 152с.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЯГОВОГО ПРИВОДА ГИБРИДНОГО АВТОБУСА**

**Р.Н. Латышев, М.В. Ярославцев**  
**Новосибирский государственный технический**  
**университет, yaroslavcev@corp.nstu.ru**

*Рассмотрены преимущества гибридных автобусов. Проведены расчетные исследования мощности первичного источника энергии и энергоёмкости накопителя энергии гибридной силовой установки автобуса при его циклическом движении.*

**Ключевые слова:** экономичность, гибридные автобусы, энергоёмкость накопителя.

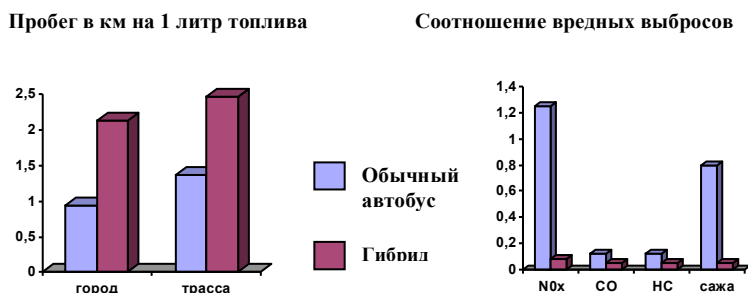


С конца прошлого века провозглашается, что XXI век должен стать веком экономии топливно-энергетических ресурсов и защиты окружающей среды от промышленных, в т. ч. транспортных загрязнений. Борьба за уменьшение выбросов токсичных веществ при работе двигателей внутреннего сгорания требуют разработки новых источников энергии для транспорта.

Циклический режим движения автотранспорта в городе наиболее характерен для автобуса – транспорта, эксплуатация которого ведется практически в 100%-ом режиме внутригородских пассажирских перевозок, и который является основным загрязнителем воздушного бассейна крупных городов. Проблема создания экономичного и экологически чистого автобуса является одной из приоритетных проблем городского пассажирского транспорта и ее решением в настоящее время заняты ведущие автобусостроительные фирмы мира.

Примером первого гибридного автобуса с суперконденсаторной системой накопления энергии был проект Исследовательского центра Национального Управления по аэронавтике и космонавтике США с применением российских наборных суперконденсаторов (1997). Целью разработки являлась экономия топлива и снижение в 10 раз вредных выбросов по сравнению с принятыми в США нормативами. [1, 2].

Результаты экспериментальных исследований гибридного автобуса, свидетельствующие о его несомненных преимуществах перед автобусами с обычными энергетическими установками приведены на рисунке 1.



**Рисунок 1** - Преимущества гибридного автомобильного транспорта

Целью моего исследования является проектирование тягового привода электробуса. В ходе выполненной работы был проведен обзор литературы. Показано, что основными проблемами при разработке гибридных автобусов являются:

- расчет потребления энергии;
- проектирование схемы подключения преобразователя;
- управление мощностью двигателя внутреннего сгорания.

В ходе работы выполнен тяговый расчёт для электробуса, унифицированного с троллейбусом TROLZA-6206. В результате тягового расчета определены:

- время хода -  $T_x=39$  с, ходовая скорость -  $V_x=31,5$  км/ч, пусковое ускорение -  $a_n=1,34$  м/с<sup>2</sup>, тормозное замедление -  $a_r=1,38$  м/с<sup>2</sup>.
- определен расход энергии на движение поезда по кривым потребления тока  $(A_{уд})_n=117,64$  Вт·ч/(т·км).

Для выбранного типа электроподвижного состава определены основные параметры гибридной энергоустановки:

- мощность первичного источника энергии (дизель-генератора) составляет 40 кВт,
- энергоёмкость накопителя энергии 711 Вт·ч.

### **Список литературы**

1. J.C. Brown, D.J. Eichenberg, and W.K. Thompson, Baseline Testing of the Hybrid Electric Transit Bus, National Aeronautics and Space Administration, Lewis Research Centr, NASA/TM1999-208890, 1999/
2. Штанг А.А. Повышение эффективности электротранспортных систем на основе использования накопителей энергии: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03: – Новосибирск, 2006. – 233 с.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ**

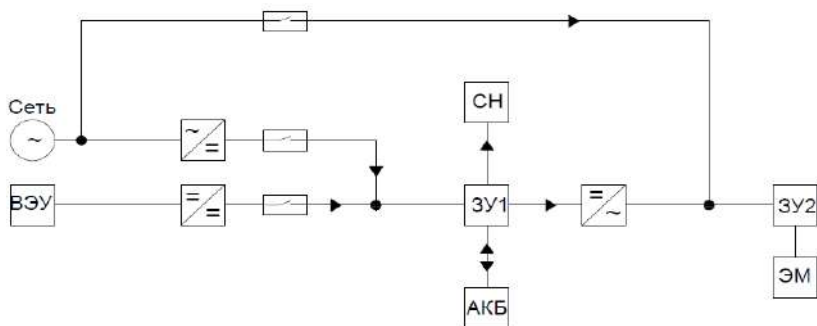
**Т.А. Логунов, М.В. Новолодский, С.В. Мятаж**  
**Новосибирский государственный технический университет,**  
**serg\_y\_7578@mail.ru**

*В данной статье рассматриваются зарядные станции для электромобилей, получающие энергию от возобновляющих источников энергии и принцип их работы.*

**Ключевые слова:** Заряд электромобиля, возобновляемые источники энергии, гибридный энергетический комплекс.

На сегодняшний день во всем мире большими темпами развивается инфраструктура зарядных, которые работают от электросети. Из уже приведенных видов станций более широкое применение получили обычные станции подзарядки, число которых уже превысило 70 тысяч. Помимо прочего не так давно в мире стали появляться станции подзарядки, которые работают от возобновляемых источников энергии или ВИЭ, а точнее – от ветровой и солнечной энергии. Все типы зарядных станций, действующие на территории РФ на сегодняшний день являются сетевыми.

Разработка зарядных станций для электромобилей, работающих от возобновляющих источников энергии, подразумевает собой создание ГЭК или гибридного энергетического комплекса. Гибридный энергетический комплекс - это совокупность взаимосвязанных сооружений и оборудования, необходимых для выработки энергии и ее преобразования в иные виды, а также потребления и распределения в границах взаимозависимого технологического процесса. Стоит отметить, что составные части комплекса четко не определены. К примеру, под ГЭК также подразумевают: объединение энергетических систем разных типов (рисунок 1), в числе которых использование ВИЭ; объединение потребителей, генераторов, предметов транспортной и коммутационной сети объекта местного характера [1].



**Рисунок 1** – Структурно-функциональная схема ГЭК: ВЭУ – ветроэлектрическая установка; АКБ – аккумуляторная батарея; СН – собственные нужды ГЭК; ЗУ – зарядное устройство; ЭМ – электромобиль

В заключении хотелось бы отметить, что так как РФ обладает огромным энергетическим потенциалом, как солнечной, так и ветровой энергии, то строительство зарядных станций, а также станций замены аккумуляторных батарей, которые включают в себя генерирующие установки, работающие от возобновляемых источников энергии, является очень перспективным.

#### **Список литературы:**

1. George Xydis. Wind Energy Based Electric Vehicle Charging Stations Sitting [Text] / George Xydis, EvanthiaNanaki. – IEEE Journal of emerging and selected topics in power electronics, vol. 2, no. 1, Nov. 2015.

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОПРИВЮДНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ**

Ш.Г. Майманов

Новосибирский Государственный Технический Университет  
borisnovel@mail.ru

*Можно выдвинуть гипотезу о возможности повышения эффективности электротехнических комплексов установок электроцентробежных насосов в составе - погружного асинхронного электрического двигателя, погружной кабельной линии, скважинного трансформатора, сглаживающего фильтра, станции управления с позиций системного анализа.*

Установка электроцентробежных насосов (УЭЦН) реализуют насосный способ эксплуатации нефтепромысловых скважин. ЭТК в составе УЭЦН выполняет основную роль преобразования электрической энергии наземной комплектной трансформаторной подстанции (КТПН) в механическую энергию погружного центробежного насоса (ЭЦН).

В соответствии с принципами прикладного системного анализа ЭТК (система) в то же время является частью УЭЦН (суперсистема). Поэтому системные целевые установки функционирования ЭТК задаются требованиями со стороны системы более высокого уровня - УЭЦН.

Применительно к рассматриваемому вопросу это, прежде всего, означает обеспечение ЭЦН механической энергией с возможностью регулирования момента и частоты вращения ЭЦН. Кроме того, и момент и частота вращения должны быть так же, как и потребляемые от КТПН токи и напряжения очищены от "паразитных" составляющих

— реактивных и добавочных моментов ПЭД, неравномерности вращения, высших гармоник по сетям внешнего электроснабжения и погружной кабельной линии. Локальные - несистемные - требования к ЭТК при этом остаются общими для электротехнических установок нефтепромысловых объектов.

Применительно к рассматриваемому вопросу это, прежде всего, означает выполнение требований энергоэффективности и энергосбережения - максимально высокого КПД и коэффициента мощности, экономичные способы регулирования, снижение потерь во всем силовом канале энергопреобразования в ЭТК.

### **Список литературы**

1. Луковенко, А.С. Повышение надежности и качества электроснабжения потребителей тяговых подстанций переменного тока / А.С. Луковенко. – Красноярск, 2016. – 21 с.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ХОЛОДНОГО ЦИКЛА УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ**

**Е.А.Малахова, Б.В. Малоземов**

**Новосибирский государственный технический университет,  
borisnovel@mail.ru**

*Данная статья посвящена одной из актуальных проблем, автоматизации холодного цикла установки подготовки нефти, ведь нефтегазовый комплекс – это локомотив российской экономики, который обладает высокими финансовыми возможностями. Именно на объектах этой промышленности самые передовые разработки в области автоматизации находят наиболее широкое распространение, и именно здесь системы контроля и управления технологическими процессами становятся всё более востребованными.*

**Ключевые слова:** холодный цикл установки подготовки нефти, установка подготовки нефти.

Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) холодного цикла установки подготовки нефти (УПН) предназначена для автоматизированного и автоматического контроля и управления в реальном масштабе времени технологическими процессами сбора, подготовки нефти, газа и подтоварной воды с целью безопасной эксплуатации производства и

обеспечения регламентных показателей технологического процесса с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами, а также для противоаварийной автоматической защиты технологического процесса и оборудования автоматизируемой установки сероочистки[1].

В процессе исследования, было выявлено, что УПН Мессояхинского месторождения предназначена для сбора, сепарирования, обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии, поступающей с месторождения, качество подготовленной товарной нефти соответствует требованиям ГОСТа [3], а также для подготовки пластовой воды и использования ее в системе поддержания пластового давления (ППД). Максимальная производительность установки представлена в таблице 1[2].

**Таблица 1 – Производительность УПН**

Наименование	Производительность
по жидкости	3083 т/сут. (1125,3 тыс.т/год)
в том числе:	
-нефть	2032,5т/сут. (741,9 тыс.т/год)
-вода пластовая	1050т/сут. (383,4 тыс.т/год)
-газ попутный	150500м <sup>3</sup> /сут. (60,4 млн.м <sup>3</sup> /год)
по товарной нефти	0,7 млн.т/г

Проблемой холодного цикла УПН Мессояхинского месторождения является недостаточная автоматизированность процесса, что влияет на эффективность и качество работы.

В процессе разработки мероприятий, предлагается, внедрить новую, более автоматизированную систему управления технологическим процессом, который будет включать в себя получение, обработку и передачу информации о состоянии технологического объекта обслуживающему персоналу.

Внедрение проекта автоматизации позволит не только значительно облегчить работу операторов и другого обслуживающего персонала, но также позволит оперативно и качественно получать информацию о технологическом процессе, отслеживать состояние оборудования установки и контролировать значения регулируемых параметров.

За счет внедрения АСУ ТП можно добиться существенного улучшения отделения нефти от газа, это позволит повлиять на следующие факторы:

- более эффективный отбор нефти за счет точного распределения продукта;

– замена исполнительных механизмов с ручным воздействием на автоматическое управление технологическим процессом позволит сократить обслуживающий персонал, что приведет к уменьшению затрат на заработную плату рабочим.

### **Список литературы**

1. Андреев, Е.Б. Технические средства систем управления технологическими процессами нефтяной и газовой промышленности. [текст] / Е.Б. Андреев, В.Е. Попадько.– М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 269 с.
2. Установка подготовки нефти Мессояхинского месторождения. Первый пусковой комплекс: технологический пусковой регламент. [текст] –Иркутск: 2009. – 133с.

## **СИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ НА ПОСТОЯННЫХ МАГНИТАХ ДЛЯ ПРИВОДА ВИНТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

**В.В. Масловец, А.Ф. Шевченко**

**Новосибирский государственный технический университет,  
a.shevchenko@corp.nstu.ru**

*В данной статье приведены: описание существующих электродвигателей для привода винта беспилотного летательного аппарата, преимущества синхронного двигателя на постоянных магнитах, его конструктивные особенности. Сравнение синхронного двигателя на постоянных магнитах с другими двигателями.*

**Ключевые слова:** синхронный двигатель на постоянных магнитах, двигатель, электродвигатель, беспилотные летательные аппараты.

В наше время остается актуальной проблема создания беспилотного летательного аппарата (БПЛА) без двигателя внутреннего сгорания, который обладал бы аналогичными техническими характеристиками, а также, превосходил свой аналог по некоторым ключевым параметрам.

БПЛА с двигателем внутреннего сгорания имеет ряд следующих недостатков: низкая скорость полета; сложная система управления полетом; высота полета около 8-12 тысяч метров; небольшой вес полезной нагрузки, устанавливаемой на БПЛА.

Применение электродвигателей на БПЛА обусловлено рядом причин. Во-первых, у современных электродвигателей высокий коэффициент полезного действия (в случае применения двигателей с постоянными магнитами фактически может достигать 95%). Во-вторых, электродвигатели весят намного меньше чем двигатели внутреннего сгорания, имеющие аналогичные характеристики, так как к электродвигателю не нужно подводить топливо чтобы обеспечить его работу, поэтому не требуется предусматривать размещение топливопроводов, из-за чего можно существенно уменьшить вес конструкции. Также стоит отметить, что электродвигатель и аккумуляторная батарея менее взрывоопасна, в сравнении с двигателем внутреннего сгорания. В-третьих, электродвигатели практически не испускают теплового излучения, в следствии чего БПЛА с электродвигателями труднее обнаружить тепловым радаром. Это расширяет возможности его применения в разведывательных целях.

В данной работе в качестве привода винта БПЛА был выбран синхронный двигатель на постоянных магнитах, имеющий ряд следующих преимуществ в сравнении с асинхронными электродвигателями, бесколлекторными электродвигателями постоянного тока и электродвигателями в целом:

- 1) Отсутствие токов и обмоток в роторе снижает общий уровень потерь в машине, что позволяет повысить ее электромагнитные нагрузки, а тем самым увеличить коэффициент полезного действия, снизить габариты и вес машины в сравнении с асинхронными электродвигателями;

- 2) Существенное увеличение полюсности позволяет уменьшить высоту ярма статора и за счет этого увеличить диаметр расточки статора электродвигателя и повысить развиваемый момент без увеличения внешних габаритов машины;

- 3) Синхронные электродвигатели с постоянными магнитами в сравнении с другими электродвигателями обладают лучшими показателями: мощность/объем, момент/инерция и другие.

- 4) Применяя в СДПМ однозубцовую обмотку с числом пазов на полюс и фазу  $q < 1$ , за счет уменьшения длины лобовой части можно уменьшить расход меди и, соответственно, электрические потери.

Минусом данного электродвигателя является его относительная дороговизна.

Итак, в настоящее время ведется разработка беспилотных летательных аппаратов, которые смогут выполнять определенные задачи, не представляя при этом опасности для жизни человека. На



этих БПЛА разумна установка синхронных электродвигателей с постоянными магнитами, потому что они во многом превосходят существующие двигатели внутреннего сгорания с аналогичными характеристиками, а также, рассмотренные в статье электродвигатели. Более того, сейчас, особенно в условиях относительно дешёвых внутренних цен на материалы необходимо создавать современные двигатели для привода винта беспилотного летательного аппарата, поскольку теория синхронных машин с постоянными магнитами в России находится на передовом уровне.

### **Список литературы**

1. Шевченко А.Ф. Новые многополюсные синхронные двигатели исполнительных электромеханизмов // В кн.: Автоматизированный электропривод. М.: Энергоатомиздат, 1990.
2. Шевченко А.Ф. Синхронный электродвигатель А.с. №1345291 опубл. 15.10.87 Бюлл. № 38

## **АНАЛИЗ ПИТАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

**И.Р. Миназетдинов, Ю.В. Панкрац**  
**Новосибирский Государственный Технический Университет,**  
**gsclocking@gmail.com, pankrats79@mail.ru**

*В работе рассматриваются вопросы повышения технико-экономических показателей электроприводов за счёт разработки импульсных источников питания, которые будут обеспечивать надежность и стабильность, а также иметь меньшие массогабаритные характеристики, чем их альтернатива – линейные вторичные источники питания.*

**Ключевые слова:** импульсный источник питания, электропривод, система управления электроприводом.

Почти любая электронная схема, начиная от простых схем на базе транзисторов и операционных усилителей и до сложнейших цифровых и микропроцессорных систем, для адекватной работы требует один, либо несколько стабильных источников питания постоянного тока.

Самые простые нерегулируемые источники питания, типа трансформатор – мостовой выпрямитель – конденсатор, обладают существенными недостатками: выходное напряжение таких

источников питания зависит от тока нагрузки и напряжения сети. Кроме того их напряжение пульсирует с частотой до 300 Гц,

Основной задачей работы является анализ различных вариантов преобразования напряжения, используемых для питания систем управления электроприводом:

- а) целесообразность использования АС– ДСпреобразователей с различными выходными напряжениями;
- б) совместное использование АС – ДСи ДС–ДСконвертеров.

Для питания системы управления электропривода, включающей контроллер или драйверы транзисторов, можно построить стабилизированный источник питания, использующий обратную связь для сравнения с эталонным (опорным) напряжением[1].

Наиболее распространен способ изменения напряжения с применением ДС-ДСпреобразователей работающих по принципу широтно – импульсной модуляции, которая обладает малыми потерями, высоким КПД и малыми габаритами. Преобразователи постоянного тока обладают большим диапазоном входных напряжений, входное напряжение может быть как выше, так и ниже выходного

Работа преобразователей постоянного тока сводится к преобразованию входного постоянного напряжения в переменное напряжение, посредством широтно – импульсной модуляции, затем понижается или повышается и выпрямляется. В работе рассмотрены варианты преобразования постоянного напряжения из 15В в 5В, так и из 5В в 15В постоянного напряжения.

Важной проблемой ДС-ДСпреобразователей является емкостная связь между входом и выходом. Например, реальная катушка индуктивности, не является идеальной. Эта катушка обладает омическим сопротивлением и паразитной емкостью, которая обусловлена многослойной намоткой. В то же время конденсатор может содержать эквивалентную последовательную индуктивность. Ее наличие и величина зависит от типа конденсатора и обусловлена технологией изготовления. Реальные полупроводниковые ключи обладают также паразитными сопротивлениями, приводящими к появлению токов утечки.

Паразитные реактивные элементы не могут рассеивать энергию и выделять ее в виде тепла. Энергия, запасенная на реактивных паразитных элементах, выбрасывается обычно в момент переключения, а затем рассеивается на резисторах или других элементах имеющих омическое сопротивление[2].

Влияние паразитных элементов может быть как положительным, так и отрицательным. При этом, у одного и того же элемента может меняться в зависимости от ситуации.

Например, во время открытия силового ключа, паразитная индуктивность ограничивает ток через транзистор, а в момент запираания будет происходить выброс энергии, накопленный на паразитной индуктивности. Паразитная емкость сток-исток может быть полезна в момент запираания ключа, но во время открытия ключа она сказывается отрицательно.

Следовательно, для повышения эффективности импульсных преобразователей, необходимо свести к минимуму, влияние паразитных элементов, это является одной из причин недостижимости 100% КПД преобразователей.

### **Список литературы**

1. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: Пер. с англ. – Изд. шестое. М.:Мир, 2001. – 704 с., ил.
2. Маниктала С. Импульсные источники питания от А до Z: Пер.сангл – К.:«МК-Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2014. – 256с.,ил.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ПОГРУЖНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ**

**С.В. Мирошниченко, В.М. Кавешников**  
**Новосибирский Государственный Технический Университет,**  
**serafima.miroshni4enko@yandex.ru**

*В данной работе рассмотрены процессы управления погружным оборудованием для нефтяной отрасли, а также представлены пути оптимизации и автоматизации.*

**Ключевые слова:** погружное оборудование, оптимизация, автоматизация, нефтяная отрасль.

Нынешнее состояние нефтяной индустрии РФ характеризуется сокращением объемов прироста промышленных запасов нефти, повсеместном переходе на механизированный метод добычи при резком уменьшении фонтанирующих скважин. Главным назначением ЭЦН является поднятие пластовой жидкости (вода+нефть+газ+механические примеси) на поверхность. Поэтому основной задачей является оптимизация давления на выходе насоса.

Оптимизация системы управления подразумевает последовательное решение нескольких задач:

Существует три метода определения критерия оптимальности: метод вариационного исчисления Эйлера, принцип максимума Понтрягина и метод динамического программирования Беллмана.

Вариационное исчисление – это раздел математики, изучающий задачи оптимизации при более общих условиях, чем те, которые рассматриваются в обычной теории максимумов и минимумов. Принцип максимума Понтрягина был получен при помощи вариационного исчисления. Однако, в работе Понтрягина величины управляющих воздействий могут быть ограничены пределами, а в методе вариационного исчисления они имеют неограниченные пределы. Динамическое программирование представляет собой метод многошагового решения вариационных задач.

Для успеха процесса оптимизации необходимо подходящее математическое описание.

Оно должно быть достаточно простое, но не теряющее основного смысла технологии. В данном случае мы можем пренебречь электромагнитными процессами в двигателе.

Наиболее подходящим методом является принцип максимума Понтрягина. Этот метод был первоначально получен Понтрягиным при помощи классического вариационного исчисления. В работе Понтрягина управляющие воздействия могут быть элементами замкнутого множества или, другими словами, величины управляющих воздействий могут быть ограничены некоторыми пределами.[1] Кроме того, применяя принцип максимума, можно определить характерные черты и общую структуру системы оптимального управления. Этот принцип позволяет решить проблему оптимизации, требующей отыскания минимума или максимума функционала, подчиненного некоторым ограничениям.[1]

Принцип максимума Понтрягина преобразует исходную постановку задачи оптимального управления к краевой задаче.

- Преобразование исходной постановки задачи к универсальному виду
- Запись функции Гамильтона
- Отыскание оптимального управления
- Запись канонической системы дифференциальных уравнений, в которой подставлено  $u_{opt}$
- Конкретизация условий трансверсальности
- Формулировка краевой задачи

## Список литературы

1. Ту Ю. Современная теория управления. – Москва: Изд-во «Машиностроение», 1971. – 468 с.

## ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПУТЕМ СИНТЕЗА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Е.И. Нагель, Е.С. Кучер

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
egorkuznetczov@gmail.com, kucher@corp.nstu.ru

*Целью данной работы является синтез насосного агрегата и обоснование преимуществ использования систем автоматического управления перед традиционными методами регулирования напора. Синтез предполагается произвести методом последовательной коррекции. Параметры качества задаются исходя из общепринятых стандартов. Сравнение методов регулирования будет произведено аналитическим путем.*

**Ключевые слова:** насосный агрегат, система автоматического управления, способы регулирования напора, энергоэффективность.

Повсеместное использование насосных агрегатов и их регулирование путем архаичных методов приводит перерасходу энергетических ресурсов. Следствием нерационального использования являются повышенные затраты на содержания насосной установки и дополнительные издержки со стороны предприятия или домохозяйства в целом.

Стоимость энергоносителей также неуклонно растет, увеличивая затраты на содержания насосных агрегатов.

Также, в мире, наметилась тенденция перехода от традиционных энергоносителей, под которыми подразумеваются исчерпаемые источники энергии (уголь, газ, производные нефти, а также топливо для атомных электростанций) к альтернативным источникам энергии. Под этими источниками подразумеваются энергоустановки генерирующие электроэнергию при помощи возобновляемых ресурсов (ветра, солнечной энергии, геотермальные и т.п.). На постройку таких источников и последующую миграцию потребителей на них, уходят большие средства, тем самым делая электрическую энергию в некоторых странах весьма недешевой.

Основываясь, на вышеизложенном, единственным путем развития электроустановок является их модернизация, в угоду энергоэффективности. Стоимость содержания насосных агрегатов с архаичными методами регулирования становится все более невыгодной и все большее количество предприятий и домохозяйств предпочитают инвестировать в продвинутые системы, позволяющие при высоких начальных затратах выйти на окупаемость к середине цикла жизнедеятельности электроустановки.

Наиболее оптимальным вариантом будет использование автоматизированной системы управления. Она позволит повысить общее КПД установки, тем самым снизив затраты. А повсеместный ввод данных установок позволит экономить не только покупателям, но и снизить затраты на производство таких установок, путем увеличения поставок, и увеличения прибыли производителей за счет увеличивающегося объема

В данной работе аналитическим путем будут сравнены архаичные методы и современные, а также приведен пример реализации данной системы управления насосным агрегатом.

Для целей автоматизации технологического процесса проведем линеаризацию модели насоса.

Для определения типа регулятора будет проведен синтез системы автоматического регулирования (САР) методом построения желаемой логарифмической амплитудно-фазовой характеристики (ЛАЧХ). Далее будет осуществлен синтез САР параметрическим методом.[1]

Моделирование САР будет осуществлено для проверки правильности, полученных в результате синтеза данных. Также с помощью моделирования, будет проведена оценка качества переходных процессов САР при пуске, пуске под нагрузкой, набросе и сбросе нагрузки.

По полученным данным можно будет дать оценку целесообразности применения САР насосного агрегата в современных условиях.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами: учеб. пособие / В.В. Панкратов. – Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. – 200 с.

# ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫ АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСОВ ХОЛОДНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА.

**В.Н. Николенко, Г.М.Симаков**  
Новосибирский государственный технический университет,  
[simakov@corp.nstu.ru](mailto:simakov@corp.nstu.ru)

*Рассматривается проблема энергоэффективности существующих насосных станций. Предлагается вариант технического решения по снижению стоимости обслуживания насосной станции. Приводится обзор решения этой задачи. Дана краткая характеристика этапов исследования.*

**Ключевые слова:** повысительная установка, асинхронных электропривод, регулирование давления.

Объектом исследований в работе является процесс обеспечения жилой водой жилых помещений и потребление электроэнергии насосными установками.

Предмет исследований – проектирование регулируемой повысительной установки с системой автоматического регулирования давления.

Цель исследования – повышение эффективности повысительной насосной станции индивидуального теплового пункта за счет внедрения регулируемого метода управления насосом. Согласно проведенному анализу, существующие повысительные установки оснащены нерегулируемым электроприводом, что приводит к значительным потерям электроэнергии так как режим работы насоса сильно варьируется по времени.

В ходе выполнения работы была разработана автоматизированная система поддержания величины заданного давления в системе холодного водоснабжения многоквартирного жилого дома. Данная система основана на применении частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Был рассмотрен и проанализирован технологический процесс обеспечения холодного водоснабжения многоэтажного жилого здания и возможные способы регулирования давления в системе. Были сформулированы основные требования в автоматизированной системе, подобран асинхронный двигатель.

В результате проведенного синтеза всех регуляторов системы подчиненного регулирования электропривода и последующего моделирования системы регулирования давления в среде «Matlab/Simulink» была получена система качественного регулирования давления, состоящая из системы ПЧ-АД во вращающейся системе координат  $d$  и  $q$ , насоса и регулятора давления, который является пропорционально-интегральным регулятором. Максимальная величина перерегулирования величины напора в системе не превышает 0,38(%), что более чем достаточно для нормального функционирования всех элементов системы водоснабжения жилого дома. Во всём расчетном диапазоне объема водопотребления не наблюдается даже небольшого отклонения в величине технологического параметра, следовательно, все жители дома будут всегда обеспечены холодной водой в необходимом объеме. Вся гидротехническая арматура и установки, находящиеся в системе водоснабжения жилого дома после повысительной станции будут всегда работать в нормальном (штатном) режиме без перегрузок и гидравлических ударов, что существенно сказывается на их сроке службы.

Срок окупаемости при внедрении выбранной системы регулирования давления составляет около полугода.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод, что разработанная система частотно-регулируемого электропривода насосов холодного водоснабжения является наиболее рентабельной для качественного и количественного обеспечения холодной водой жителей многоквартирного жилого дома.

### **Список литературы**

1. Головенкин А.Н . Электропривод центробежных механизмов: учебное пособие. - Киров:ВятГУ, 2004г-105с.
2. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.:Энергия, 1980 – 360с.,ил.
3. Рудаков В.В. и др., Асинхронные электроприводы с векторным управлением/ В.В. Рудаков, И.М. Столяров, В.А. Дартау. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. Отд-ние, 1987. – 136 с.: ил.



## БЕСПРОВОДНОЙ СПОСОБ ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

М.В. Новолодский, Т.А. Логунов, С.В. Мятеж  
Новосибирский государственный технический университет,  
serg\_y\_7578@mail.ru

*В данной статье рассматриваются беспроводные устройства заряда аккумуляторной батареи электромобиля, их преимущества и недостатки, область применения, а также принцип работы.*

**Ключевые слова:** беспроводная передача энергии, заряд электромобиля в движении, магнитно-резонансный способ заряда, беспроводная электрическая дорога.

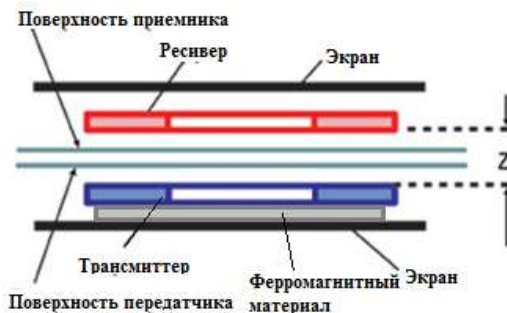
По мнению экспертов, электромобили – транспорт будущего. Преимущества электромобиля по сравнению с топливным автомобилем очевидны. Однако развитие электромобиля сдерживает несовершенство источника питания тягового электрического двигателя. Такой электрический транспорт как троллейбус «привязан» к контактной сети, а электромобиль заряжается проводной зарядкой в местах парковки или дома и способен проехать в среднем 150-200 км.

Безусловно следующий этап развития – переход к беспроводному способу заряда. Они удобны в использовании, позволят повысить дальность хода, улучшит массогабаритные показатели электрического транспорта.

Устройства беспроводного заряда уместны на местах парковки, на остановках городского общественного транспорта, в гараже. Эффект увеличения дальности хода обоснован созданием зарядной дорожной полосы.

Беспроводное устройство заряда основано на явлении электромагнитной индукции (рисунок 1).

Переменный ток высокой частоты подаётся на первичную обмотку, которая находится землёй. Протекающий в ней ток создаёт переменный магнитный поток, который пронизывает вторичную обмотку, находящуюся непосредственно на электромобиле, создавая в ней ЭДС индукции. Во вторичной обмотке под действием ЭДС индукции протекает переменный ток. Затем переменный ток с помощью выпрямителя преобразуется в постоянный ток, тем самым заряжая тяговую аккумуляторную батарею.



**Рисунок1 - Принцип беспроводной передачи энергии**

Для эффективной работы беспроводной системы зарядки необходимо, чтобы частоты контуров трансмиттера и ресивера были настроены одинаково.

Южнокорейские инженеры из Корейского института передовых технологий сконструировали электробус с системой заряда OnlineElectricVehicle, или OLEV. Под дорожным полотном на расстоянии 30 см от поверхности находятся обвитые силовые кабели вокруг Ш-образного сердечника. Силовые кабели подключены к национальной энергосистеме Южной Кореи. Частота передачи составляет 20 кГц, мощность – 17 кВт[1].

В заключении хотелось бы добавить, что создание беспроводных зарядных дорог позволит владельцам электромобилей совершать поездки на дальние расстояния, что существенно увеличит спрос на них и приведёт к улучшению экологии. А создав отдельные участки дорожного полотна с беспроводным зарядом на остановках, либо на перекрёстках, позволит непрерывно использовать электробус в течение дня без долгих проводных подзарядок.

### **Список литературы:**

1. Siqi Li. Wireless power transfer for electric vehicle applications [Text] / Siqi Li, Chunting Chris Mi. – IEEE Journal of emerging and selected topics in power electronics, vol. 3, no. 1, Mar. 2015.

## ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ИНДУКТИВНОГО ПОДВОДА ЭНЕРГИИ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Е.О. Орел, В.М. Кавешников

Новосибирский государственный технический университет,  
vldi@yandex.ru

*В работе решается задача составления математического описания источника питания специального транспортного средства (ТС) с индуктивным подводом энергии от заложенного в дорогу кабеля. Источник питания (ИП) располагается под дорожным полотном, энергоприемник находится на борту ТС. Передача энергии от дорожного полотна к ТС осуществляется по принципу трансформатора с воздушным зазором, где первичная обмотка – всё дорожное полотно, а вторичная обмотка – энергоприемник на ТС. Эффективность передачи энергии зависит от величины воздушного зазора, магнитное сопротивление которого намного больше сопротивления ферромагнитного сердечника, поэтому необходимо предусмотреть его изменение при движении электротранспорта. В целях исследования динамических свойств системы необходимо составить математическое описание ее элементов. Основное внимание в литературе уделяется составлению схем замещения элементов, играющих роль ИП в описанной технологии. Целью данной работы является разработка структурной схемы трансформатора с воздушным зазором как элемента системы автоматического управления. Отличием от широко распространенного математического описания является учет переменного влияния со стороны материала магнитопровода, площади сердечника в воздушном зазоре и величины воздушного зазора на процесс передачи энергии. Использование полученной структурной схемы позволит проводить анализ, синтез и оптимизацию процессов системы автоматического управления специальным ТС с учетом свойств ИП при создании энергоэффективного тягового электропривода.*

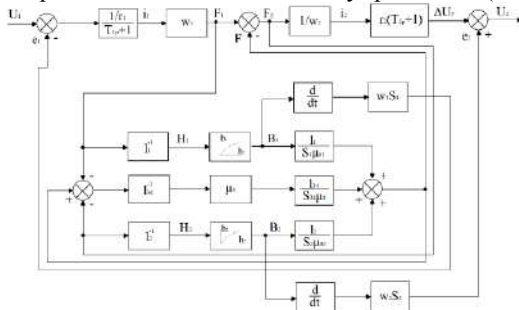
**Ключевые слова:** транспортное средство, источник питания, структурная схема, подвод энергии, энергоэффективность

Экономия энергии является ключевой проблемой современности. Соответственно, энергоэффективное управление электрическим транспортом представляет собой актуальную задачу. Бесконтактный подвод энергии кТС от заложенного в дорогу кабеля – одно из

наиболее интересных и перспективных технических решений в сфере цехового транспорта [1, 2].

Бесконтактная передача энергии осуществляется по принципу трансформатора с воздушным зазором, где дорожное полотно выполняет роль первичной обмотки, а вторичная обмотка расположена на транспортном средстве.

С использованием математического описания однофазного двухобмоточного трансформатора [3] и методики определения магнитодвижущей силы неразветвленного магнитопровода с воздушным зазором [4] составлено математическое описание, а по нему – структурная схема двухобмоточного трансформатора с воздушным зазором как элемента системы управления (Рисунок 1):



**Рисунок 1** – Трансформатор с воздушным зазором

Полученная схема позволяет исследовать статические и динамические показатели ИП рассматриваемого ТС с учетом переменных величины воздушного зазора, площади сердечника в воздушном зазоре и магнитной проводимости магнитопровода.

### Список литературы

1. Uhlemeyer A. Project planning for systems with contactless energy and data transmission [Electronic resource] / A. Uhlemeyer // [Materials of seminars of Drive Academy, SEW Eurodrive, Bruchsal, Germany, 3–7 dec. 2007]. – 1 electron-optical disk (CD–ROM, 2007).
2. Мани Л. Транспорт, энергетика и будущее : пер. с англ. / Л. Мани. – М.: Мир, 1980. – 160 с.
3. Байков А.И. Математические модели трансформаторов при анализе силовой части электроприводов/ А.И. Байков / Труды Нижегородского гос. техн. ун-та им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – №5 (102). – С. 316-327.
4. Немцов М.В. Электротехника и электроника/М.В. Немцов, М.Л. Немцова. – М.: Академия, 2007. – 424 с.

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ SIMULINK НА АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЕ ATMEGA328

А.Ю. Павлов, Д.А. Котин

Новосибирский государственный технический университет,  
tolikcorp95@gmail.com, d.kotin@corp.nstu.ru

*Предложен один из вариантов нового применения уже давно знакомых инструментов, представляющий простой и наглядный способ испытывать математические алгоритмы в аппаратной части. За основу взят программный пакет MATLAB-SIMULINK и электронный конструктор ARDUINO на микроконтроллере ATMEGA328P.*

**Ключевые слова:** Matlab-Simulink, Arduino, электронный конструктор, система реального времени, запуск алгоритмов на устройстве, аппаратный проект.

MATLAB – это высокоуровневый язык и интерактивная среда для программирования, численных расчетов и визуализации результатов. С помощью MATLAB можно анализировать данные, разрабатывать алгоритмы, создавать модели и приложения [1].

MATLAB широко используется в таких областях, как:

- обработка сигналов и связь;
- системы управления;
- автоматизация тестирования и измерений.

### ***Постановка задачи исследования***

В обычной практике используется пакет графического моделирования MATLAB-SIMULINK – составляются блок-схемы, производится цифровое моделирование, получается результат.

Все это выполняется исключительно на компьютере, без привлечения внешних модулей. При этом MATLAB поддерживает возможность связи со внешними устройствами через коммуникационные порты.

### ***Основная часть научно-исследовательской работы***

*Организация связи между вычислительным пакетом и аппаратной частью.* Назначение:

1. новое применение уже знакомым инструментам;
2. подключение реального устройства, возможность управлять и следить за ним;
3. возможность «ощутить» переходный процесс.

*Преимущества использования SIMULINK для программирования ARDUINO.* Среди преимуществ можно выделить следующие [2]:

- возможность разрабатывать и моделировать алгоритмы в SIMULINK и автоматически запускать их на устройстве;
- обработка сигналов, логики состояний и других передовых математических подпрограмм в аппаратных проектах;
- уточнение и оптимизация параметров по мере запуска алгоритма на устройстве;
- легкость в модификации алгоритмов для работы на других недорогих и коммерческих аппаратных решениях.

*Основные этапы подготовки SIMULINK и ARDUINO:*

- необходимо подготовить плату ARDUINO – загрузить в нее прошивку-ретранслятор. Задача которой, принимать команды из порта и выполнять их в аппаратной части;
- установить библиотеку для MATLAB SIMULINK;
- произвести инициализацию устройства.

После выполнения подготовительных этапов в SIMULINK LIBRARY появится категория блоков для работы с ARDUINO.

Устройство готово для совместной работы с SIMULINK.

Соберем простейшую модель для периодических всплеск светодиода.

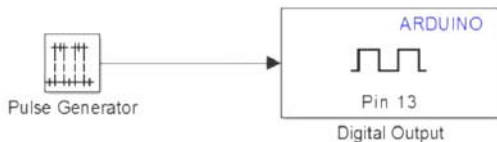


Рисунок 4 – Управление цифровыми выходами

После запуска модели светодиод, связанный с цифровым выходом 13 будет периодически вспыхивать и гаснуть с параметрами, указанными в блоке Pulse Generator.

**Заключение.** Для расширения возможностей SIMULINK была изучена платформа ARDUINO с целью создания системы реального времени – возможности реализовывать сложные математические решения и сразу их проверять на аппаратной части.

### Список литературы:

1. MATLAB и Simulink центр компетенций компании Mathworks. Консультации по продуктам, вопросы лицензирования, покупки и внедрения. [Электронный ресурс] / Matlab. – Режим доступа: <https://matlab.ru/>. – Загл. с экрана.

2. Arduino, контроллер, электроника, плата, конструктор, электротехника, программирование [Электронный ресурс] / Arduino. – Режим доступа: <http://arduino.ru>. – Загл. с экрана.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД «ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ»**

**А.В. Патраков, В.М. Кавешников**  
**Новосибирский государственный технический университет,**  
**[kaveshnikov@corp.nstu.ru](mailto:kaveshnikov@corp.nstu.ru)**

*В данной работе рассматривается проблема системы управления автоматизированным электроприводом «летучих ножниц». Предлагается новая система управления для улучшения надежности, качества работы и точности работы системы. Кратко описаны этапы исследования.*

**Ключевые слова:** асинхронный электропривод, частотное управление, синхронизация, летучие ножницы.

Объектом исследования является электропривод «летучих ножниц». Оборудование для электропривода «летучих ножниц» устарело, т.к. разработки проводились ещё в 1960-1970х гг. и не удовлетворяют современным возможностям и требованиям.

Возникает проблема модернизации электропривода «летучих ножниц», повышения их надёжности и точности реза, а также их универсальность. На сегодняшний день многие из «летучих ножниц» работают на электроприводах постоянного тока с использованием датчиков, что уменьшает их надёжность, т.к. горячий прокат металла подразумевает собой высокие температуры, что отрицательно влияет на датчики. Помимо этого, минусами существующих систем является то, что привода постоянного тока имеют большие габаритные размеры (в основном используют один привод на 2 ножа «летучих ножниц»), как следствие усложненную механику, что дополнительно снижает надёжность системы.

Для улучшения системы управления электроприводом «летучих ножниц» предлагается использовать асинхронный электродвигатель с преобразователем частоты, который устанавливается на каждый нож «летучих ножниц», что позволит снизить установленную мощность каждого двигателя, снизить напряжение питания, получить более высокую точность синхронизации, уменьшить габаритные размеры установки и увеличить надёжность системы.

В ходе выполнения работы была разработана автоматизированная система электропривода «летучих ножниц». Данная система основана на применении частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Был рассмотрен и проанализирован технологический процесс системы автоматизированного электропривода «летучих ножниц» и возможные способы её регулирования. Были сформулированы основные требования к системе, подобраны асинхронные двигатели и преобразователи частоты.

Проведено исследование динамики процессов асинхронного двигателя с короткозамкнутым двигателем.

Моделирование произведено в программе MATLAB Simulink. Система имеет два ПИ – регулятор скорости и перекрестные обратные связи, обеспечивающие, как показали результаты моделирования, достаточную точность синхронизации ножей.

### **Список литературы**

1. Афанасьев В.Д., Электропривод автоматических летучих ножниц, М. - Л., Госэнергоиздат, 1962, 144с. с черт. («Библиотека по автоматике», вып. 59).
2. Королев А.А., Конструкция и расчет машин и механизмов прокатных станков, Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М: Металлургия, 1985. - 376 с.

## **ДВУХПАКЕТНЫЙ СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОРА С КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ**

**И.Л. Попов, Д.М. Топорков**

**Новосибирский государственный технический университет,  
select12345@yandex.ru**

*Развитие автономной энергетики, а также возрастающая актуальность в источниках постоянного тока требуют новые технические решения. Статья посвящена проектированию и разработке двухпакетного генератора с комбинированным возбуждением, работающим на выпрямитель.*

**Ключевые слова:** синхронный генератор, комбинированное возбуждение, аксиальная индукторная машина, двухпакетная конструкция.



Альтернативой существующей поставке электрической энергии потребителям является индивидуальная поставка энергии от источников, расположенных в непосредственной близости или внутри инфраструктуры потребителей.

Источники постоянного напряжения всегда были востребованы. В последнее время их актуальность только растет. Вырабатывать постоянное напряжение способны генераторы постоянного тока. Но из-за наличия в таких машинах щеточно-коллекторного узла их стоимость возрастает, а надежность – наоборот. В среднем 25% случаев выхода из строя машин постоянного тока связаны с неполадками в коллекторе.

Выступать в качестве источника постоянного тока способны и синхронные машины, работающие с выпрямителем. В случае работы на выпрямитель для уменьшения длины пульсаций необходимо, чтобы переменная ЭДС была повышенной частоты. Синхронные генераторы в классическом исполнении, имеющие частоту вырабатываемой ЭДС  $f = n p$ , для этого случая не подходят. Увеличение скорости пограничено условиями механической прочности, а увеличение числа полюсов 2р – минимально возможным значением полюсного деления по условиям размещения обмоток. Поэтому в этих случаях применяются генераторы особой конструкции, которые называются индукторными и основаны на действии зубцовых пульсаций магнитного потока.

Предметом исследования является электрогенератор, который по конструкции и принципу действия схож с двухпакетной аксиальной индукторной машиной, однако в данной машине применяется комбинированное возбуждение. Обмотка возбуждения располагается на статоре между двумя пакетами, а магниты – на роторе. Явным преимуществом перед синхронной машиной в классическом исполнении является отсутствие скользящего контакта, из-за чего надежность машины в большей мере определяется надежностью изоляции и подшипников, меньшая мощность обмотки возбуждения, отсутствие пульсаций в ней, при высоких частотах вращения высокий КПД. Перечисленные преимущества делают данный генератор надежным и экономичным источником постоянного тока, а также переменного тока повышенной частоты.

### **Список литературы**

1. Попов И.Л. Двухпакетный генератор с комбинированным возбуждением / И.Л. Попов, М.А. Ковтун, Н.С. Гецинер; науч. рук. Д.М. Топорков // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. : в 10 ч., Новосибирск, 4–8 дек. 2017 г. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. –

Ч. 5. – С. 75-77. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-3418-5, ISBN 978-5-7782-3423-9 (ч. 5).

2. Вольдек А. И. Электрические машины. Учебник для студентов высших технических учебных заведений. – 3-е издание, перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с., ил.

3. Домбур Л. Э. Аксиальные индукторные машины / Л. Э. Домбур; Академия наук Латвийской ССР, Физико-энергетический институт. – Рига: Зинатне, 1984. – 247 с.

## **РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЕТРОГЕНЕРАТОРНЫМИ УСТАНОВКАМИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

**Н.С. Попов, Д.А. Котин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
d.kotin@corp.nstu.ru**

*В тезисах доклада представлена математическая модель ветрогенераторной установки на базе синхронного генератора с постоянными магнитами. Исследованы особенности её работы. Приведена функциональная схема ветрогенераторной установки и метод стабилизации её выходных параметров. Разработана система управления ветрогенераторной установки по методу локализации, представлена ее математическая модель. Реализовано управление активным выпрямителем напряжения.*

**Ключевые слова:** ветрогенераторная установка (ВУ), автономные источники энергии, стабилизация напряжения, автоматизированная система управления

В настоящее время развитие альтернативных источников энергии является прямым показателем уровня развития технологического прогресса страны. Именно по этой причине в 70-х годах XX века в СССР активно начинают развиваться различные направления альтернативной энергетики. По данным различных исследований [1] большая часть территории РФ, в том числе и Новосибирская область, является пригодной и предрасположенной для использования энергии ветра.

По рекомендациям [2], в качестве исследуемого объекта выбрана ветрогенераторная установка (ВГУ) на базе синхронного генератора с постоянными магнитами (СПМ). В процессе изучения данной системы возникает ряд проблем, главная из которых – это отсутствие

работоспособной математической модели ветрогенераторной установки.

Руководствуясь математическим описанием [3] синхронной машины с постоянными магнитами, составлено математическое описание ветрогенератора на базе СГПМ, а далее - ветрогенераторной установки в целом.

Основной проблемой ветрогенераторных установок является нестабильность выходного напряжения генератора, ввиду изменения силы ветряного потока. Большинство предложенных на сегодняшний день технологических решений связаны с изменением геометрии лопастей ветрогенераторной установки, что сильно усложняет механизм, повышает его стоимость, срок окупаемости, при этом, не всегда обеспечивается необходимое качество электроэнергии.

Проведенная работа направлена на осуществление стабилизации выходного напряжения ветрогенератора в зависимости от скорости вращения вала ветрогенератора за счет использования активного выпрямителя (АВН) в статорной цепи СГПМ. Основной проблемой при составлении математической модели ВГУ СГПМ является отсутствие каталогов с серийными моделями синхронных машин. По этой причине в работе приводится методика расчета параметров СГПМ.

Имитационное моделирование математической модели СГПМ показало, что рассчитанные параметры обеспечивают требуемые мощностные показатели ВГУ. При этом, работоспособность математической модели проверялась на математической модели нагрузки активно-индуктивного характера.

Помимо этого, осуществлен синтез системы управления, включающей в себя контур регулирования тока (КРТ) и контур регулирования напряжения на выходе преобразователя частоты (КРН). Работоспособность системы управления контурами проверена имитационным моделированием модели. Осуществлен синтез активного выпрямителя напряжения, руководствуясь методикой Виноградова. [4]

Задачами для дальнейших исследований можно поставить отладку работы модели активного выпрямителя напряжения и всего ветроэнергетического комплекса в целом.

## **Список литературы**

1. Перминов Э.М., Перфилов О.Л. «Современное состояние и перспективы развития ветроэнергетики 2000 г. - 72 с

2. Андрианов В.Н., Быстрицкий Д.Н., Вашкевич К.П., Секторов В.Р., «Ветроэлектрические станции» 1960 г.

3. Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. «Избранные разделы теории автоматического управления.» Учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 г.

4. Виноградов А.Б. «Векторное управление электроприводами переменного тока» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».— Иваново, 2008.— 298 с. ISBN

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ВИСБРЕКИНГА УГЛЕВОДОРОДНОЙ СМЕСИ**

**Т.О. Попова, А.А. Водолазских, Е.С. Кучер**

**Новосибирский государственный технический университет,  
nysia1995@mail.ru, vodolazskikh@yandex.ru, kucher@corp.nstu.ru**

*В докладе представлена модель установки Висбрекинга. С помощью программного пакета MATLAB Simulink проведена первичная апробация работоспособности разработанной модели.*

**Ключевые слова:** висбрекинг, нефтегазовая установка, реакционная камера, синтез системы.

Нефтегазовая промышленность занимает одно из ведущих мест по уровню автоматизации среди других отраслей промышленности. Нефтегазовые установки характеризуются непрерывностью протекающих в них процессов. При этом выработка нефтепродуктов в любой момент времени должна соответствовать потреблению. Большинство операций на нефтегазовых установках механизировано, а переходные процессы в них развиваются сравнительно быстро. Этим объясняется высокое развитие автоматизации в нефтегазовой промышленности. В том числе, технологический процесс висбрекинга, рассмотренный в данной работе также требует высокой степени автоматизации.

Висбрекинг — химический процесс однократного термического крекинга тяжелого остаточного сырья, проводимый в достаточно мягких условиях. Сырье, подвергающееся переработке при проведении висбрекинга — получаемые при перегонке нефти, мазуты.

Основной реакционный аппарат установки висбрекинга — трубчатая печь. В случае осуществления процесса при пониженных

температурах (440—460 °С), когда требуемой степени конверсии сырья достигнуть в печи не удаётся, предусматривают дополнительную реакционную камеру.

Сырьевой насос – один из важнейших элементов установки висбрекинга. От корректности подачи сырья в реактор зависит качество технологического процесса в целом. Так как сырьём, в данном случае, является высокотемпературный мазут, необходимо учитывать также особенности его вязкость при выборе насоса. Наиболее дешевым и часто применяемым типом двухкорпусных насосов высокого давления типа BB5 по ISO 13709 / API 610, которые предусматривает установка висбрекинга, является насос типа GSG. Насосы типа GSG с расположением рабочих колес "спина к спине" поставляются для работы в условиях плотности перекачиваемой среды, где стабильность ротора имеет критические значения. Насосы GSG устанавливаются по всему миру на электростанциях, нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах. В данной работе рассмотрим установку висбрекинга с системой подачи сырья на примере серийного насоса GSG 80 - 260/ 6.

Исходя из технико-экономического исследования, принято решение о выборе системы с электроприводом на двигателе постоянного тока. Для рас чета и синтеза системы, необходимо произвести расчет мощности двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Выбор элементов произведем по каталогам производителей.

Был проведен синтез двухконтурной системы подчиненного регулирования с регулированием скорости и тока якоря, где внутренним контуром является контур тока, а внешним – контур скорости. Синтезированная система управления скоростью якоря и давлением насосного агрегата обеспечивает статическую точность и желаемых показатели качества переходных процессов.

Реализована двухконтурная система подчиненного регулирования скоростью электропривода насосного агрегата. Система регулирования представляет собой два ПИ-регулятора: регулятор тока, и регулятор скорости вращения якоря.

Структурная схема представлена на рисунке 3.

В ходе выполнения исследовательской работы был подробно рассмотрен технологический процесс висбрекинга мазута, изучено основное технологическое оборудование, наиболее важным звеном, принятым для будущего синтеза, был насос подачи сырья. Выполнен выбор основных единиц электропривода управления сырьевым насосом на базе электродвигателя постоянного тока с независимым возбуждением обмоток.

## Список литературы

1. Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учеб.пособие для вузов. — Уфа: Гилем, 2002. — 672 с.
2. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами: учеб.пособие / В.В. Панкратов. — Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. — 200 с.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ ТОКАРНО-КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА

Ю.И. Смицкая, В.М. Кавешников

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
yuliasmitskaya@yandex.ru

*В данной работе представлены процессы оптимизации электропривода главного движения токарно-карусельного станка, а также представлены способы управления и автоматизации.*

**Ключевые слова:** электропривод, токарно-карусельный станок, автоматизация, система автоматического управления.

Эксплуатация токарно-карусельных станков для обработки заготовок корпусов турбин, электрических машин, маховиков и колес большого диаметра, происходит на предприятия тяжёлой, энергетической и атомной промышленности, а так же на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Станки имеют вертикальную компоновку: направляющие расположены вертикально, а стол с планшайбой – горизонтально. Такая компоновка облегчает установку заготовок и наблюдение за процессом обработки. Значительная мощность электродвигателя привода главного движения, высокая жесткость базовых деталей позволяют производить на станке высокопроизводительную обработку резцами, оснащенными твердым сплавом на скоростных режимах резания.

Эффективность применения станка зависит, в первую очередь, от его быстродействия и точности. Как известно, данные характеристики тесно связаны между собой, они снижают либо увеличивают его производительность. В связи с этим, существует проблема оптимального управления, которая в настоящее время занимает центральное место в теоретических исследованиях по созданию систем управления. Требуется оптимизировать производительность станка за

счет увеличения данных параметров и получить результат с меньшими затратами энергии. Следовательно, снизить себестоимость обработки детали.

В работе оптимизация данной системы управления подразумевает последовательное решение нескольких задач:

1. Определение критерия оптимальности и составление аналитического выражения как функции свободных параметров.
2. Приемлемое математическое описание для успешного процесса оптимизации.
3. Выбор метода и его реализация.

Рассмотрена классификация критериев и выбрано применение вариационного исчисления к оптимизации процессов управления по отношению к интегральным критериям качества.

Так же, среди многих методов решения проблем оптимизации наиболее подходящим и эффективным для решения поставленной задачи является – принцип максимума Понтрягина. Этот принцип дает получение оптимального решения для широкого класса динамических процессов. Кроме того, применяя данный принцип, можно определить характерные черты и общую структуру системы оптимального управления [1].

### Список литературы

1. Ту Юлиус. Современная теория управления. Пер. с англ. под ред. В. В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1971. – 472 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ТРОЛЛЕЙБУСА

**Б.В. Малоземов, Ф.В. Трухин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
truxin\_1994@mail.ru**

*Установление закономерности изменения диагностических признаков неисправностей тягового двигателя троллейбуса от срока его эксплуатации.*

**Ключевые слова:** тяговый двигатель троллейбуса, надежность ТЭД троллейбуса, диагностика, контроль состояния, контролепригодность.

Использование электродвигателей на транспорте неизбежно связано с постепенным их износом и с необходимостью их

периодического ремонта. Для эффективного построения систем профилактических мероприятий, контроля, испытаний, текущих и капитальных ремонтов необходимо значение причин отказов электродвигателей. Нарастающая доля электродвигателей, исчерпавших свой нормативный ресурс работы, способствует росту отказов. Необходимость прогнозирования разрушения элементов, оценка риска эксплуатации в условиях неполноты информации о качестве и состоянии оборудования, является постоянно действующим фактором.

Необходимый уровень надёжности ТЭД может поддерживаться только при условии систематического контроля и диагностирования его технического состояния и своевременного проведения технического обслуживания (ТО).

Новизна работы заключается в том, что выполнено функциональное описание ТЭД как многоуровневого электротехнического комплекса; предложена блочно-функциональная декомпозиция ТЭД, позволяющая выбирать необходимую глубину диагностики.

С целью функционального описания оборудования двигателя была предложена блочно-функциональная декомпозиция оборудования ТЭД троллейбуса.

При проведении горизонтальной декомпозиции оборудования тягового двигателя были выделены отдельные его составляющие по основному признаку физического процесса или принципу технического исполнения, на которых основано их функционирование. При этом между элементами уровней существуют связи, которые условно можно разделить на три группы: механические, электрические и конструктивные. Механические и электрические связи обеспечивают правильное функционирование и тем самым характеризуют работоспособность элементов данного уровня. Для более полной оценки технического состояния элементов каждого уровня необходимо, дополнительно учитывать конструктивные связи (исправность крепежных узлов и деталей, точность установки и другие), поскольку они также влияют на характеристики работы двигателя (безотказность, долговечность, экономичность).

Выполнить анализ и дать полную оценку технического состояния элементов четвертого и пятого уровней затруднительно по ряду причин:

1. Необходимо проверять слишком большое число входных, внутренних и выходных параметров (порядка  $10^5 - 10^6$ ).



2. В настоящее время для большинства элементов не определены однозначно функциональные связи между конструктивными и диагностическими параметрами, а также закономерности их изменения под воздействием эксплуатационных факторов.

Целесообразность технического обслуживания должна оцениваться по экономическим критериям. Для этого необходимо сравнить основные и дополнительные затраты на разработку, освоение и использование методов и средств определения неисправностей, в том числе технической диагностики, а также затраты, связанные с простоем ЭПС при контрольно-диагностических операциях, с затратами, которые транспортные предприятия несут вследствие отказов подвижного состава на линии, необоснованных ремонтных вмешательств, простоев, связанных с поиском неисправностей, повышенного расхода электроэнергии и раннего износа ТЭД. Последние затраты, связаны с низким качеством производственных работ при техническом обслуживании и ремонте ТЭД троллейбуса.

Таким образом блочно-функциональная декомпозиция (рисунок 1) дает возможность установить последовательность ремонтных воздействий и алгоритмов в соответствии с функциональными связями составляющих компонентов.

### **Список литературы**

1. А. М. Иванов. Теория эксплуатационных свойств: учебник. – М.: Академия, 2013-176 с.
2. В. А. Зорин. Основы работоспособности технических систем. – М.: ООО «Магистр-пресс», 2005-536 с.

## **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИТЕРАЦИОННОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МАХОВИКОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ**

**Д.В. Ферккерт, к.т.н., доцент М.В. Глазырин**  
**Новосибирский государственный технический университет,**  
**lazyrin@corp.nstu.ru**

*В докладе изложены основные положения, определяющие выбор силового оборудования для электропривода маховикового накопителя энергии. Предложена итерационная методика расчета параметров маховика.*

**Ключевые слова:** электропривод, мехатронный комплекс, подстанция, линия электропередачи, неравномерное потребление электроэнергии, маховиковый накопитель энергии.

Электропривод (ЭП) как категория электроинженерии является неотъемлемой частью большинства проектируемых на сегодняшний день систем автоматизации технологических процессов и производств. Не является удивительным тот факт, что в современных условиях быстро изменяющегося рынка энергопотребления, способствующих ежегодному неуклонному росту цен на электроэнергию, для каждого предприятия достаточно остро стоит проблема снижения экономических издержек, связанных с обслуживанием мехатронных комплексов, оборудования подстанций и линий электропередач (ЛЭП). Электроприводы большой и средней мощности в большинстве известных приложений обладают неравномерной диаграммой потребления мощности из питающей сети, что негативно сказывается на сроке службы описанного выше оборудования[1]. Данное влияние достаточно просто объясняется возникновением токовых перегрузок в промежутки времени неравномерного потребления электроэнергии. Особенно сильно представленный эффект сказывается на оборудовании имеющем сравнительно небольшой запас по току и при наличии рекуперировующего устройства возникает в два раза чаще за цикл технологического процесса. Более того, неравномерные как потребление энергии, так и ее отдача в сеть оказывают неблагоприятное воздействие на оборудование, подключенное к тому же силовому согласующему устройству, заключающееся в падении напряжения до предельно допустимых нижних значений[2].

В докладе рассмотрен альтернативный способ накопления энергии вблизи основного потребителя посредством применения маховикового накопителя энергии. Предложена итерационная методика расчета основных параметров маховика. За основу принят технологически процесс работы шахтной подъемной машины на основе асинхронного ЭП, но следует отметить что данная методика применима к любым электроприводам с неравномерной диаграммой потребления мощности.

### **Список литературы:**

1. Бут Д.А. Накопители энергии: учебное пособие для вузов/ Д.А. Бут, Б.Л. Алиевский, С.Р. Мизюрин, Л.В. Васюкевич. – М. Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.

2. Гужов Н.П. Системы электроснабжения: учебник/ Н.П. Гужов, В.Я. Ольховский, Д.А. Павлюченко. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 258 с.

## ПРОЦЕСС ДЕГАЗАЦИИ НЕФТИ НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ ПОСРЕДСТВОМ МГД - СЕПАРАЦИИ

**В.В. Хлыбова, Е.Г. Порсев**

**Новосибирский Государственный Технический Университет,**

**porsev@corp.nstu.ru**

*Установлено, что сепарация газовых включений в сырой нефти перед подачей в нефтепровод актуальна. Процесс сепарации нефти на основе МГД эффекта должен включать не только увеличение напора, но и квазиутяжеление жидкой фазы – дисперсионной среды.*

**Ключевые слова:** дегазация нефти, флотация, электрофорез, электрокинетика, магнитогидродинамика, сепарация нефти.

Дегазация нефти – удаление из добываемой нефти растворённых в ней низкомолекулярных углеводородов – метана, этана и частично пропана, а также сероводорода, азота и углекислого газа.

Проблемной ситуацией является необходимость разработки технологии квазиутяжеления водонефтяной эмульсии. Предполагается, что применение импульсного магнитогидродинамического сепаратора в системе дегазации нефти позволит добиться более высокого качества сепарации. Эффект будет достигаться за счёт того, что водонефтяная эмульсия, содержащая водорастворимые электролиты, поступая в рабочую камеру подвергается мощному воздействию электрического и магнитного полей, в результате взаимодействия которых возникает динамическое квазиутяжеление молекул воды (возрастает Архимедова сила), что и приводит к усилению флотации и, как следствие, к оптимизации соотношения затрат энергии и скорости очистки нефти от воды и газов[1].

Целью работы является увеличение производительности системы дегазации нефти с использованием электрокинетики за счёт ускорения флотации газовых включений.

Дегазация нефти актуальна, так как наличие в нефти указанных веществ и механических примесей оказывает вредное влияние на работу оборудования нефтеперерабатывающих заводов, а соли и механические примеси, накапливаясь в остаточных нефтепродуктах, ухудшают их качество.

Установлено, что производительность нефтепроводов и качество нефтепродуктов зависят от загрязнения нефти водой и газовыми включениями, поэтому очистка нефти перед подачей в нефтепровод актуальна.

Процесс сепарации нефти на основе магнитогидродинамического эффекта должен включать не только увеличение напора, но и квазиутяжеление жидкой фазы – дисперсионной среды [2, 3].

### **Список литературы**

1. Вольдек А. И. Индукционные магнитогидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом. Л., «Энергия», 1970. – 137 с.
2. Пат. 456637 СССР, М. Кл. В 03с 3/02. Импульсный магнитогидродинамический сепаратор / Попова Г. П., Буркацкий А. Н., Серобабин Ю. А.; заявитель и патентообладатель Гос. проектно-конструкторский ин-т «Гипромашуглеобогащение». - №1828407/22-3; заявл. 15.09.72; опубл. 15.01.75., Бюл. №2.
3. Пат. 543414 СССР, М. Кл. В 03 С 1/14. Сепаратор для обогащения в тяжёлых ферромагнитных суспензиях / Усачев П. А., Давыдов Ю. В.; заявитель и патентообладатель Горно-металлургический ин-т ордена Ленина Кольского филиала им. С. М. Кирова. -№2093660/03; заявл. 06.01.75; опубл. 25.01.77., Бюл. №3.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СЛИВА НАЛИВА НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Т.В. Хуторянский, Б.В. Малоземов**

**Новосибирский государственный технический университет,  
borisnovel@mail.ru**

*В настоящий момент на производстве химического завода фактический технический уровень действующих узлов налива сжиженных углеводородных газов (пожаровзрывоопасных производственных операций) является морально устаревшим. Для приведения в соответствие с нормативными требованиями и повышения надежности функционирования объекта, использующего сжиженные углеводородные газы, требуется проведение модернизации с применением современного оборудования.*

**Ключевые слова:** автоматизация, нефтепродукты, сжиженные, углеводородные, газы, хранение, транспортировка.

Совершенствование самой технологии производства операций по наливу сжиженных углеводородных газов в железнодорожные вагона-

цистерны, автоматизация процесса, снижение потерь сжиженных углеводородных газов позволяют снизить воздействие опасных и вредных факторов на жизнь и здоровье технологического персонала и уменьшают выбросы углеводородов в атмосферный воздух.

Конструкция узла налива и технология производства, сформированная в прошлом столетии, используемая на объекте наливных операций сжиженных углеводородных газов морально устарела.

Недостатками действующего оборудования на объекте являются:

1. Налив вагона-цистерн сжиженных углеводородных газов производится вручную, т.е. открывание и закрывание запорной арматуры, а также контроль за уровнем сжиженных углеводородных газов ведется технологическим персоналом.

2. В процессе налива сжиженных углеводородных газов в вагона-цистерны происходит выделение в рабочую зону паров сжиженных углеводородных газов:

Предметом исследования является установление актуальности работы; влияние нового способа управления процессом слива сжиженных углеводородных газов (СУГ).

Цель работы – повысить контроль за технологическими операциями по наливу сжиженных углеводородных газов и снизить выход паров в атмосферу, взрывопожароопасность эстакады налива, воздействие опасных и вредных факторов на жизнь и здоровье технологического персонала и негативное воздействие на окружающую среду.

В работе были проделаны следующие действия:

- 1) Аналитический обзор системы слива/налива сжиженных углеводородных газов
- 2) Составление математических моделей объектов управления слива/налива сжиженных углеводородных газов

Совместное решение дифференциальных уравнений ЖФ и ГФ продукта с уравнениями компрессорного агрегата и законом регулирования определяет временные процессы слива СУГ из железнодорожных цистерн в зависимости от начальных условий, количества цистерн и емкостей, состояния запорно-регулирующей арматуры, температуры продукта.

Регулирование давления и расхода в процессе слива производится изменением относительной производительности компрессора.

Скорость протекания временных процессов относительно изменения уровня, массы ГФ, плотности и давления в системе зависят от выбранного продукта и его начальной температуры. Время

переходных процессов увеличивается с увеличением температуры продукта.

В зимние периоды времени при низких температурах окружающего воздуха плотности и давления насыщенных паров в емкостях резервуарного парка имеют низкие значения, что вызывает необходимость запуска и регулирования процесса генерации паров СУГ.

Дальнейшие исследования математических моделей целесообразно вести в направлениях учета теплообмена между жидкой и газовой фазами СУГ, изменения плотности газовой фазы при движении в трубопроводе.

### **Список литературы**

1. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Проектирование, сооружение, эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ: Учеб. пособие 2-е изд.-Уфа:Изд-во УГНТУ, 2000.- С.239-245.
2. Андреев, Е.Б. Технические средства систем управления технологическими процессами нефтяной и газовой промышленности. [текст] / Е.Б. Андреев, В.Е. Попадьюко.– М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 269 с.

## **УТОЧНЕННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕВЕРСИВНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТП-Д С РАЗДЕЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

**А.П. Червоненко, Д.А. Котин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
d.kotin@corp.nstu.ru**

*Предлагается методика синтеза реверсивной системы электропривода тиристорный преобразователь-двигатель с раздельным управлением. Рассматриваемый вариант примечателен доступностью и простотой понимания, для достижения результата используется минимальное количество средств, при синтезе согласуются параметры реально существующих силовых элементов и их аналогов в среде matlab. В данной работе в том числе будут обобщены известные подходы к разработке цифровых моделей полупроводниковых электроприводов. Результаты синтеза проиллюстрированы переходными процессами регулируемых*

*координат двигателя постоянного тока независимого возбуждения при различных сигналах задания.*

**Ключевые слова:** Электропривод, трехфазная мостовая схема, система импульсно-фазового управления, реверсивный тиристорный преобразователь, раздельное управление.

**Постановка проблемы.** Результаты работы могут быть использованы для решения нескольких проблем. Первым является вопрос повсеместного внедрения автоматизированного электропривода в различного рода технологические процессы. И таким образом, детальное изучение цифровых систем, математических моделей будет способствовать продвижению и совершенствованию данной отрасли, которой сегодня отводят существенное место в промышленности.

Обозначенную проблему, на взгляд автора, можно решить благодаря современному вычислительному аппарату, пересмотрев подходы к постановке дисциплин, связанных с компьютерным моделированием электротехнических систем.

**Объект исследования.** Необходимо провести анализ существующих моделей реверсивных систем электропривода с раздельным управлением и составить свою модель, наиболее приближенную к реально существующим системам, которая будет удобной и простой для понимания. Получить качественные эпюры координат системы электропривода.

**Достигнутый уровень процесса исследования.** Вышеописанные замечания и рекомендации были применены в уточненной цифровой модели реверсивной системы ЭП построенной по схеме «Тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП-Д).

Логическое переключающее устройство играет существенную роль, заключающуюся в организации порядка переключения комплектов управляемых выпрямителей. Данное устройство по сути выполняет все три основные функции логики раздельного управления. Но чтобы все эти функции выполнялись в полной мере необходимо использованием датчика состояния тиристоров. Данное устройство разрешает переключение выпрямительных комплектов только при закрытых тиристорах обоих комплектов.

Чтобы работа была максимально приближена реальной, необходимо включение в систему переключателя характеристик, который необходим для преобразования разнополярного напряжения управления  $U_u$  нелинейного звена в однополярное.

Использование вышеописанных устройств отражено включением в реверсивную систему электропривода. Нужно отметить, что данные исследования являются продолжением ранее созданных работ авторов.

По корректной форме переходных процессов (скорости двигателя; току якоря; току возбуждения; электромагнитному моменту) для разгона ДПТ НВ в прямом направлении и его реверсировании можно заключить о корректной работе системы. Скорость стабилизируется.

#### ***Новизна результатов, область применения.***

Полученные результаты, можно использовать как в образовательном процессе – при обучении студентов в рамках специальных дисциплин, так и для проектирования реальных силовых преобразователей в условиях действующего производства.

#### **Список литературы**

1. Борисов П.А., Томасов В.С. Расчет и моделирование выпрямителей. Учебное пособие по курсу “Элементы систем автоматики” (Часть I). – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009 – 169 с.

2. Терехин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab7.0.1): учебное пособие / В.Б. Терехин. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 320 с.

### **РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА**

М.Ю. Черненко, Е.С. Кучер  
Новосибирский Государственный Технический Университет,  
kucher@corp.nstu.ru

*Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме, связанной с заменой лифтового оборудования и использованием в новом строительстве.*

*В работе представлена имитационная модель лифтовой лебедки, разработанная с учетом массы канатов, кабины и противовеса.*

*Большая часть работы сосредоточена на синтезе системы управления асинхронным электроприводом грузоподъемных механизмов с учетом предъявляемых требований.*

**Ключевые слова:** пассажирский лифт, асинхронный безредукторный электропривод, векторное управление.



Темпы экономического роста в России, в текущее десятилетие, способствуют активному развитию жилищного строительства, росту этажности возводимых построек. В связи с этим, увеличивается востребованность скоростных лифтов, которые обеспечивают минимальное количество времени для поездки на последний этаж.

На передний план выступает проблема уменьшения затрат на модернизацию, самоокупаемости приобретённого оборудования за короткое время за счет использования технологий энергосбережения.

За последние 15 лет наметилась отчетливая тенденция к оснащению скоростных лифтов высотных зданий регулирующими электроприводами переменного тока.

Целью работы является разработка имитационной модели лифтовой лебедки на базе асинхронного безредукторного двигателя с векторным управлением.

Для выполнения работы нужно решить определенные задачи:

- построение математической модели электропривода (ЭП);
- добиться максимальной адекватности математической модели электропривода к реальному, заданному объекту, и функциональной схемы к оптимизированной математической модели.

Особое внимание уделено разработке модели лифта с учетом массы кабины, канатов и противовеса.

Повышенное внимание при уделяется ЭП лифтов и других подъемных механизмов уделяется надежности, безопасности, встроенной разветвленной системе диагностики отказов, вопросам энерго- и ресурсосбережения, удобству наладки на объекте и, конечно, технико-экономическим показателям.

В связи с прогрессом в развитии полупроводниковых приборов и микропроцессорной техники, появились системы частотно-регулируемого электропривода переменного тока. Это повлекло за собой тенденцию к переходу от редукторного электропривода к безредукторному на основе системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Основными преимуществами безредукторного электропривода являются существенное уменьшение механической части, высокая комфортность – повышение комфортности в виду уменьшения шумов, плавности пуска и останова, низкий уровень вибраций при перемещении кабины [1].

Для увеличения точности поддержания момента и скорости навалу двигателя в наиболее совершенных преобразователях используют векторное управление, позволяющее работать с полным моментом двигателя в области нулевых частот, поддерживать скорость при

переменной нагрузке без датчиков обратной связи, точно контролировать момент на валу двигателя[2].

Технология векторного управления обеспечивает регулирование скорости лифта для комфортной поездки пассажиров, а новая технология компенсации запуска обеспечит плавный запуск лифта.

Апробация имитационной модели лифтового оборудования проводится в программе MatLab (построение математической модели электропривода, определение показателей качества математической модели электропривода, оптимизирования регулятора, сравнительного анализа показателей качества до, и после оптимизации).

### **Список литературы**

1. Антропов А.А., Гарганеев А.Г., Каракулов А.С., Ланграф С.В., Нечаев М.А. Опыт разработки преобразователя частоты для асинхронного электропривода общепромышленного применения//Электротехника. № 9. 2005. С.23-26

2. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 392 с.

3. Панкратов В.В. Векторное управление асинхронными электроприводами: Учебное пособие. - Новосибирск, 1999 – 65 с.

## **АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С УЛУЧШЕННЫМИ ПУСКОВЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**А.А.Шандыбина, В.В. Гречкин**

**Новосибирский государственный технический университет,  
[shandibina\\_arina@mail.ru](mailto:shandibina_arina@mail.ru)**

*В работе рассмотрены конструктивно-технические приемы обеспечения требуемых пусковых свойств асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на примере электродвигателя мощностью 55 кВт.*

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, ротор, пусковые свойства.

Асинхронные электрические машины – самые распространенные и простые машины переменного тока, наиболее широко используемые в качестве электродвигателей, предназначенных для преобразования электрической энергии в механическую.

Потребности народного хозяйства удовлетворяются главным образом двигателями основного исполнения общего назначения, применяемых для привода механизмов, не предъявляющих особых требований к пусковым характеристикам, скольжению, энергетическим показателям, шуму. Вместе с тем существует большое разнообразие электрических и конструктивных модификаций двигателей, предусматривающих особые требования к их параметрам и характеристикам.

В работе рассматриваются наиболее типичные конструктивно-технические приемы, позволяющие, улучшить пусковые свойства асинхронного двигателя на примере разработки двигателя мощностью 55 кВт, частотой вращения 1500 об/мин.

Повышение пускового момента в асинхронных электродвигателях с короткозамкнутым ротором связано с физическим процессом, который называется эффектом вытеснения тока. Своеобразие физической картины эффекта вытеснения тока состоит в том, что эта картина зависит не только от формы пазов ротора, но и их размерных соотношений (ширины и глубины паза), физических свойств материала стержней обмотки ротора. Изменение активной составляющей сопротивления обмотки ротора в режиме пуска влияет на пусковые характеристики электрической машины.

В большинстве случаев эффект вытеснения тока в обмотке короткозамкнутого ротора используется для увеличения пускового момента двигателей. Выполняются роторы с глубокими прямоугольными или фигурными пазами, двойной беличьей клеткой, в которых эффект вытеснения тока является наиболее выраженным. Однако неравномерное распределение плотности тока по сечению стержня приводит к нежелательным последствиям. Например, при неудачно выбранных соотношениях размеров стержней чрезмерно возрастающая в пусковых режимах плотность тока в их верхних участках может привести к неравномерному тепловому расширению стержней и их механической деформации. При этом стержни разрывают усики пазов и выгибаются в воздушный зазор, что неизбежно приводит к выходу двигателя из строя. Поэтому выбор формы и размерных соотношений пазов ротора важен не только с точки зрения обеспечения пусковых свойств электродвигателя, но и с точки зрения механической прочности и надежности его функционирования.

При разработке двигателя мощностью 55 кВт было отобрано около 10 альтернативных конструктивных модификаций, анализ характеристик которых показывает, что наряду с улучшением пусковых свойств

наблюдается ухудшение некоторых других показателей, например, снижение перегрузочной способности в пределах (10-20 %) и коэффициента мощности в пределах (5-7 %) при условиях нормальной загрузки магнитной сети.

В заключение следует отметить, что каждая разрабатываемая электрическая машина должна иметь определенный набор значений уровня электромагнитных нагрузок (магнитной индукции, линейной нагрузки) и геометрию зубцово – пазовых зон магниопровода сочетание которых обеспечивает реализацию конкретных свойств двигателя, указанных в техническом задании либо соответствующих ГОСТах на данный тип электрических машин.

### **Список литературы**

1. Темлякова З.С., Шевченко А.А., Гречкин В.В. Исследование эксплуатационных свойств асинхронного двигателя на основе численного моделирования // Электротехнология. Электротехнология. Энергетика (ЭЭЭ-2015) = Electricalengineering. Electrotechnology. Energy (EEE-2015) : сб. науч. тр. 7 междунар. науч. конф. молодых ученых, Новосибирск, 9–12 июня 2015 г. В 3 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. – Ч. 1. Секция «Электротехника». – С. 79-82.
2. Темлякова З.С., Гречкин В. В., Соловейчик Ю. Г., Персова М. Г. Компьютерная поддержка проектирования высоковольтных асинхронных двигателей // Электротехника, 2014. - № 12. - С. 33-35.

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА**

**С.В.Щербаков, Б.М.Боченков**

**Новосибирский государственный технический университет,  
[sergey-shherbakov-1995@mail.ru](mailto:sergey-shherbakov-1995@mail.ru), [bochenkov@corp.nstu.ru](mailto:bochenkov@corp.nstu.ru)**

*В данной работе был предложен алгоритм формирования сигнала на выработку выходного момента редукторного ЭМУР, обеспечивающий высокую статическую и динамическую точность управления системой ЭМУР, а также приведены результаты моделирования и анализ динамических и статических свойств ЭМУР.*

**Ключевые слова:** Электромеханический усилитель руля, рулевое управление, векторное управление, редукторный электромеханический усилитель руля.

Одним из основных устройств автомобиля, помогающих водителю в управлении и отвечающих за безопасность движения в целом является усилитель рулевого управления. В последнее время выбор производителей автомобилей чаще падает на электромеханический усилитель рулевого управления (ЭМУР), нежели на гидроусилитель. Многие производители уже выпускают редукторные ЭМУР, однако систему управления выполняют без обратной связи, т.е. момент на выходном валу не измеряется и не контролируется. Из-за этого возникает ряд проблем таких как:

- возникновение статических ошибок;
- возникновение низкочастотных пульсаций момента, обусловленных особенностями электрического двигателя;
- отсутствие «чувства дороги» у водителя из-за наличия сил трения редукторного механизма.[1]

Для решения данных проблем была разработана система векторного управления ЭМУР.[2]

Анализ математической модели системы рулевого управления автомобилем с электромеханическим усилителем показал, что для обеспечения высокой динамической точности управления необходим алгоритм управления, позволяющий формировать момент на выходном валу ЭМУРа пропорциональный моменту, прилагаемому водителем к рулевому колесу во всем диапазоне рабочих частот, как при управляющем, так и при возмущающем воздействиях.[3]

Испытания алгоритма управления показали, что ЭМУР отвечает всем предъявленным к нему требованиям: во всем диапазоне регулирования обеспечивается статическая и динамическая точность как при управляющем так и при возмущающем воздействиях, выходной момент пропорционален во всем рабочем диапазоне частоты пропускания, режим «активного самовозврата» обеспечивается синтезированным алгоритмом без использования дополнительных датчиков положения рулевого колеса и скорости.

### **Список литературы**

1. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».- Иваново, 2008.- 298 с.
2. Боченков Б.М. Бесконтактные двухзонные электроприводы с синхронными двигателями магнитоэлектрического возбуждения для металлорежущих станков: Диссертация канд. техн. наук: 05.09.03 / Боченков Борис Михайлович - Новосибирск, 1988 г. -177 с.
3. Динамика системы дорога – дорога – шина – автомобиль – водитель. Под ред. А.А. Хачатурова. М.: Машиностроение, 1976. – 535 с.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абакумов А.Ю.	559	Батомункуев Ю.Ц.	22,482
Абакумов И.Д.	613	Бауэр В.Р.	204
Абакумова М.С.	559	Безрученко Д.А.	111,116
Абрамова М.А.	3	Беккер Р.А.	174
Абрамская А.А.	561	Белуха А.В.	350
Абросимов В.А.	46	Бендер О.А.	326,345
Агафонов И.О.	265	Бердогина А.А.	400
Агбан У.А.	498	Березина Е.А.	504,521
Адегова Л.А.	155	Бикеев Р.А.	220,224
Акимов С.С.	316	Бихерт Д.Ю.	153
Акимова М.И.	518,542	Благова Е.А.	402
Александрова Н.Б.	267	Бобров Н.С.	64
Алексеева И.К.	563,597	Боева В.А.	32
Алимбекова М.Ф.	92	Бондарев Э.С.	137,275,277
Алиндеева В.С.	269	Бондарчук А.А.	273
Алиферов А.И.	206,208,214, 218	Борман А.В.	279
Алтухов Р.С.	496	Боровикова Д.В.	490
Амбросова Г.Т.	365	Боровикова Н.В.	545
Андреев А.Н.	58	Бороненко А.О.	575,587,589
Андреева Н.Н.	151	Ботвинков А.В.	114
Андряшин С.Н.	565	Боченков Б.М.	606,663
Аносов В.П.	14	Браткова В.А.	234
Анферов В.Н.	271	Бруй П.А.	167
Аньшаков А.С.	204	Бугаева И.А.	402
Арбузов С.А.	418	Бугаков П.Ю.	118,414
Аргокова У.В.	500	Булгач Р.В.	527
Артошенко В.В.	111	Бурачкова А.В.	236
Архипенко Е.П.	43	Быковский В.Н.	206
Астраханцев В.Д.	406	Валов А.О.	389
Афонин К.Ф.	452	Вальтер Д.А.	577
Бабицкий Д.Ю.	567	Василевская С.И.	75
Бадашкова Н.К.	202	Васильева Е.А.	456
Базарова К.С.	569	Васильева Е.П.	208
Байшуаков А.Т.	394	Вергунов А.Е.	461
Байыр-оол А.В.	396	Верещагина А.С.	90
Бакиев Р.Р.	571	Верига М.Д.	51
Балабуев И.В.	114	Винтер Э.Р.	210,228
Балаш Р.С.	502	Вихарева Н.А.	494
Банул А.В.	60	Водолазских А.А.	579,647
Банщиков Н.А.	573	Волокитин Г.Г.	232
Баранова Н.В.	55	Воробьева С.В.	120
Барышева Е.С.	62,83	Воронина Е.А.	404
Барышева М.И.	504	Воропаева С.С.	406
Баталов Р.Н.	398	Гаар Н.П.	62,72
Баталов С.В.	273	Гавриленко Л.В.	506
		Гаинцева Н.В.	281

Галицкая В.С.	159	Долин С.В.	6
Гармакова М.Е.	24	Долматов Е.Ю.	95
Герасимов С.И.	92,105	Дорогова И.Е.	450
Гещинер Н.С.	581,604	Дорофеева Д.А.	167
Глазырин М.В.	652	Друзилевич Д.В.	378
Глазырина К.А.	66	Дубровский А.В.	402,404,422
Глотов В.А.	283	Дудик О.Р.	168
Глухих Д.А.	462	Дудина Т.С.	550
Глушкова О.И.	408	Дюков И.В.	492
Гоголев Д.В.	410,424	Дятчина А.А.	265
Голдаева А.В.	68,155	Евстратова А.Д.	212
Головнина О.О.	252,412	Егорова А.Д.	260
Голубев Е.А.	356	Елгин А.А.	356
Гольшев Н.В.	36,38	Еникеев Д.Г.	466
Гольцверт В.Ю.	5	Еременков К.В.	289
Гомзякова Ю.Д.	157	Ермакова Д.В.	275
Гончарова В.Н.	373	Ершов И.В.	28
Горбатых Ю.И.	159	Ефименко А.Л.	348
Горбунова О.А.	400	Ефремова Е.А.	375
Горева Л.П.	202,212,216	Жаркова А.Ю.	8
Горлатов М.С.	161	Жданова А.В.	291
Городилов Л.В.	285	Жендарева Е.С.	281,332
Горячкин В.С.	287	Жидкова А.С.	289
Граматунова Н.А.	267	Жилин А.А.	356
Гречкин В.В.	661	Жулидов А.В.	292
Грибоедов Н.С.	583	Журавлев В.А.	492
Григорова А.С.	163	Заболоцкая К.А.	320
Григорьев Д.А.	70	Задорин Г.П.	311
Гринев А.С.	414	Задорожный А.Ф.	47,123
Гришкова Д.Ю.	334	Заика М.Ю.	589
Гросс М.В.	239	Заика С.М.	161
Гуляева Д.Д.	163	Зайцева Р.С.	468
Гурин Н.А.	496	Зайцева Т.С.	51
Гусева О.В.	508	Закржевская К.Е.	591
Гусельникова Е.Н.	377	Зеленина Е.К.	145
Гуськов А.В.	248	Земляков Е.А.	593
Гюнтер А.В.	149	Зиновьева Р.С.	365
Давыдова С.А.	72	Золотарев В.В.	214
Данилов М.Н.	28	Зоригт О.	595
Дасаев С.Р.	73	Зубанов Н.С.	470
Дегтярев В.В.	389	Зубарев М.А.	294
Дегтяренко А.В.	585	Зуев С.П.	216
Дедов А.С.	313	Зуева А.А.	38
Дедов С.И.	575,587	Иванкова Е.Е.	77
Денисенко А.П.	165,180	Иванов А.Н.	200,269,336
Джавадова С.В.	75	Иванова М.В.	83
Дмитриева Л.И.	464	Иванцовский В.В.	101
Добрынин В.Ю.	81	Иванчина Е.А.	242

Ивченко Г.Е.	170	Кожевников А.Е.	604
Игнатов Е.Н.	377	Кожемяченко А.С.	383,385
Игнатова О.А.	265,308	Козлов С.А.	606
Игнатиюгин В.Ю.	296	Козлова А.А.	178
Исакова Л.Г.	416	Кокорина И.П.	396
Ищенко К.П.	298	Колесников П.Е.	608
Кавешников В.М.	630,638,642, 649	Колесникова П.С.	426
Кадырбаев Р.М.	58	Колесов А.Ю.	478
Казаков В.А.	406	Колобова А.В.	133
Каздорф С.Я.	46	Колоколова Д.А.	12
Казьмина А.С.	472	Коломеец А.О.	133
Какаева Ю.О.	242	Колотай И.М.	49
Калиниченко Е.А.	260	Комлева А.А.	361
Калугин А.А.	418	Кондратовская М.А.	383
Калущих М.А.	10	Коробейников С.М.	256
Каложин В.А.	400,436	Коробова О.А.	408,434
Камалтдинов В.Р.	172	Коровина В.А.	302
Камоцкая Ю.Е.	383	Королев К.В.	159
Камышев С.В.	474	Королихин М.В.	610
Канушин В.Ф.	6,12	Корольков В.П.	496
Канькова И.Е.	420	Косенко С.А.	316
Капустин А.В.	563,597	Косяченко И.С.	180
Караваев А.А.	420	Котин Д.А.	561,591,610, 640,645,657
Карасев С.В.	318	Кохан А.О.	170
Карелин Д.В.	338,381	Кочергин В.И.	304
Карелин И.Н.	8	Кочкин В.Д.	218
Карманов И.Н.	474	Кравченко В.Г.	611
Карп Д.Г.	500	Кралькина А.Ю.	79
Карпущенко Н.И.	306	Крапивина А.Е.	308
Катковская К.В.	129,291,328, 343,348	Красильников Б.А.	89,97
Каширина А.М.	147	Краснова Е.Д.	420
Кашник О.И.	234	Красноручский Д.А.	102,104
Каюмов Т.Д.	47	Крюков В.В.	89,97
Ким А.А.	410,422,424	Кряжиков И.А.	510
Кириченко В.И.	599	Кудряшов В.Е.	22
Кирухин Е.И.	300	Кузнецов М.Д.	81
Киселёв А.В.	470	Кузнецов Э.В.	613
Кленов А.С.	174	Кузнецова Д.А.	513
Клеццин В.И.	176	Кулабухова С.О.	40
Климова А.В.	123	Кулик Е.Н.	394
Климова Е.В.	341	Куликова А.А.	515
Клиппа Л.И.	302	Куприянов Д.Р.	220
Клюшова Н.Ю.	285	Купров П.С.	285
Ковтун М.А.	601	Курилов В.Н.	222
Кодола А.К.	602	Кучер Е.С.	579,611,617, 632,647,659
Кожан-оол С.Б.	476	Кучмурукова А.В.	615



Кушнир А.В.	617	Мятеж С.В.	192,563,565,
Лазарев А.А.	182		597,599,621,
Латышев Р.Н.	619		636
Лебедева К.С.	135	Наволоцкая А.В.	500,506,534,
Лебзак А.О.	428		557
Лебзак Е.В.	428	Нагель Е.И.	632
Левина О.В.	198	Назарова К.А.	313
Левчук С.А.	350	Науршин С.Е.	112
Леонтьева В.А.	267	Некрасова И.И.	141
Лесников С.О.	304	Непомнящий Н.В.	316
Леуто А.Н.	306	Непочатых А.А.	133
Линовский С.В.	151,153,176,	Нечаева М.В.	60,168
	190	Никандров В.Н.	85
Липко И.И.	494	Никитин В.Н.	458
Лисавин М.В.	308	Никитина Е.И.	310
Логунов Т.А.	621,636	Николенко В.Н.	634
Ломаева К.А.	430	Никулин А.В.	111,116,478
Лугин А.С.	124	Никулин М.Ю.	559
Лупарева Б.А.	184	Новожилова Д.И.	165
Любимов С.В.	310	Новокрещенов О.И.	581
Майманов Ш.Г.	623	Новолодский М.В.	621,636
Максименко Л.А.	444	Номоконов Д.И.	186
Макуха В.К.	472,490	Нос О.В.	79,608
Малахова Е.А.	624	Носарев М.Г.	18
Малахова О.Д.	432	Нуждин Л.В.	165,167,178,
Малоземов Б.В.	358,595,624,		186
	650,655	Овчинников Р.А.	141
Мальшев О.Е.	318	Орел Е.О.	638
Марченко А.Н.	14	Орешкина А.А.	188
Маслов Н.А.	137,275	Орищук Н.В.	273
Масловец В.В.	626	Орлов П.С.	482
Мастилин А.Е.	53	Орлова Е.Ю.	513
Машкин Н.А.	391	Осипов В.И.	350
Медведева А.Р.	16	Павлов А.В.	352,484
Мезенцева Д.М.	517	Павлов А.Ю.	640
Миличук В.С.	518	Павлова А.И.	387
Миназетдинов И.Р.	628	Павлова В.Л.	239,246
Мирошниченко С.В.	630	Павлюченко О.Д.	521
Мишин С.А.	149	Панкрац Ю.В.	628
Мищенко А.В.	163,180	Парамзин Б.М.	87,523
Мищенко И.Б.	480	Парилова Е.Ю.	363,484
Могунова Д.В.	416	Парц К.А.	101
Молодин В.В.	161	Паршенко К.М.	318
Молчанов В.С.	188	Паршин И.В.	155
Мураткозиев П.Е.	62,83	Патраков А.В.	642
Мусихина Д.В.	8	Пахомова Е.Д.	53
Мухомедзянов Н.Ю.	311	Пель А.Н.	108
Мысливец К.С.	123	Первухин М.В.	210

Перегутова Т.А.	434	Рулева Н.В.	190
Першина Ж.С.	45	Русяев В.С.	486
Петрова А.С.	385	Русяев Д.С.	127
Петрова М.А.	436	Рябуха А.Ю.	236,244
Петрова Н.В.	252,258,412	Рязанцев А.А.	369,371
Петухова Д.Е.	480	Сабитов Т.И.	488
Пирумова И.В.	242	Савиных И.С.	143,476
Платонова И.Н.	143	Савченко М.В.	118
Плетнев П.М.	20	Сартакова О.Е.	387
Плотникова С.А.	371	Светков М.И.	418
Плюснин А.В.	135	Себешев В.Г.	170,194,196
Погожих С.А.	3,5,18	Селедец О.Ю.	328
Поддымникова А.Е.	55	Семенова Ю.С.	77
Подлесная И.С.	222	Семеновых М.А.	226
Покровская О.Д.	320,322	Сиднева А.А.	529
Полицина Ю.С.	324	Симаков Г.М.	577,634
Польских М.С.	438	Симакова И.Л.	16
Поляков С.Ю.	200	Сингизин И.И.	192
Полякова Д.А.	436	Сирин-оол В.О.	135
Полянкин Г.Н.	174	Скоринова В.В.	440
Помыткина Д.К.	432	Скрипникова Н.К.	226
Попкова Д.В.	302	Служаев А.И.	330
Попов И.Л.	643	Смирнов К.С.	373
Попов Н.С.	645	Смирнова А.Н.	322
Попова В.А.	10	Смирнова О.Е.	64
Попова Т.О.	647	Смицкая Ю.И.	649
Порсев Е.Г.	73,85,654	Смолин Н.Н.	354
Пошивайло Я.Г.	438,448	Смолина О.О.	508,531
Прижуков Н.Ф.	28	Смолякова И.В.	510
Прилуков Д.С.	99	Соколовская А.Ю.	531
Примак О.Д.	26	Солдатенкова Е.В.	534
Пристап А.Г.	604	Соловцова Д.П.	442
Пуртова Д.Д.	87	Сольвьев Л.Ю.	287,294
Пустоветов Г.И.	502	Соськова К.А.	444
Пустомолотова П.С.	525	Спиридонов Е.А.	569,615
Пысин Р.А.	89,97	Спирин С.Б.	430
Радзюкевич А.В.	555	Старцева Н.А.	378
Радченко Г.Л.	378	Стежка Д.В.	101
Радченко Е.В.	139	Степанов М.А.	145,468,488
Радченко Л.К.	398	Степанова П.К.	552
Радченко Т.Б.	230	Степанова С.А.	373
Расопина Т.А.	131	Стрельников В.С.	332
Рахимянов А.Х.	70	Стручаева С.С.	260
Рахимянов Х.М.	75	Сумина Д.А.	131
Ращупкин И.О.	224	Сурков М.Д.	334
Регель В.Л.	326	Суровин П.Г.	168
Рублев М.А.	527	Сухих Ю.В.	536
Рублев М.Г.	246,254	Сыренов С.В.	30

Сырецкий Г.А.	81	Фютик И.Г.	339
Табанюхова М.В.	182	Хайленко Е.А.	43
Тамарова В.С.	20	Харинова Н.В.	182
Тарасова С.Н.	446	Харитонов А.А.	90
Тарасова Т.А.	20	Харюткин В.С.	129
Тарасова Ю.И.	498	Хлыбова В.В.	654
Таржанов Т.В.	22	Ховрина А.Е.	545
Тельманова А.С.	426,446	Худяков С.Е.	456
Тельнова О.Ю.	385	Хуторянский Т.В.	655
Темербеков В.М.	34	Целищева К.В.	369
Тен М.Г.	184	Чеглаков С.К.	352
Терехина В.С.	538,540,548	Червоненко А.П.	657
Тетерин В.А.	458	Черезова А.Ю.	258
Тимофеев В.Н.	228	Чернавин Р.В.	254,336
Тимофеева Т.Д.	450	Черненко М.Ю.	659
Годышева С.И.	450	Черникова Д.В.	92
Токарева Н.Е.	246	Чернов А.А.	236,244
Тоноева Н.Ч.	375	Чернов А.В.	410,424
Топорков Д.М.	567,573,601, 643	Черновская Л.И.	548
Трифонов Ю.С.	452	Черногорова Т.В.	36
Троян Д.А.	194	Чернозипунникова В.А.	550
Трусевская А.С.	538	Чернышев А.С.	230
Трухин Ф.В.	650	Чернышев П.А.	42
Тужик Д.А.	454	Чесных Н.А.	105,523
Тузовский В.С.,	540	Чипурнов С.А.	466
Туманик Г.Н.	536	Чирикова П.Г.	552
Уванов М.И.	102	Чирцова Х.Ю.	196
Уванов М.И.	104	Чмир Ю.Э.	338
Уванова Е.А.	102,104	Чубич В.М.	40
Удальцов Е.А.	375	Чуприна Н.Н.	256
Ужайкин Н.А.	147	Чуркин В.Е.	129
Упит О.К.	248	Чусовитин Н.А.	298
Устюжин К.В.	296	Шабалина Е.П.	281
Утробина Е.С.	416	Шаламова О.А.	277
Утробина Е.С.	454	Шаланкова А.Г.	198
Ушакова Е.О.	430,440,442	Шамец А.А.	555
Фадеева Е.А.	194	Шандыбина А.А.	661
Фалько А.И.	124,127,462, 486	Шаповалов А.В.	275
Федорова А.В.	252,412	Шаталов А.С.	105
Фёдорова Н.Н.	389	Шатова А.С.	120
Феркерт Д.В.	652	Шахов С.А.	10,68,260, 383,385
Фирстов Р.И.	542	Шворнева Е.В.	339
Фокин А.Б.	283	Швында Д.И.	271
Фомин А.В.	228	Шевченко А.Ф.	571,626
Фомичев Д.В.	289	Шевченко Л.Г.	585
Фостовцова Е.А.	239	Шевченко Т.А.	490
		Шелковникова А.И.	198

Шершунова В.И.	45,46	Юдин Ю.В.	343
Шестухин А.В.	434	Юдина Д.Е.	358
Шкирко С.А.	108	Южаков А.Ф.	525
Шкред Т.С.	341	Юрлова В.А.	456
Шоева Т.Е.	66	Ющук Л.А.	517,529
Шохирев М.В.	254	Яковлева В.Е.	557
Шпакович Е.А.	381	Янкелевич С.С.	428
Штанг А.А.	575,587,589	Янпольский В.В.	58
Шувалов Г.В.	464	Яровой Р.С.	391
Шуклина А.Е.	258	Ярославкин Е.О.	345
Щекотуева К.В.	260	Ярославцев М.В.	292,583,593, 602,619
Щербаков М.Ю.	262	Яшнов А.Н.	157,172,330,
Щербаков С.В.	663	Яшнов Л.А.	200,279
Эркинов Р.Н.	232	Ящук М.О.	279
Югрин О.П.	300,324		
Юдакова Е.В.	515		

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ**  
**26 РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**Сборник научных трудов  
в двух частях**

**Часть 2**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 14.05.2018 г. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.  
Тираж 35 экз. Уч.-изд. л. 39.06. Печ. л. 42.0. Заказ № 161. Цена договорная

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20