

# **ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

---

## **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО. КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОЕ ХОЗЯЙСТВО И ТРАНСПОРТНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА МОЛОДЕЖИ**

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛОПАСТНЫХ ВИНТОВЫХ СВАЙ В КАЧЕСТВЕ ФУНДАМЕНТОВ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. БАРНАУЛА**

*С. А. Ананьев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — И. В. Носков, к.т.н., доцент*

**В** настоящее время в современных городах остро стоит проблема борьбы с шумовыми воздействиями. Это шум от грузового автотранспорта, железнодорожных магистралей, от технологического оборудования, расположенного рядом с жилыми и общественными зданиями. На сегодняшний день одним из самых эффективных способов борьбы с шумом, является устройство защитных экранов, с использованием шумопоглощающих материалов.

Установка таких конструкций экономически обоснована в густонаселенных районах, где трассирование дороги на расстоянии от жилых и офисных зданий невозможно.

Возможна обратная ситуация, когда ранее построенная дорога застраивается домами. Помимо шумозащитной функции, экраны в разной степени защищают прохожих и проживающих рядом от дорожной пыли и грязи в осенне-весенний период и от ослепления фарами (в случае с непрозрачными экранами). При возникновении ДТП защищает прохожих от обломков [1]. Таким образом, даже при прохождении в непосредственной близости от оживленной трассы — есть возможность создать тихий жилой район, что дает возможность более эффективно расходовать городскую землю [2]. В настоящее время основными типами фундаментов при устройстве шумовых экранов являются монолитный железобетонный ростверк на буронабивных сваях, монолитные железобетонные фундаменты.

Основными недостатками данных типов конструкций фундаментов является: значительная трудоемкость устройства, многодельность работ, сезонность работ и главное невозможность их демонтажа при переносе шумовых экранов.

Всех этих недостатков лишены фундаменты из многолопастных винтовых свай. Многолопастные винтовые сваи обладают рядом существенных преимуществ по сравнению с вышеназванными технологиями: высокая скорость и низкая трудоемкость монтажа; безударность погружения; возможность установки свай в труднодоступных местах; отсутствие земляных работ; возможность круглогодичного ведения строительно-монтажных работ, высокая антикоррозионной защиты свай.

Для городских территорий особенно важна и экологическая составляющая [3]. К ней можно отнести отсутствие земляных работ и простота полного демонтажа данного типа фундамента сводят к минимуму воздействие на окружающую среду при возведении шумовых экранов.

Данные преимущества делают целесообразным применение многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумозащитных экранов.

Сегодня основным сдерживающим фактором применения многолопастных винтовых свай для устройства фундаментов шумовых экранов и завес остается недостаточная изученность их совместной работы. Различия в видах, конфигурациях и размерах как шумозащитных экранов, так и винтовых свай значительно влияют на характер совместной их работы в различных климатических и грунтовых условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации.
3. ГОСТ Р 54257–2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ ОТ НАВЕСНЫХ ФАСАДОВ НА ФУНДАМЕНТ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ

*Н. В. Бабенко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – Б. М. Черепанов, к.т.н., доцент*

**Н**авесной вентилируемый фасад — это технология, несколько десятков лет идущая в ногу в новыми требованиями и тенденциями архитектурного дизайна.

Применение навесного вентилируемого фасада ведет к увеличению полезной площади в помещении, уменьшению расходов на строительство. Установка навесной конструкции не требует специальной подготовки стен.

Прежде чем выбрать вид облицовки, нужно провести исследования строения, фасад которого предполагается оформить.

Любая дополнительная нагрузка на конструкцию может деформировать поверхности стен или фундамента, особенно если постройка не одно десятилетие.

При расчете и сборе нагрузок на фундамент нужно учитывать, что существует две категории — временные и постоянные нагрузки [1].

Нормативное значение веса конструкций заводского изготовления следует определять на основании стандартов, рабочих чертежей или паспортных данных заводов-изготовителей, для других строительных конструкций и грунтов — по проектным размерам и удельному весу материалов и грунтов с учетом их влажности в условиях возведения и эксплуатации сооружений.

Элементы подсистемы для вентилируемых фасадов включают в себя: несущие профили и кронштейны, закрепленные между собой заклепками, и анкером к стене, а также элемент крепления облицовки.

Различают основные подсистемы навесного фасада по материалу изготовления.

#### Сравнение навесных вентилируемых подсистем

Подсистема под вентилируемый фасад:	Баллы за термическое расширение:	Баллы за стойкость к коррозии:	Баллы за вес:	Баллы за стоимость:	Итого, баллов:
Алюминиевая система	1	2	2	2	7
Оцинкованная не крашенная	2	0	1	3	6
Оцинкованная крашенная	2	1	1	2	6
Комбинированная нержавеющая	2	1	1	1	5

Набор необходимых свойств и характеристик подсистемы подбирается на каждый объект индивидуально, исходя из его расположения, характеристик строительного основания, и затрат.

Лидерами облицовочных материалов являются керамогранит, металлокассеты, композитные и алюминиевые панели, натуральный камень, фиброцементные плиты и различные виды сайдинга [2].

При проектировании усиления оснований и фундаментов необходимо учитывать состояние конструкций подземной и наземной частей, а также особенности производства работ по усилению оснований, фундаментов, подземной и наземной частей сооружения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85\*
2. Кавер, Н. С. Современные материалы для отделки фасадов: учеб. пособие по направлению 630100 «Архитектура» / Н. С. Кавер; Моск. архитектур. ин-т (Гос акад.), Каф. архитектур. материаловедения. — М.: Архитектура-С, 2005 (ГУП ИПК Ульян. Дом печати). — 118 с.

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

*М. Ю. Беляков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Б. М. Черепанов, к.т.н., доцент*

Сложность при возведении зданий и сооружений на лессовых грунтах — актуальная и часто трагиваемая проблема для нашего региона. Лессовые просадочные грунты характеризуются довольно резким уменьшением прочностных характеристик при замачивании. Правильный выбор показателей сопротивления сдвигу, имеет первостепенное значение для практики, т.к. они обуславливают точность инженерных расчетов по определению предельной нагрузки на грунт.

При замачивании таких грунтов возникают локальные процессы вертикальной деформации грунтов, характеризующиеся резким нарушением структуризации породы, что сопровождается полной или частичной потерей сопротивления нарушенных масс грунта, которые приводят к разрушению зданий и сооружений [1].

Целью наших исследований является изучение изменения прочностных характеристик лессовых грунтов при различной влажности. Пробы грунта для лабораторных исследований были отобраны согласно требованиям ГОСТ 12071–2014 на строящихся участках Алтайского края [2].

Для определения прочностных характеристик были проведены испытания по схеме консолидированно-дренированного среза согласно требованиям ГОСТ 12248–2010. Образцы грунта для исследований подготавливали согласно ГОСТ 22733–2016. Результаты испытаний образцов грунта сведены в таблицы 1 и 2.

С увеличением влажности происходит уменьшение угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта. По нашему мнению, это можно объяснить следующим: при минимальном показателе влажности — 5%, в исследуемых грунтах преобладает связанная вода, а это значит, что молекулы воды у поверхности глинистых частиц испытывают огромное молекулярное притяжение, свободная вода содержится в минимальных количествах. При увеличении влажности количество свободной воды увеличивается, что приводит к ослаблению притяжения глинистых частиц и соответственно к падению значений прочностных характеристик грунтов.

*Таблица 1*

#### Физико-механические характеристики супеси

Плотность ( $\rho$ ), г/см <sup>3</sup>	Число пластичности (Ip), %	Влажность (W), %	Удельное сцепление грунта (c), МПа	Угол внутреннего трения ( $\phi$ ), град.
2,18	4,4	10	0,012	30
2,06		7,5	0,024	33
1,88		5	0,05	36

Таблица 2

## Физико-механические характеристики суглинки

Плотность ( $\rho$ ), г/см <sup>3</sup>	Число пластичности ( $I_p$ ), %	Влажность ( $W$ ), %	Удельное сцепление грунта ( $c$ ), МПа	Угол внутреннего трения ( $\phi$ ), град.
2,12	8,87	15	0,05	34
1,96		11,25	0,061	36
1,88		9,5	0,08	37
1,82		7,5	0,082	39

Для дальнейших исследований планируется произвести отбор грунта в другом месте и испытать его при других влажностях с целью получения более достоверной картины изменения характеристик прочности грунтов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев В. П. Лессовый покров России: учебное пособие / Ананьев В. П. — Электрон. текстовые данные. — М.: Юриспруденция, 2012. — 107 с.
2. Исследование влияния различных факторов на прочностные характеристики грунтов / Ползуновский альманах № 2/ Б. М. Черепанов, М. Ю. Беляков/ Барнаул, 2018.

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕШЕХОДНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ Р. БАРНАУЛКУ В ЦПКО

*П. А. Гончаров*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители — Ю. В. Халтурин, к.т.н., доцент; Г. М. Бусыгина, к. э. н. доцент*

**В** Барнауле с 2015 года создается туристический кластер «Барнаул — горнозаводской город». Данный кластер был включён в федеральную целевую программу «Развитие внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации (2011–2018 годы)» [1]. Программа реализуется для повышения конкурентоспособности и развития отечественного туристского рынка, привлечения инвестиций в отрасль. В рамках Программы производится обновление и благоустройство исторической части города Барнаула.

На территории туристического кластера располагаются два подкластера: рекреационный комплекс «Парк Центрального района с аптекарским садом» и многофункциональный инновационный туристический комплекс «Барнаульский сереброплавильный завод» (рисунок 1). Эти два подкластера связывает неэксплуатируемый в настоящее время пешеходный мост через реку Барнаулку. Мост выполнен металлическим, четырехпролетным (2x12,7 м и 2x4,5 м), разрезным (рисунок 2) [2].

Общая длина моста составляет 35,4 м. Промежуточные свайные опоры выполнены из стальных труб диаметром 600 мм с заполнением монолитным бетоном. Ширина мостового полотна, включая перильное ограждение, составляет 3,2 м. По двум продольным главным балкам двутаврового сечения были уложены поперечные из деревянных брусьев и дощатый настил.

При обследовании было установлено: дощатый настил и основная часть деревянных балок демонтированы, металлические элементы моста подверглись сплошной коррозии на глубину до 1 мм, опирание балок-насадок на сваи выполнено со смещением их осей до 120 мм, некорректно выполнены узлы сопряжения балок крайних пролетов с балками средних пролетов. Очевидно, что пролетное строение моста необходимо полностью демонтировать.



Рисунок 1 — Схема территорий подкластеров: 1 — территория Барнаульского сереброплавильного завода, 2 — территория ЦПКО

Рисунок 2 — Общий вид моста через реку Барнаулку

Архитекторы А. Ф. Деринг и И. А. Быков в проекте по восстановлению сереброплавильного завода предложили перенести данный пешеходный мост. С учетом технического состояния опор и пролетного строения моста можно констатировать: при восстановлении моста на прежнем месте возможно использование только его старых опор [3]. Поскольку мост не является памятником архитектуры, принять окончательное решение о месте расположения моста и целесообразности использования его старых опор может только собственник территории по согласованию с административными органами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барнаул — горнозаводской город. //Режим доступа: URL <https://www.altairegion22.ru/info/tour/barnaul/barnaul-gornozavodskoy-gorod.php>. (дата обращения: 08.06.2016 г.).
2. Туристический кластер «Барнаул — горнозаводской город» // Режим доступа: URL: <http://arnaulkastro.ru/objects/homes/turisticheskoy-klaster-barnaul-gornozavodskoy-gorod.html>? (дата обращения: 17.05.2017 г.).
3. Фотопортрет старого Барнаула. Сереброплавильный завод. // Режим доступа: URL: <http://staslandia.ru/serebroplavilnyy-zavod> (дата обращения: 03.09.2017 г.).

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИИ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

*В. К. Гордеев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — О. В. Дремова, ст. преподаватель*

**М**едицинские учреждения входят в число наиболее сложных типов объектов с точки зрения проектирования и архитектуры, поскольку должны не только осуществлять диагностику и лечение пациентов, решать административно-хозяйственные задачи, предоставлять комфортные условия для пациентов, но и отвечать различным нормативам противопожарной безопасности и санитарно-эпидемиологическим требованиям.

Создание архитектурного пространства для медицинской деятельности должно учитывать интересы всех участников процесса выздоровления [1].

Сложным и многогранным инструментом в архитектуре является использование продуманных цветовых решений. Для достижения максимального эффекта от их применения в пространствах медицинского назначения требуются совместные усилия архитекторов, художников, ученых-медиков.

Студенты Казанского государственного архитектурно-строительного университета предложили свой вариант оформления Республиканской клинической больницы (РКБ) в г. Казань. Молодые архи-

текторы нашли способ применить цвет не только в эстетических целях, но и в целях организации пациентопотока, навигации.

Одной из основных тенденций технических решений, предлагаемых зарубежными архитекторами, является широкое применение в строительстве стекла, которое позволяет визуально облегчить конструкцию и попутно решает экологический вопрос по уменьшению потребления электроэнергии.

Не менее важным является выбор формы медицинских учреждений. Здания оригинальной формы явились бы украшением наших городов.

Интересным архитектурным решением может явиться создание медицинских поселений в границах города.

В Алтайском крае функционирует более 160 медицинских учреждений, которые располагаются практически в 2000 объектах капитального строительства. При этом в области архитектуры медицинских организаций для Алтайского края особенно актуальны проблемы реконструкции или достройки ранее существующих зданий, которые исторически остаются центральными объектами существующих больничных комплексов.

В нашем регионе пришли к осознанию необходимости модернизации пространства поликлиник, больниц и центров, создания комфортных условий ожидания для пациентов, учитывающих современные тенденции развития архитектуры и дизайна, соблюдение требований «доступной среды» для маломобильных пациентов и другие аспекты. В качестве примера можно привести бренд «Открытая регистратура», который с успехом реализуется в медицинских учреждениях края в настоящее время [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова М. П., Барковская А. Ю., Янин К. Д. Социокультурные аспекты организации архитектурного пространства для медицинской деятельности // Вести. Волгогр. гос. ун-та. Сер.7, Филос. 2015. № 2 (28). С. 68–73.

2. Регистратура Детской поликлиники № 2 г. Бийска стала открытой // официальный сайт Министерства здравоохранения Алтайского края // [http://zdravalt.ru/society-and-us/news/registratura-detskoy-polikliniki-2-g-biyska-stala-otkrytoy/?sphrase\\_id=42193](http://zdravalt.ru/society-and-us/news/registratura-detskoy-polikliniki-2-g-biyska-stala-otkrytoy/?sphrase_id=42193)

## ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «УМНЫЙ ДОМ» В ПОВСЕДНЕВНУЮ ЖИЗНЬ ГОРОДСКОГО ЖИТЕЛЯ

*С. М. Гордиенко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. Р. Кирколуп, к.т.н., доцент*

**У**мный дом (англ. smart house) — жилой дом современного типа, организованный для проживания людей при помощи автоматизации и высокотехнологичных устройств. [1]

Преимущества этой концепции очевидны: дистанционный контроль над всеми важными аспектами жилищного хозяйства (электроприборы, системы водоснабжения, канализации и отопления, климат контроль и т. п.); безопасность жителей дома и их имущества (противопожарные и охранные системы, датчики и видеонаблюдение); экономия природных ресурсов и денежных средств на оплату коммунальных услуг; автоматизация повседневных и рутинных задач.

На данный момент, сопутствующий рынок усиленно развивается и уже может предоставить широкий ассортимент готовых систем. К сожалению, из-за высокой стоимости такие решения не пользуются популярностью.

Тем не менее, существует более дешевая альтернатива — платформы для разработки, например, Arduino. К данным платам существуют свои интегрированные среды разработки, как официальные (Arduino IDE), так и альтернативные (Programino IDE), в которых уровень требуемых навыков программирования приравнивается к школьным.

В настоящей работе в качестве управляющего элемента системы умного дома рассматривается плата Arduino Uno, оборудованная платой расширения и различными датчиками и механизмами. Плата оборудована USB-разъемом, через который загружается необходимая программа и идет основное питание. На случай отключения электроэнергии, может использоваться литий-ионные аккумуляторы (LI-ION 14500 1200mAh) [2]. К основной плате подключена плата расширения Internet Shield W5100, позволяющая создавать сервер, на который подается вся информация с механизмов и датчиков и с помощью которого происходит контроль над ними. Набор датчиков представлен датчиком температуры и влажности DHT11, диапазон измерения температур которого составляет 0–50 °С и влажности — 20–90%, что подходит для измерения этих параметров внутри помещений. Датчик протечек (Water Level) позволяет предостеречь от протечек жидкостей. Если протечка случается, информация с датчика посылается на сервер и приходит уведомление на мобильное устройство. Дополнительно к плате подключены светодиод и зуммер, которые включаются при протечке и уведомляют о ней хозяина дома. Датчик звука (микрофон) используется для звукового управления приборами. Помимо управления приборами через интернет и звук, система оборудована ИК-приемником, который можно настроить на прием сигнала с любых ИК-пультов для управления механизмами, например, реле, которое позволяет управлять электроприборами. Также система представлена LCD-дисплеем, который выводит показания температуры и влажности с датчика DHT11 на экран.

Внедрение технологий умного дома в повседневную жизнь городского жителя, в частности, и с использованием приведенного решения позволит сократить расходы на энергоресурсы за счет климат-контроля помещений и контроля за электроприборами. Возможность дистанционного управления элементами системы создает не только комфортную среду для горожанина, но и позволит своевременно реагировать на возникающие аварийные ситуации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Невмержицкий В. Л. Умные дома. // Инновации в строительной индустрии. — 2015. — С.83–87.
2. Питание Arduino от аккумуляторов // RobOM.ru. — 2017. — URL: <https://robom.ru/blog/arduino/pitanie-arduino-ot-akkumulyatorov.html> (дата обращения: 10.10.2018).

## ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ КОРРОЗИИ НА ГАЗОПРОВОДЕ. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

*Д. С. Дружченко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. Е. Лютова, ст. преподаватель*

**О**дной из главных причин выхода металлических трубопроводов из строя (частичной разгерметизации или полного разрушения отдельных элементов) является их коррозия.

Основную опасность представляет коррозия внешних поверхностей подземных газопроводов. В зависимости факторов коррозии различают коррозию блуждающими токами и почвенную [3].

Для защиты газопровода от электрохимической коррозии существуют пассивные и активные методы. Одним из активных методов является метод электрохимической защиты (ЭХЗ).

Основными видами ЭХЗ являются катодная, протекторная и дренажная установки. От почвенной коррозии применяют катодные станции и протекторы, а дренажная — для защиты от действия блуждающих токов. Для защиты некоторых объектов применяют комбинированную защиту [2].

На данный момент в Алтайском крае идёт реконструкция электрохимической защиты магистральных газопроводов. Это мероприятие должно поднять надёжность транспортировки газа на более качественный уровень.

При эксплуатации средств ЭХЗ выполняются следующие виды работ:

1. Ввод в эксплуатацию

Средства ЭХЗ вводятся в эксплуатацию при строительстве стальных газопроводов. Иногда позже, но не позднее шести месяцев после укладки газопровода в грунт (в опасных зонах - не позднее, чем через месяц).

2. Техническое обслуживание установок ЭХЗ.

Техническое обслуживание проводится не реже двух раз в месяц для катодных установок, четырех раз в месяц для дренажных и одного раза в шесть месяцев для протекторных.

3. Проверка эффективности. Данная проверка производится не реже двух раз в год.

4. Корректировка режимов работы средств ЭХЗ должна проводиться. Данная процедура проводится только в случаях изменения рабочих параметров преобразователя или при изменении коррозионных условий.

5. Все дефекты или неисправности, выявленные во время эксплуатации установок ЭХЗ, должны устраняться при текущем или капитальном ремонте.

6. Оценка уровня эффективности средств ЭХЗ на подземных газопроводах.

Электрохимическая защита должна обеспечивать в течение всего срока эксплуатации непрерывную по времени катодную поляризацию газопровода на всей его протяженности и на всей поверхности [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 54983–2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация
2. Электронный ресурс [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid)
3. Электронный ресурс / <https://trubaspec.com/>

## АНАЛИЗ СИСТЕМ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ТОРГОВОЙ СЕТИ «МАРИЯ-РА»

*М. А. Егерь*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители – В. В. Перфильев, к.т.н., доцент; О. В. Дремова, старший преподаватель*

**Н**а сегодняшний день динамичное развитие продуктовых торговых сетей вызвало рост конкуренции между ними. Основную долю рынка среди розничных продуктовых торговых сетей в г. Барнауле занимает торговая сеть (далее — ТС) «Мария-Ра», ее доля составляет 60%, потом следует сеть «Ярче!» 18%, на третьем месте «Магнит» — 13%.

В условиях жесткой конкуренции, ТС становится все труднее находить способы, при помощи которых они могли бы формировать отличительные черты своей сети в глазах потребителей. Таким образом, розничные сети развиваются с каждым днем, набирают свои обороты и их главная цель накапливать и усиливать свои конкурентные преимущества [1,2].

В соответствии с вышесказанным ТС «Мария-Ра»:

1. Выполняет ремонтно-строительные работы.
2. Разрабатывает комплекс мероприятий по энергосбережению для получения экономической эффективности.

3. Осуществляет проверку привлекаемых к работе строительно-монтажных организаций на благонадежность (должную осмотрительность), с целью исключения возможных финансовых рисков [2].

В свою очередь проверка строительно-монтажных организаций на благонадежность заключается в сборе и анализе данных о регистрации или процессе ликвидации строительно-монтажной организации, о ее виде деятельности, о задолженности по налогам, месте регистрации и др.

На примере строительного объекта ТС «Мария-Ра» г. Барнаул, ул. Крупской, 80, был произведен расчет экономической эффективности мероприятий по энергосбережению:



1. Замена люминесцентных светильников на светодиодные.
2. Установка светопрозрачной ПВХ-пленки на окна.

В результате всех расчетов оказалось, что суммарная годовая экономия, учитывая все представленные мероприятия, составляет 318 117,78 руб.

В заключение отметим, что ТС «Мария-Ра» проводит ремонтно-строительные работы для улучшения параметров комфорта жителей города, тем самым увеличивая свое конкурентное преимущество.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конкурентоспособность организации: учебное пособие / под общ. ред. проф. А. С. Головачев. — М.: Изд-во Высшая школа, 2012.
2. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / под общей ред. П. Г. Грабового, В. А. Харитонов. — М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2006.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ НАГРУЗОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫСОТНЫХ И БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ В Г. БАРНАУЛЕ

*А. И. Кириллова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Г. М. Бусыгина, к. э. н. доцент*

При проектировании зданий и сооружений необходимо учитывать особенности климатического района, в котором располагается объект строительства. Покрытия большепролетных и высотных зданий, которые активно строятся в г. Барнауле, рекомендуется рассчитывать на снеговую и ветровую нагрузку с учетом статистических данных (Градостроительный Кодекс РФ). Статистические данные берутся из данных метеостанций не менее чем за 25 лет. Данные для этой работы выбирались из различных источников: государственный сервер <http://meteo.ru/> (г. Обнинск), метеостанция г. Барнаула.

Снеговая нагрузка описывается как вероятностная модель последовательности годовых максимумов, подчиняющаяся закону распределения Гумбеля [2], с интегральной функцией распределения  $P(x)$ . Параметры  $\alpha$  и  $\beta$  связаны с математическим ожиданием  $\bar{X}$  и дисперсией  $D(x)$  соотношениями:

$$\bar{X} = \alpha + 0.5776\beta, \quad D(X) = 1.645\beta^2, \quad P(x) = \exp\left[-\exp\left(\frac{\alpha - x}{\beta}\right)\right]$$

После обработки статистических данных были получены результаты, представленные в таблице 1 для г. Барнаула. Эти данные можно сравнить с нормативными [1,4].

*Таблица 1*

**Вес снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$ , кПа**

Источник данных	Период времени	$S_g$ , кПа	Снеговой район
г. Обнинск	52 года (1966–2017)	2.364	IV (1.8–2.4 кПа)
г. Обнинск	25 лет (1993–2017)	2.51	V (2.4–3.2 кПа)
г. Барнаул (данные неполные)	59 лет (1959–2017)	1.81	IV (1.8–2.4 кПа)

Для расчета ветровой нагрузки были проанализированы данные наблюдений, находящиеся на сервере [3]. В метеорологии для моделирования скорости ветра  $V$  используется распределение Вейбулла  $P(V)$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  — коэффициенты, зависящие от ветрового режима местности [2]. Параметры  $\alpha$  и  $\beta$  свя-

заны с математическим ожиданием  $\bar{X}$  и среднеквадратическим отклонением  $\sigma(x)$  соотношениями:

$$\bar{X} = \beta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \text{ и } \sigma^2(x) = \beta^2 \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \left( \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \right)^2 \right] \quad P(V) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{V}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

В этом случае давление ветра следует определить через его скорость  $w_0 = 0.43V^2$ . После обработки данных и построения модели ветровое давление в Барнауле вычислено как  $w_0 = 0.363$  кПа, что на 4,5% отличается от нормативного значения  $w_0 = 0.38$  кПа.

Рассматриваемая методика рекомендована для применения при строительстве в малоизученных и горных районах, например, в ОЭЗ «Бирюзовая Катунь». Для построения статистических моделей использовались данные ближайшей метеостанции 36055 Кызыл-Озек за период с 1965 по 2016 год (52 года): давление ветра  $W_0 = 0.1$  кПа (ветровой район 1а), вес снегового покрова  $Sg = 1.93$  кПа (снеговой район IV).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. — М.: Изд-во стандартов, 2011. — 76 с.
2. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / под общ. ред. А. В. Перельмутера. — 4-е изд., перераб. — М.: Издательство СКАД СОФТ, издательство АСВ, издательство ДМК Пресс, 2014. — 596 с.
3. Доступ к массиву данных ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meteo.ru/it/178-aisori>
4. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. — М.: МинСтрой России, 2016. — 104 с.
5. ГОСТ Р ИСО 4355 Основы проектирования СК. Определение снеговых нагрузок на покрытия. — М.: Стандартиформ, 2017. — 25 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ НЕСЪЁМНОЙ ОПАЛУБКИ

*М. С. Ковалёва*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — О. С. Анненкова, к.т.н., доцент*

**В** последние годы в Барнауле всё чаще на строительном рынке появляется такой материал как — несъёмная опалубка. Организаций занимающих её распространением в Барнауле являются: Stroyportal, Budus.ru и т. д. Но в Барнауле нет организаций занимающихся непосредственно строительством зданий из несъёмной опалубки. Однако недалеко от Барнаула, в Новосибирске есть компания, специализирующаяся на данных зданий.

Рациональным направлением в строительстве является разумное сочетание монолитного железобетона и сборных конструкций. Часто эффективным оказывается комбинированное применение сборных и монолитных ограждающих конструкций стен, перекрытий и других конструктивных элементов [1].

Преимущества при использовании несъёмной опалубки являются:

1. Ускорение процесса устройства опалубки и строительства зданий;
2. Облегчение общего веса конструкции за счет уменьшения толщины стены;
3. Повышение звуко- и теплоизоляции конструкций зданий;
4. Использование современных материалов для опалубки в любых климатических условиях;
5. Декоративная функция — опалубка может иметь структурированную или отформованную лицевую поверхность, что позволяет не использовать дополнительное декорирование фасада специальной плиткой или панелями [2].

В настоящее время существует множество разновидностей несъёмной опалубки. Рассмотрим наиболее популярные из них. Это: несъёмная опалубка техноблок, армированные панели, опалубка «Пластбау-3», несъёмная опалубка из пенополистирола.

**Несъемная опалубка позволяет возводить не только стены в здании, но и фундаменты, и перекрытия.**

Возведено здание с использованием:

- техноблок в Алтайском крае, Первомайском районе, село Санниково, ул. 10-я Заречная и т. д.;
- армированные панели в г. Красноярск, ул. Норильская, 16, а также в Красноярский край, Емельяновский район в селе Шуваево и в селе Солонцы;
- опалубка «Пластбау-3» в Московской, Новгородской, Вологодской, Архангельской и в других областях;
- **несъемная опалубка из пенополистирола** в Алтайском крае, Смоленском районе в Белокурихе

При использовании несъемной опалубки:

1. Сокращение продолжительности возведения зданий за счет ускорения процесса устройства несъемной опалубки;
2. Уменьшение толщины стены и небольшой вес блоков опалубки снижают общую массу конструкций здания;
3. Повышение звуко- и теплоизоляции конструкций здания из-за применения в конструкции опалубки утеплителя;
4. Возможность устройства несъемной опалубки для возведения стен зданий в любых климатических условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анпилов С. М. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание. — М.: Издательство АСВ, 2005. — 280 с.
2. Анненкова, О. С. Обзор основных видов несъемной опалубки / О. С. Анненкова, М. С. Коновалова // Ползуновский альманах. — 2018. — № 2. — С. 35–40.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ БАССЕЙНОВ В БАРНАУЛЕ

*Д. Л. Комяков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. В. Перфильев, к. т. н., доцент*

**О**риентиром для формирования инфраструктуры и приоритетных направлений развития города на долгосрочный период является «Стратегия социально-экономического развития города Барнаул до 2025 года», утвержденная городской думой.

Одним из ее приоритетов является создание комфортной среды для жителей города, которая должна иметь всё необходимое для семейного благополучия, здоровья, гармоничного развития личности и профессиональной реализации [1, 2].

Достижение данной цели невозможно без развития культуры и спорта.

Проведя исследования по востребованности различных видов спорта в г. Барнауле и проанализировав общую обстановку в этой сфере отметим, что плавание входит в число наиболее популярных среди горожан видов спорта, но существенной проблемой является нехватка плавательных бассейнов. Их количество составляет лишь 16% относительно нормативов.

Нашим предложением является поиск перспективных территорий для возведения плавательных бассейнов в уже застроенных территориях. Среди них можно выделить Центральный район, а именно улицу Интернациональная в районе элеватора. На данной территории проживает около 7 тысяч человек. Количество жителей будет только увеличиваться, так как согласно проекту нового генплана здесь предусмотрена многоэтажная застройка на месте частного сектора.

Рассмотрим также Индустриальный район, зону новостроек. Это относительно новая и развивающаяся территория города, где находятся крупные жилые микрорайоны и транспортные узлы.

Для примера выделим третье малаховское кольцо, в окружении которого расположены торговые центры «Волна» и «Лента». На свободном земельном участке между ними вполне можно разместить бассейн.

Проект нового генплана Барнаула предполагает развитие уже застроенных территорий взамен экстенсивного расширения нашего города. Наиболее перспективные площадки для обновления расположены в микрорайоне Поток. Здесь находятся многочисленные очаги аварийных домов, подлежащих сносу; на их месте планируется возведение новых многоэтажных жилых зданий. Строительство спортивных объектов, в частности, бассейнов, позволит повысить привлекательность данной территории для частных инвесторов, а также вовлечь горожан, в особенности детей и молодежи к занятию физкультурой и спортом, что в конечном итоге повысит комфортность их проживания.

Таким образом в данном исследовании рассмотрены места возможного расположения новых плавательных бассейнов. Отмечены преимущества и недостатки различных территорий г. Барнаула. Особое внимание уделено городской застройке, подлежащей развитию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / под общей ред. П. Г. Грабового, В. А. Харитоновой. — М.: Изд-ва «АСВ» и «Реалпроект», 2006.

2. Основы организации и управления жилищно-коммунальным комплексом: учебно-практическое пособие / под общ. ред. проф. П. Г. Грабового. — М.: Изд-во АСВ, 2004.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОСВЕЩЕНИЯ УЛИЦ И ДОРОГ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ РАЙОНЕ ГОРОДА БАРНАУЛА

А. А. Кудишин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Г. С. Меренцова, д. т. н., профессор

**Д**ТП в темное время суток являются серьезной проблемой. Несмотря на значительное понижение потока транспорта в этот период времени (15–20% от общего объема) на ночное время суток приходится практически 50% от общего числа дорожно-транспортных происшествий.

Как показывает опыт и практика стран Европы, более эффективной мерой повышения безопасности движения транспортных средств в темное время суток — установка качественного искусственного освещения, в первую очередь участников улично-дорожной сети с большим числом конфликтных точек между транспортом и пешеходами. [1]

В настоящее время, на дорогах нашей страны используется далеко не самое современное осветительное оборудование — газоразрядные лампы. Не исключением стала и система освещения улиц и дорог в Железнодорожном районе города Барнаула.

У газоразрядных светильников имеются следующие недостатки:

- слабая работа при отрицательных температурах воздуха, так как если столбик термометра опустится ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ , лампа может не зажечься совсем;
- значительные затраты на обслуживание и эксплуатацию, поскольку газоразрядные лампы необходимо часто менять и тщательно очищать. [1]

Мировой опыт доказал: лучший путь к совмещению экономии электричества с качественным уровнем освещения — применение светодиодных светильников.

Результаты замены обычных светильников на светодиодные следующие:

- экономия электроэнергии;
- более яркое, равномерное и не вызывающее утомляемость зрения освещение;
- знаковые показатели работы светильников;
- улучшение цветопередачи.

На участке трассы протяженностью 3,5 километра удалось сэкономить 189 800 кВт/ч за один год. В финансовом эквиваленте это более чем 650 тысяч рублей. Индекс цветопередачи вырос более чем вдвое по сравнению с обычными светильниками, оснащенными ртутными лампами. Благодаря этому удалось понизить уровень утомляемости водителей на трассе.

Проведен анализ освещенности дорог и улиц в железнодорожном районе, результаты которого представлены ниже:

- на крупных улицах Матросова и Юрина установлены газоразрядные светильники, на некоторых более мелких улицах, пересекающих их перпендикулярно — установлено светодиодное освещение, что позволяет увидеть резкий контраст в уровне и качестве освещения в пользу светодиодных ламп, кроме того на ул. Матросова, как минимум 6 ламп вышли из строя;
- на участке ул. проспект Ленина, расположенном в железнодорожном районе, установлены газоразрядные лампы;
- на мелких улицах, пересекающих улицу Матросова светодиодные светильники установлены не по всей протяженности.

Светодиодное освещение обеспечивают равномерный световой поток и оптимальную светоотдачу, что гарантирует максимальную видимость на автодорогах, снижая уровень ДТП и происшествий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахунов Д. Ф., Евстигнеева Н. А. Светотехнический расчет осветительной установки автомобильной дороги // Международный студенческий научный вестник, 2015. — С. 8–10.

## ВЛИЯНИЕ МОЮЩИХ СРЕДСТВ НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КЛАДОЧНЫХ РАСТВОРОВ

*Е. М. Лагунова*

*Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Г. И. Овчаренко, доктор технических наук, профессор*

**В** связи с ограниченным объемом производства извещково-цементных кладочных растворов в г. Барнауле, в настоящей работе исследовалась прочность равноподвижных (Пк2 — Пк3–7,5–8,5 см) кладочных растворов марки по прочности М200 на различных альтернативных пластификаторах.

В качестве таковых в сравнении исследовали: кальциевую воздушную известь I сорта, суперпластификатор С-3, бытовые моющие средства — жидкое мыло и «Fagu». Для приготовления кладочных растворов использовали: цемент ЦЕМ I 42,5Б, завод-изготовитель АО «Искитимцемент», песок мелкий речной Обской с модулем крупности  $M_k=1,01$ , содержанием пылеватых и глинистых частиц 10,1%. Испытания производили в соответствии с требованиями ГОСТ 5802–86 Растворы строительные. Методы испытаний.

Результаты исследования показали, что прочность растворов пропорциональна их средней плотности и расходу цемента. При этом максимальную плотность и прочность обеспечивает суперпластификатор С-3. Однако такие растворы «тяжелые» для работы, имеют минимальное воздухоовлечение. Следующие по прочности идут растворы на цементе без добавок пластификаторов. Они характеризуются теми же отрицательными свойствами.

Пластификация растворной смеси известью снижает прочность растворного камня на 12%, однако обеспечивает желательную удобоукладываемость и другие свойства, регламентируемые требованиями ГОСТ 28013–98 «Растворы строительные. Общие технические условия».

Пластификация растворных смесей моющими средствами в оптимальных составах снижает прочность для жидкого мыла на 11%, а для «Fagu» на 16,5% в сравнении с извещково-цементным раствором. В то же время растворы на этих пластификаторах имеют максимально приемлемую удобоукладываемость.

мость, легки в работе, длительно сохраняют полный комплекс свойств. Расход их, по сравнению с известью, в 16,5 раз меньше, что при рыночной стоимости почти в 2 раза экономичнее и позволяет выравнивать прочность дополнительными добавками цемента.

## АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*А. В. Логинов*

*Барнаульский юридический институт МВД России  
Научный руководитель — С. А. Ульрих к.т.н., доцент*

**П**роблема управления дорожным движением (ДД) на оживленных перекрестках в условиях максимальной загрузки проезжей части транспортными средствами (ТС) является актуальной в наше время. Увеличение парка ТС, изменяющийся уровень и качество подготовки водителей, развитие улично-дорожной сети (УДС), рост числа водителей и пешеходов — все это приводит к огромным заторам на перекрестках, усложнению дорожных развязок.

Адаптивное управление транспортными потоками — это механизм, который позволяет без проведения реконструкции УДС увеличить пропускную способность за счет непрерывного автоматизированного мониторинга за ДД, анализа оперативной обстановки, прогнозирования и предупреждения возможных скоплений ТС и аварийных ситуаций. Внедрение адаптивной системы управления дорожным движением (АСУДД) позволяет снизить время в пути ТС на 10–15%; сократить количество транспортных остановок на 20–40%; снизить расход топлива и количество вредных выбросов на 5–15%; повысить безопасность ДД.

В условиях увеличения количества ТС в Алтайском крае и г. Барнауле, в частности, увеличивается количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и очагов аварийности [1]. За период времени с января 2018 года по 22 октября 2018 года в г. Барнауле зарегистрировано 249 ДТП. В них погибло 6 человек, ранено 306 человек. Столкновение является наиболее распространённым видом ДТП. Большинство ДТП происходит на оживленных перекрестках, из-за нарушения скоростного режима, проезда на красный сигнал светофора. Неопытные водители иногда просто не замечают светофор на перекрестке, а «лихачи» же могут специально игнорировать запрещающий сигнал из-за малозначительной санкции, предусмотренной за нарушение ст. 12.12 КоАП РФ.

Проблема с ростом аварийности и транспортными заторами наиболее остро наблюдается в Индустриальном районе г. Барнаула — из-за растущего количества новых жилых и административных объектов и плотности населения [2]. Наиболее сложным участком этого района является участок улицы Попова (рис. 1), от ул. Взлетной до улицы Г. Исакова, с характерными в «час-пик» «заторовыми» пересечениями с ул. А. Петрова, ул. Энтузиастов, Павловским тр., на которых совершено 13 ДТП с 13 ранеными.



Рисунок 1 — Очаги аварийности (а) и транспортные заторы (б) на ул. Попова

Данную проблему предлагается решить внедрением АСУДД, обеспечивающей своевременное изменение режимов работы светофорных объектов в реальном времени и, одновременно, позволяющей контролировать соблюдение водителями ПДД. Для наиболее эффективного распределения интервалов проезда на перекрестке, а также для профилактики аварийных ситуаций необходимо установить камеры фото- видео- фиксации нарушений ПДД с программным обеспечением АСУДД. Данная инновационная система контроля транспортных потоков способна изменить в корне ситуацию на дорогах г. Барнаула.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Е. О., Ульрих С. А., Каширский Д. Ю. Организация движения и административная ответственность водителей на дорогах общего пользования: Материалы VIII всероссийской научно-практической конференции 12 марта 2015 г./Отв. редактор Д. А. Захаров — Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. С. 240–244.

2. Ульрих С. А., Каширский Д. Ю., Ведяшкин В. И. Исследование организации дорожного движения для выявления экологически неблагоприятных районов города. Вестник АГАУ. — Барнаул, 2015. № 4 (126). С. 70–77.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

*И. С. Любимов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Г. С. Меренцова, д. т. н., профессор*

**Д**ля повышения эксплуатационных показателей современных асфальтобетонных смесей используется широкий спектр модификаторов. Строительная индустрия предоставляет возможность подбора присадок для конкретных дорожных условий, а также их сочетания для получения высоких эксплуатационных характеристик.

Было исследовано влияние полимерной добавки ОМНК и адгезионной присадки ДАД-1 при добавлении в мелкозернистую плотную асфальтобетонную смесь. В ходе эксперимента проверены восемь серий одного рецепта с добавлением 10, 15, 20% полимерно-минеральной композиции ОМНК от массы минерального порошка и контрольный состав без добавки, а также совместное влияние добавок ОМНК и ДАД-1 с дозировкой 0,3% от массы битума.

ОМНК — это полимерная добавка представляющая собой полимерно-минеральную композицию на основе редиспергируемых полимерных порошков и минеральных наполнителей. Испытания, проведенные Военной академией тыла и транспорта, показали, что минеральный материал с данной добавкой обладает повышенной адгезией к битуму [2].

ДАД-1 — это универсальная экологическая чистая адгезионная добавка к битуму из сырья, образующегося при переработке растительных масел, которая при введении ее, в количестве 0,3–1% в битум повышает сцепление с каменным материалом [3].

Подбор состава асфальтобетонных смесей выполнялся в соответствии с ГОСТ 9128–2013 [1].

По результатам испытаний асфальтобетона с использованием полимерно-минеральной добавки ОМНК установлено:

- при содержании 10% добавки ОМНК от массы минерального порошка предел прочности на сжатие после водонасыщения в течении 15 суток несколько выше нормативных требований;
- предел прочности на сжатие при 20 °С после водонасыщения в составах с добавкой ОМНК значительно выше, чем в составах с введением одновременно двух добавок ДАД и ОМНК;
- предел прочности на сжатие после водонасыщения при 50 °С при введении добавки ОМНК в количестве 10, 15 и 20% от массы минерального порошка значительно выше нормативных требований;

- предел прочности на растяжение при расколе при введении полимерно-минеральной добавки в количестве 10 и 20% от массы минерального порошка соответствует нормативным требованиям, что свидетельствует о требуемой трещиностойкости асфальтобетона;
- с увеличением количества полимерно-минеральной добавки ОМНК в составе асфальтобетона водонасыщение по объему снижается и находится в пределах нормы;

Таким образом, физико-механические показатели при введении полимерно-минеральной добавки ОМНК улучшаются и соответствуют нормативным требованиям ГОСТ 9128 [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9128–2013 Смеси асфальтобетонные для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия [Текст] — Москва: Изд-во стандартов, 2013.
2. СТО 13881083–001–2009 Полимерцементогрунтовая смесь «NICOFLOK» в дорожном строительстве [Текст] — СПб.: [б.и.], 2009.
3. СТО 22320188–001–2009 Препарат ДАД-1. Технические условия [Текст] — СПб.: [б.и.], 2009.

## ВЛИЯНИЕ ФИБРОВЛОКНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТА

*К. О. Марсаков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Б. М. Черепанов, к.т.н., доцент*

**В** условиях современного строительства происходит рост объема строительства, тем самым увеличивается нагрузка на грунты. Так же строительство осуществляется строго на определенной территории и не всегда можно обнаружить благоприятные грунтовые условия для возведения здания или сооружения. Поэтому улучшение физико-механических свойств грунта является важным направлением. Одним из видов улучшения физико-механических свойств грунта может выступать армирование грунта, а в частности армирование фиброволокном.

В российской и зарубежной науке большое внимание уделяется изучению свойств нового композитного материала — фиброгрунта, в грунтовую матрицу которого введены короткие отрезки дискретных волокон, равномерно распределенные по всему объему и имеющие произвольную ориентацию. Дискретные элементы вводятся в массив грунта для придания ему оптимального гранулометрического состава и улучшения его характеристик. Фиброармирование имитирует поведение корней растений и приводит к повышению прочности и деформативных свойств грунта [1].

Существуют работы зарубежные и российские, посвященные дискретному армированию грунтов природными и синтетическими материалами, но все же данный вид армирования не находит на практике широкого применения или же вообще отсутствует. Внедрение фиброволокна на практике не происходит из-за отсутствия нормативной базы, полных и четких методов проектирования оснований с данным видом армирования.

В нашей стране исследованиями по данной теме активно занимаются ученые от Пермского национального исследовательского политехнического университета. На основании их исследований делается вывод, что фиброармирование увеличивает физико-механические свойства грунта, в данном случае исследования проводились на песчаном грунте, но прогнозирование и моделирование физико-механических свойств вызывает затруднения, что мешает данный вид армирования применять в практических целях. В Алтайском крае подобные исследования по данной теме не проводились.

Для исследования был взят грунт из поселка Красноармейский, Немецкий национальный район, Алтайский край. Данный грунт соответствует грунтам города Барнаула. Для достижения поставленной задачи необходимо решить следующие задачи:

1. Определить оптимальную влажность грунта, ГОСТ 5180.



2. При оптимальной влажности грунта произвести опыты на определение внутреннего трения и удельного сцепления, ГОСТ 12248–2010. Опыт производится с армированным грунтом и неармированным.

3. Сравнить полученные результаты и сделать выводы, обладает ли фиброармированный грунт более лучшими физико-механическими свойствами чем обычный грунт.

4. Если физико-механические свойства будут лучше, то добиваться результата при каких параметрах фиброармированный грунт будет обладать наилучшими свойствами.

5. На основе полученных данных и исследования собрать и создать нормативную базу, разработать технологию проектирования фиброармированного грунта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Diambra A., Ibraim E. Fibre reinforced sands: experiments and modeling // Geotextiles and Geomembranes. — 2010. — № 28. — С. 238–250.).

## ТУРБОДЕФЛЕКТОРЫ: КЛАСИФИКАЦИЯ, ОСОБЕННОСТИ, ПРИМЕНЕНИЕ

*К. В. Меркишкина*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Т. Е. Лютова, старший преподаватель*

Организация эффективного вентилирования помещений в настоящий момент является одним из важнейших условий при запуске в эксплуатацию строительных объектов, поскольку качество вентиляции в зданиях бытового, общественного и промышленного назначения напрямую влияет на уровень комфорта и самочувствия человека. Одной из основных проблем, связанных с системами вентиляции, является удаление избыточной влаги, запахов, загрязнений и теплого воздуха из помещения.

С учетом рассматриваемой проблемы, автор поставил перед собой следующую цель исследования: изучить способы применения турбодефлекторов для наладки качественного воздухообмена путем удаления загрязненного воздуха из помещения.

Турбодефлектор представляет собой элемент естественной вентиляции, работающий за счет силы ветра, и применяющийся для создания тяги в вентиляционных каналах. Состоит турбодефлектор из активной головки с лопастями, установленной на основание с помощью подшипников с нулевым сопротивлением, благодаря которым вращается с неизменной скоростью даже при порывистом ветре.

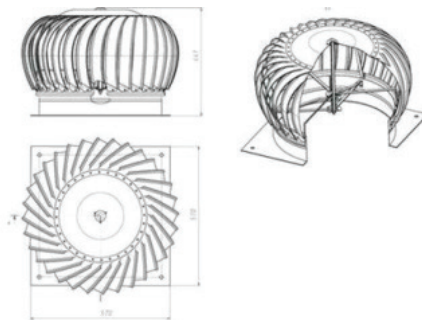


Рисунок 1 — Чертеж турбодефлектора

Турбодефлекторы классифицируются по виду оснований на круглые, квадратные и плоские квадратные. Ветер, попадая в лопасти, заставляет головку устройства двигаться, тем самым создавая перепад давления в основании турбодефлектора и удаляя загрязненный воздух по вентиляционной шахте из помещения.

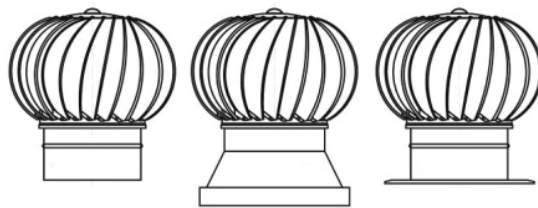


Рисунок 2 – Виды турбодефлекторов (слева направо)

Турбодефлекторы применяют как аэродинамические устройства в жилых мало- и многоэтажных зданиях, культурно-социальных общественных, промышленных и сельскохозяйственных производственных объектах и других постройках.

Из всего вышеизложенного автор делает следующие выводы. Использование турбодефлекторов позволяет увеличить тягу из вентиляционных шахтах, тем самым уменьшить количество загрязненного воздуха в помещениях. Простота конструкции турбодефлекторов, их небольшая себестоимость позволяет самостоятельно осуществлять монтаж и обслуживание оборудования на крышах зданий и сооружений. Применение турбодефлекторов позволяет избежать большого количества проблем, связанных с работой систем вентиляции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. VENTIL SYSTEM — онлайн журнал. Вентиляция и кондиционирование. Устройство турбодефлектора для вентиляции: [Электронный ресурс] — М., 2018. URL: <http://ventilsystem.ru/ventilyaciya/elementy/turbodeflektor-dlya-ventilyacii.html> (дата обращения 14.10.2018).

2. Совет инженера — интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обслуживания. Турбодефлектор для вентиляции: [Электронный ресурс]. — М., 2016–2018. URL: <http://sovet-ingenera.com/vent/oborud/turbodeflektor-dlya-ventilyacii.html> (дата обращения 14.10.2018).

## КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ КРЫШИ МНОГОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО АДРЕСУ Г. БАРНАУЛ, УЛ. КАЛИНИНА 3

*И. П. Панков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители – А. Н. Трошкин – главный специалист, инженер ООО «Строительное дело – СГ»,  
Г. М. Бусыгина, к. э. н., доцент*

**В** работе рассматривается обследование и оценка технического состояния строительных конструкций чердачного перекрытия и крыши многоквартирного дома № 3 по пр. Калинина в г. Барнауле. Год постройки здания — 1952. Здание расположено в Октябрьском районе г. Барнаула Алтайского края на пересечении проспекта Калинина и улицы Профинтерна и является объектом культурного наследия.

Целью обследования явилось определение общего технического состояния строительных конструкций крыши для разработки проектной документации на капитальный ремонт и дальнейшей безопасной эксплуатации здания.

Крыша жилого дома вальмовая, чердачная, четырехскатная, вентилируемая, не утепленная. Кровля из профилированных оцинкованных стальных листов по деревянной обрешетке из необрезных досок толщиной 30 мм. Водосток наружный, организованный. Карниз кирпичный, общий.

Обследованием установлено:

- наличие участков деревянных конструкций с видимыми дефектами, повреждениями, прогибами;
- замачивание конструкций крыши из-за протечек кровли;
- обработка деревянных конструкций огне-биозащитными покрытиями имеет следы вымывания по всем элементам;

- антикоррозийная обработка металлических элементов отсутствует;
- кровля из профилированного стального листа имеет следы протечек;
- по фасаду здания обнаружены места разрушения конструкции кирпичного карнизного свеса;

Выполнен проверочный расчет основных элементов стропильной системы на существующие нагрузки с использованием программного комплекса SCAD. Согласно проверочному расчету несущая способность элементов стропильной системы достаточна для восприятия существующих нагрузок.

По результатам обследования было установлено, что техническое состояние конструкций крыши — ограниченно работоспособное.

Для приведения конструкций в работоспособное состояние необходимо выполнить следующие мероприятия:

- Выполнить замену поврежденных частей мауэрлатов.
- Выполнить замену шпренгелей под диагональные стропила.
- Выполнить замену стропил, поврежденных гниль.
- Выполнить замену участков обрешетки, поврежденных гнилью.
- Выполнить полную замену профлистов кровельного покрытия
- Выполнить перекладку конструкции кирпичного карнизного свеса;
- Произвести антикоррозийную обработку металлических элементов креплений деревянных конструкций крыши.



Рисунок 1 — Следы протечек дождевой воды в узле опирания стропильной ноги на мауэрлат



Рисунок 2 — Разрушение карниза и стены по дворовому фасаду

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. — М.: Изд-во стандартов, 2017. — 105 с.
2. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. — М.: Изд-во стандартов, 2011. — 95 с.

## ПРОБЛЕМЫ И ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Ю. Ю. Плотникова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова Научный руководитель — Я. Г. Мозговая, к.т.н., доцент

**Э**кономическая эффективность — затраты и результаты, связанные с реализацией проекта, выходящие за пределы прямых финансовых интересов участников инвестиционного проекта и допускающие ценностное измерение. Инвестирование в строительство представляет собой ресурсный поток в настоящее время в целях повышения объема капитала в дальнейшем [1].

Особенности оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве [2,3]:

1. Оценка возврата вложенных средств основывается на расчете показателя денежного потока, формируемого за счет прогноза ожидаемой прибыли и амортизационных отчислений.

2. Дисконтирование настоящей стоимости вложенного капитала и величины денежного потока. Выбор дисконта (риска) в процессе дисконтирования денежного потока для различных инвестиционных проектов.

3. Длительность инвестиционного периода в строительстве (в среднем 2,5–3 года).

На данный момент удалось выявить несколько проблем, связанных с оценкой основных параметров экономической эффективности инвестиционных проектов в строительстве:

Во-первых, это величина риска, которая показывает существующую вероятность частичной либо полной утраты инвестором собственных вложений. На данный момент в литературе по экономике строительства существуют следующие методики по оценке рисков: статистический метод, экспертный метод и расчётно-аналитический метод. Однако, несмотря на существующие методы, нередко расчетная величина рисков имеет существенную погрешность, что делает дальнейшие результаты оценки экономической эффективности неадекватными.

Во-вторых, это рентабельность инвестиций, комплексный показатель эффективности вложений, при нём оценивается соотношение полученной прибыли к затратам. Проблема заключается в отсутствии адекватных рынку рекомендаций, какую величину рентабельности считать достаточной для реализации определенного инвестиционного проекта. В литературе представлен нормативный показатель рентабельности 12%, что совершенно не отражает реальную ситуацию.

Основная проблема при оценке данных показателей заключается в отсутствии достаточного количества достоверной информации и данных за длительный период времени [3].

Поскольку строительная отрасль в Алтайском крае и городе Барнауле имеет хорошие темпы развития, особую актуальность для инвесторов приобретает адекватная оценка экономической эффективности инвестиционных проектов, что возможно только при полном и разностороннем анализе ситуации в отрасли строительства, и решении имеющихся проблем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаева, И. П. Инвестиции: учебник / И. П. Николаева. — М.: Дашков и Ко, 2015. — 108 с.

2. Францен, Г. Е. Организационная модель реализации инвестиционного проекта в строительстве / Г. Е. Францен, Я. Г. Мозговая // Ползуновский альманах. — 2016. — № 1. — С. 207–211.

Мозговая, Я. Г. Методика расчета и планирования денежных потоков инвестиционного проекта в строительстве / Г. Е. Францен, А. О. Бердникова // Ползуновский альманах. — 2016. — № 3. — С. 146–150.

## СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАРБОНИЗАЦИОННОЙ УСАДКИ

*П. Д. Поморцев, Д. А. Ставский*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители — В. В. Логвиненко, к. т. н., доцент; В. К. Козлова, д. т. н., профессор*

**И**з-за присутствия  $\text{CO}_2$  в атмосфере строительные материалы на основе цемента подвергаются реакции карбонизации в течение их твердения и всего срока службы. Карбонизация бетона снижает долговечность материалов, ухудшает их прочностные свойства. Опасным последствием карбонизации является усадка строительных материалов, которая происходит в течение твердения и практически всего срока его службы в естественной среде при очень медленной скорости из-за низкой концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Поэтому задача исследования усадки местных строительных материалов является актуальной.

Для создания современной установки для исследования ускоренной карбонизационной усадки строительного материала необходимо использовать современные приборы с непрерывной передачей информации в цифровом виде в информационную сеть или на компьютер. Основными приборами такой установки являются датчики усадки, напряжения в материале, состава среды ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ), температуры, давления. В установке ASTM-Schwindring [1] в кольцевую стальную опалубку заполняется раствор, на стальном кольце создается натяжение, это регистрируется тензодатчиком (DMS). Регистратор данных сохраняет их в качестве стандартных файлов ASCII, и имеет сетевой интерфейс (Ethernet). В другой установке Schwindring закреплен съемный анкер, движение которого регистрируется высокочувствительным цифровым зондом. Данные записываются и хранятся в регистраторе.

Индуктивный датчик перемещения RM-F14 [2] имеет точность: до ( $\pm 0,1\%$ ), аналоговый выход 4–20mA, цифровой сигнал RS-485 MODBUS или LocalBUS. Уникальный российский датчик ZET 7140-S [3] фиксирует перемещения в диапазоне 0...8000 мкм. Преобразователь температуры и содержания  $\text{CO}_2$  aSENSE GH [4] имеет выход 4–20 mA, измеряемый диапазон  $\text{CO}_2$  0–2000 ppm (опционально 10000ppm), точность измерения  $\pm 30$  ppm  $\pm 3\%$  от измеряемой величины. Автоматический pH-метр /5/ И-160МИ имеет диапазон измерения pH –1,000...14,000, погрешность измерения  $\pm 0,014$ , представляет результаты в цифровой форме и в виде аналогового сигнала напряжения постоянного тока.

Имеются и другие относительно недорогие приборы измерения и фиксации усадки, напряжения в материале, состава среды ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ), температуры, давления, влажности среды, показателя pH с непрерывной передачей информации в цифровом виде, в том числе российского производства. Все это позволяет создать установку для ускоренной карбонизации строительного материала применяемого в городе Барнаул, для определения его текущей и максимальной усадки, исследовать этот процесс детально во времени с непрерывной передачей информации в цифровом виде в информационную сеть или на компьютер.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.schleibinger.com/cmsimple/?Schwinden:Schwindschichtsystem&search=shrinkage> [Электронный ресурс]
2. [http://www.sensor-stems.ru/product\\_343.html](http://www.sensor-stems.ru/product_343.html)<http://www.schleibinger.com/cmsimple/?Schwinden:Schwindrinne&search=shrinkage> ЗАО «Сенсор Системс Солюшнс» [Электронный ресурс].
3. <https://zetlab.com/shop/tsifrovyye-datchiki/vihretokovyy-datchik-peremeshheniya-proksimetr-zet-7140-компания-ZETLABs> [Электронный ресурс]
4. <http://izmerkoni.ru/catalog/concentration/datchiki-soderzhaniya-co2/asense-gh.html?yclid=6347514857968375444> «Измерение и Контроль» [Электронный ресурс]
5. [http://www.loip.ru/catalog/rn-metryi-i-ionomeryi-rossiya\\_84962/i-160mi/](http://www.loip.ru/catalog/rn-metryi-i-ionomeryi-rossiya_84962/i-160mi/) АО «Лабораторное Оборудование и Приборы» [Электронный ресурс]

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ, ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ДЛЯ УСЛОВИЙ Г. БАРНАУЛА

*С. И. Репина*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. Н. Лютов, к.т.н., доцент*

**В**ыбор основных способов производства бетонных работ в зимних условиях для г. Барнаул зависит от назначения конструкций, их массивности, потока бетона, вида опалубки, способа укладки, наличия утеплителя, времени набора прочности, температуры окружающей среды, скорости ветра, возможности применения противоморозных химдобавок и т. д. При выборе метода нельзя пре-

небрегать и такими показателями, как трудозатраты и себестоимость на 1 м<sup>3</sup>, а также сроки производства работ и приведенные затраты [2].

Главная особенность зимнего периода — низкая температура, которая оказывает существенное влияние на свойства бетона. Снижение температуры замедляет процесс гидратации цемента, при температуре укладываемого бетона + 5 °С бетон достигает 70% необходимой прочности только через 4 недели. При температуре ниже 0 °С гидратация останавливается из-за замерзания воды, без которой процесс гидратации невозможен. Установлено, что температура бетона в момент заливки его в конструкцию должна быть не ниже + 20 °С. В процессе гидратации цемента внутри смеси выделяется тепло, но его хватает только для того, чтобы снизить температуру замерзания воды на 2...3 °С по сравнению с окружающим воздухом. Помимо этого, сам бетон после приготовления должен иметь температуру не ниже + 22 °С...+ 30 °С, иначе теряется его пластичность, укладка становится большой проблемой. Уплотнение холодной массы бетона не достигнет нужного эффекта — появятся зоны недостаточного уплотнения смеси [1,3]. Вышеуказанные условия, необходимые для формирования качественной структуры бетона, вызывают необходимость применения специальных мер при укладке бетона в зимний период [1,3].



Рис. 1. Классификация методов зимнего бетонирования

Систематизация существующих методов зимнего бетонирования (Рис.1) свидетельствует о многообразии способов зимнего бетонирования, позволяющих возводить монолитные конструкции различной массивности.

При зимнем бетонировании в основном используются следующие методы, удовлетворяющие, в определенной степени, предъявляемым требованиям [2,3]: разогрев бетона при перемешивании и укладке его в термоактивную опалубку; введение специальных противоморозных добавок; методы термоса и электроразогрева; прогрев бетона инфракрасными лучами во время его твердения. Однако, одним прогревом бетона в условиях г. Барнаула не всегда можно достичь требуемых результатов, особенно с учетом роста тарифов на электроэнергию. Одним из рациональных решений в данном случае будет использование противоморозных добавок, что позволит существенно сократить сроки строительства [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнам, П. А. Технологии зимнего бетонирования в России / П. А. Гнам, Р.К. Кивихарью // Строительство уникальных зданий и сооружений. — 2016. — №9 (48). — С. 7–25.
2. Репина С. И. Технологические особенности и возможности применения способов зимнего бетонирования в условиях г. Барнаула / С. И. Репина, В. Н. Лютов // Ползуновский Альманах. — 2018. — №2. — С. 113–117.
3. Электронный ресурс / <https://masterabetona.ru/>

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ТЯЖЁЛОГО БЕТОНА В ПРОЦЕССЕ ТВЕРДЕНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕЙ СЛУЖБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Д. А. Ставский, П. Д. Поморцев.*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководители — В. К. Козлова, д. т. н., профессор; В. В. Логвиненко, к. т. н., доцент*

Для бетонных конструкций, изготовленных с использованием портландцементов, в процессе их твердения и службы характерны усадочные деформации, общая величина которых складывается из трёх видов усадки: контракционной, влажностной и карбонизационной. Контракционная усадка представляет собой сокращение объёма системы «цемент-вода» при гидратации цемента. Контракция увеличивается в течение всего времени гидратации цемента. Возникающие трещины обычно развиваются в местах неоднородности структуры бетона, вокруг арматуры или крупных частиц заполнителя. По мнению автора, [1] величина контракционной усадки бетона сравнительно мала и в практических целях её обычно не выделяют из величины усадки, вызываемой высыханием бетона. Однако определение величины контракции для различных видов цемента показало, что при полной их гидратации она составляет 4–5 мл на 100г цемента. Для бетона изготовленного на основе портландцемента в количестве 350–400 кг/м<sup>3</sup>, при полной гидратации цемента уменьшение объёма системы «цемент-вода» может составить 17,5–20,0 л/м<sup>3</sup>. Контракционная усадка является необратимой. По этой причине необходимо проверять контракционную усадку бетонных смесей, что впервые выполняется в наших исследованиях

Удаление воды из бетона при хранении его на открытом воздухе или в процессе службы конструкции вызывает влажностную усадку, основная её причина определяется свойствами цементного тела. Для чистого цементного камня величина влажностной усадки пропорциональна количеству теряемой воды при условии, что в цементном камне нет капиллярной влаги и удаляется только адсорбционно связанная вода. Влажностная усадка, является частично обратимой. Смены условий службы приводят к циклическим переходам усадка-набухание-усадка, что сопровождается снижением прочности бетонов. Проверка усадочных деформаций бетонов в соответствии с ГОСТ 24544–81–1982 г. позволяет оценить усадочные деформации только за счёт влажностной усадки.

Усадочные деформации бетона за счёт процесса его карбонизации обнаружены только в последнее время, они являются следствием его углекислотной коррозии. Предлагаемый в настоящее время способ определения степени карбонизации обработкой излома бетона раствором фенолфталеина может давать ошибочные результаты по той причине, что карбонизации в составе цементного камня подвергаются не только гидроксид кальция Ca(OH)<sub>2</sub>, а все продукты гидратации цемента. Карбонизационная усадка является необратимой. Выполненные нами определения карбонизационной усадки строительных материалов показали, что в 15–20 лет она достигает значительных размеров. Единственным способом минимизации масштабов карбонизационной усадки может быть разработка способов повышение стойкости бетонов к углекислотной коррозии.

Актуальным является также разработка достоверных способов ускоренного определения предельно возможной величины карбонизационной усадки производимых и используемых строительных конструкций. Зарубежные производители строительных материалов придают большое значение усадочным деформациям и их определению, разрабатывают способы минимизации величины всех видов усадки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саркисов Ю. С. Влияние карбонатных добавок на усадочные деформации цементного камня. [Текст] // Саркисов Ю. С., Козлова В. К., Божок Е. В., Малова Е. Ю., Маноха А. Н. // Техника и технология силикатов. Том 25. № 1, 2018. С. 7–11

## АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙ В СИСТЕМАХ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

*А. В. Чайникова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. Е. Лютова, ст. преподаватель*

**О**сновная задача эксплуатации газораспределительных сетей — обеспечить бесперебойное, надежное и экономичное газоснабжение потребителей. В процессе эксплуатации газораспределительных сетей должны выполняться следующие виды работ: приемка и ввод в эксплуатацию вновь смонтированных газопроводов и установок; проверка состояния охранных зон газопроводов, технический осмотр, обследование и оценка технического состояния подземных и надземных газопроводов, техническое диагностирование подземных газопроводов, ликвидацию аварий и повреждений газопроводов, оборудования и приборов. [3]

По территории Алтайского края проходит газопровод диаметром трубы 720 мм протяженность магистрального газопровода 1 очереди — 282 км, с производительностью 1,7 млрд куб.м. в год. Рельеф трассы равнинный и холмистый, с большой протяженностью пашен и лугов. Трасса пересекает водные преграды, из которых крупными является р. Чумыш и р. Обь с укладкой на них резервных ниток из труб диаметром 500 мм. Минимальная глубина заложения газопровода — 0,8 м. На подземных переходах через железные дороги и автомобильные укладка газопроводов произведена в защитных кожухах из стальных труб.

При эксплуатации газораспределительного газопровода и доставке газа потребителям возможны отказы системы, приводящие к чрезвычайным ситуациям: разрыв газопровода; утечка газа; авария на переходе газопровода через водные преграды и транспортные линии.

Анализ причин возникновения аварий на газораспределительных сетях: нарушения технологии укладки газопроводов; коррозионные повреждения металлических труб и арматуры; конструктивные недостатки; механические повреждения газопроводов (вмешательство посторонних лиц, проведение земляных работ); трещины в сварных швах; повреждения оборудования газопроводов; дефекты: труб, соединительных деталей, оборудования и др. [1]

В Алтайском крае участились случаи взрывов бытового газа — при использовании природного газа, а также сжиженного углеводородного газа в баллонах.

Основными причинами аварий на внутридомовом газовом оборудовании являются утечки газа на кранах и резьбовых соединениях; утечки в сварных соединениях; утечки в местах присоединения вентиля и регулятора к баллону, переполнение и перегрев баллона; неисправность горелки; отрыв или проскок пламени; прекращение подачи газа; неполное сгорание газа; неисправность автоматики по тяге; работа печи при закрытом шибере; а также недобросовестное выполнение монтажных работ на газопроводе. [2]

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасевич А. М., Сухарев М. Г., Калинина Э. В., Лапига А. Г., Дроздов Ю. В., Смиранный А. Л. Анализ надежности и безопасности распределительных систем газоснабжения по статистическим данным. / Обз. инф.-м.: ООО «Газпром экапо», 2009. — 112 с. — (Транспорт и подземное хранение газа).
2. Лютова Т. Е. Основные аспекты повышения технологической надежности распределительных сетей. / Т. Е. Лютова // Ползуновский альманах. — 2017 — № 2. — С. 120–124.
3. Надежность систем газоснабжения. Режим доступа- [https://gazovik-gas.ru/katalog/articles/nadeznostj\\_sistem/](https://gazovik-gas.ru/katalog/articles/nadeznostj_sistem/)



## О РАЦИОНАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СВАРНЫХ ПРОФИЛЕЙ, ВМЕСТО ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ПРОФИЛЕЙ В КАРКАСАХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ

*Н. С. Чернышков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. В. Харламов, к.т.н., профессор*

**В** настоящее время в городе Барнауле всё чаще и чаще строят здания с металлическим каркасом. Примерами такого строительства являются: ТРЦ Арена, ТРЦ Праздничный, Гипермаркет АрсиДом, Гипермаркет Leroy Merlin. Металлический каркас применяют и при строительстве многоэтажных жилых зданий, например здание по адресу Профинтерна 7а (рис.).



*Жилое многоэтажное здание с металлическим каркасом*

Здания, с металлическим каркасом, обладают такими преимуществами как: высокая прочность материала и надёжность, высокая степень пожаробезопасности, высокая степень заводской готовности и удобство транспортировки [1]. Для строительства зданий элементы металлического каркаса здания выбирают по сортаментам, горячекатаных профилей, из-за малой номенклатуры которых получается перерасход материала, что увеличивает стоимость строительства. В Алтайском крае всё острее встаёт вопрос дефицита металла, поэтому необходимо либо использовать новые технологии строительства, либо экономить металл. Использование сварных профилей из листового металла является альтернативой такому строительству. В настоящее время имеется современное оборудование изготовления конструкций способом сварки из листовой стали. В городе Барнауле, частично применён сварной профиль в каркасах зданий: ТРЦ Арена, ТРЦ Праздничный, Гипермаркет АрсиДом.

Эта тема в современном строительстве очень актуальна. Сварные профили в элементах сечения позволяют снизить металлоёмкость конструкции. Металлический каркас позволяет строить здания и сооружения не обычной в плане формы, здания с большими пролётами и небоскребы, что позволило бы изменить облик города.

После нахождения сечений элемента по заданным усилиям, сравним полученные сечения, по расходу металла.

Для горячекатаной балки — двутавр 50Б1 с линейной плотностью = 78,5 кг/м

Для сварной балки — составной двутавр с линейной плотностью = 64,12 кг/м

Экономия металла при переходе на сварное сечение балки: 18,3 %.

Для горячекатаной колонны — двутавр 35К1 с линейной плотностью = 109,7 кг/м

Для сварной колонны составной двутавр с линейной плотностью = 84,2 кг/м

Экономия металла при переходе на сварное сечение колонны = 23,3 %.

Проанализировав полученные результаты, видим, что при использовании сварных профилей, значительно уменьшается металлоёмкость.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Металлические конструкции. Общий курс: учебник для вузов / Е. И. Беленя, В. А. Балдин и др. под общ. редакцией Е. И. Беленя — 6 издание перераб. Изд. дополн. — М.: Стройиздат, 1986. — 560 с.

## ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

*В. О. Шевелев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Б. М. Черепанов, к.т.н., доцент*

**Л**ессовые грунты имеют достаточно широкое распространение на территории Алтайского края. Одной из существенных проблем при возведении зданий и сооружений на таких основаниях является их просадочность. При замачивании лессовых грунтов может произойти потеря устойчивости основания, его неравномерная осадка, а также выдавливание водонасыщенного лессового грунта из-под фундамента, что приводит к полному или частичному разрушению здания. В настоящее время около 50% от сметной стоимости строительства здания или сооружения расходуется на комплекс мероприятий, предотвращающих деформации объекта вследствие просадочности лессовых грунтов. В связи с этим является вполне актуальным вопрос определения критической влажности, при которой возникают необратимые дополнительные деформации основания.

Деформационные свойства грунта характеризуют способность грунта изменять форму и объем по мере передачи на него давления. Поскольку сжимающие напряжения, возникающие обычно в основаниях сооружений, сравнительно небольшие, то можно сделать вывод, что изменение объема грунта при сжатии происходит только вследствие изменения объема пор. Большую часть объема деформаций составляют остаточные деформации, которые развиваются, когда возникающие в грунте напряжения превышают его структурную прочность. Деформации уплотнения развиваются в результате смещений или сдвигов отдельных частиц грунта относительно друг друга. У водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов, в связи с низкой водопроницаемостью, они чаще всего протекают в течение длительного времени. Медленное развитие деформаций уплотнения и сдвигов обуславливается, кроме того, ползучестью связанной воды, окружающей твердые частицы, и ползучестью самого скелета грунта [1].

Ранее было изучено влияние замачивания лессового грунта холодной и горячей водой и сделан вывод о том, что при замачивании грунта горячей водой просадка основания выше почти в 2 раза, чем при замачивании холодной водой. Также были проведены микроструктурные исследования лессовых грунтов при компрессионном деформировании, что позволило выявить процесс распада неводостойких структурных связей, агрегатов грунта и механическое разрушение твердых структурных элементов на более мелкие под действием компрессионной нагрузки и увлажнения. Не осталась без внимания, и деформационная анизотропия образцов лессовидных грунтов, отобранных в вертикальном и горизонтальном направлениях. В результате исследований было установлено, что показатель анизотропии зависит от влажности лессовидного грунта.

Несмотря на ранее проведенные исследования, нет четкого понимания зависимости модуля деформации грунта от влажности. С целью более подробного изучения этого процесса предполагается определить, как изменяются деформационные свойства грунта в зависимости от различной влажности. Для этого необходимо произвести испытания грунта методом компрессионного сжатия для определения основных характеристик деформируемости грунта: коэффициента сжимаемости и модуля деформации. Для данных испытаний отобраны вертикально ориентированные образцы лессовидного грунта ненарушенного сложения с природной влажностью на территории площадки под строительство, расположенной по адресу: г. Барнаул, ул. Сергея Семенова 34.

По результатам исследований предполагается выявить корреляционные зависимости модулей деформации лессовых грунтов различной пористости от влажности и составить региональную таблицу деформационных свойств лессовых грунтов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пьянков, С. А. Механика грунтов: учебное пособие / С. А. Пьянков, З. К. Азизов; Ульянов. гос. техн. ун-т. — Ульяновск: УлГТУ, 2008. — 103 с.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ В ПК AUTODESK REVIT

А. В. Степанов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. В. Харламов, к.т.н., профессор

В настоящее время стали широко использоваться навесные фасадные системы, в том числе в Барнауле и Алтайском крае в целом. Проблемы составления проектной документации на фасадные системы заключается в однотипности раскладки большого количества элементов подсистемы, сложности конструктивной компоновки и трудоемкости подсчетов ведомостей на элементы. Поэтому такой вид работы удобнее выполнять с применением программного комплекса Revit.

Одной из компаний, занимающихся устройством фасадных систем по всей России, является ООО «ЗИАС» [2], филиал которой располагается в г. Новоалтайске. Данная компания заинтересовалась таким способом проектирования и заключила договор на разработку в ПК Revit инструментов, позволяющих автоматизированное создание типовых конструктивных решений фасадных систем. Одним из разработчиков является автор данных тезисов.

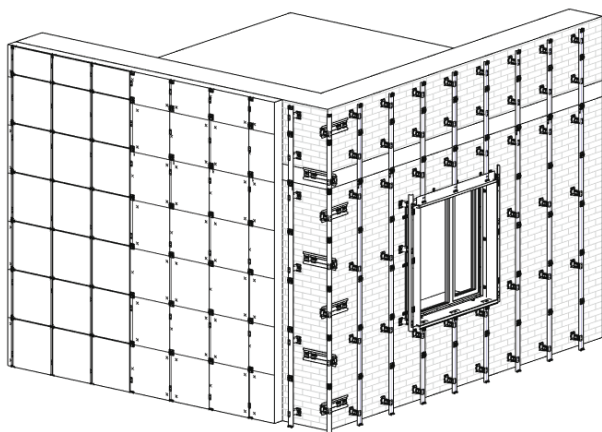


Рисунок 1 — Типовое решение ФС «Optima Revit» в среде Autodesk Revit 2018

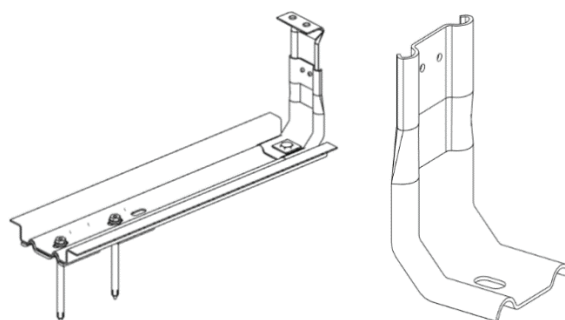


Рисунок 2 — Примеры семейств: слева — из вложенных семейств, справа — из одного объекта.

Основной принцип создания информационной модели в Revit'e заключается в расположении в пространстве проекта необходимых объектов. А если рассматривать данный подход на примере фасадных систем (рисунок 1), имея подоснову из наружных конструкций здания, мы можем быстро расставить на ее плоскости все необходимые элементы навесного фасада: утеплитель, кронштейны, направляющие с кляммерами, оконные откосы, керамогранитную плитку и т. д.

Для реализации проекта важным было разработать Семейства. Это 3D-модели неких объектов с условным набором параметров, которые затем используются в проекте для автоматического получения необходимой документации. Объекты-семейства могут создаваться пользователем с нуля, иметь совершенно любую геометрию, свойства, форму отображения в проекте, а также могут быть созданы из набора других вложенных семейств.

С помощью такого подхода и была решена поставленная задача. Однако основная сложность заключалась в отсутствии какой-либо базы данных необходимых семейств, поэтому их полностью пришлось создавать и настраивать самостоятельно. На рисунке 2 изображены примеры созданных семейств для фасадной системы «Optima Revit»: кронштейна для крепления направляющих на консолях (слева), собранного из подсемейств самого кронштейна с удлинителем, консоли, крепежных элементов и набора прокладок; и одного кронштейна (справа). При этом семейства настроены таким образом, что при необходимости можно настроить их свойства путем изменения соответствующего параметра. Эти изменения будут автоматически фиксироваться в спецификациях. Например, таким способом можно менять вылет консоли или длину кронштейна. Направляющие для плитки были выполнены так, что при изменении длины направляющих, автоматически настраивалось: расположение де-

формационных швов, длины смежных элементов, количество заклепок, кляммеров. Это позволило корректировать данные спецификациях и ведомостях элементов. Откосы оконного проема (рисунок 1) также настраиваются автоматически под размеры самого проема, рассчитывается необходимое количество крепежных элементов, которые также учитываются в спецификации.

Поставленная задача выполнена успешно. Была разработана база автоматизированных инструментов для быстрой компоновки конструктивных систем фасадов и автоматического подсчета их элементов, что позволяет заказчикам выбрать наиболее удачное и экономически выгодное решение. Данные инструменты находятся в свободном доступе на сайте ООО «ЗИАС» [2], уже были удачно использованы в проектах ООО «ИнПАД» г. Екатеринбург и продемонстрированы на IV Фасадном конгрессе России (г. Москва) [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новкович, Небойша. Руководство по созданию семейств Autodesk Revit. [Электронный ресурс] / Н. Новкович, Д. Чубрик, С. Бенклян — Электрон. текстовые дан. — Москва: [б.и.], 2007. — Режим доступа: <https://knowledge.autodesk.com/akn-aknsite-article-attachments/1858ea62-e6ba-4782-a7d6-aca350219b7c.pdf>, свободный.

2. BIM модели ZIAS // Zias.Ru URL: [www.zias.ru](http://www.zias.ru) (дата обращения: 26.10.2018).

3. Применение BIM-технологий при проектировании НВФ // Inpad.Ru URL: <http://www.inpad.ru/facades> (дата обращения: 26.10.2018).

## РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ СИП-ПАНЕЛЕЙ

*А. И. Криволапова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — О. С. Анненкова, к.т.н., доцент*

Сегодня малоэтажное строительство стало для государства не просто приоритетом, но и возможностью решить целый комплекс социальных проблем. Домостроительная технология СИП на сегодня занимает около 30% всех построенных объектов среди деревянных домов в России. Актуальность строительства энергоэффективных домов обусловлена созданием интенсивными темпами нормативной документации в части энергоэффективности. [2]

Целью данной работы является создание программы в среде Visual Basic Microsoft Excel, которая позволит подобрать толщину утеплителя СИП-панелей в зависимости от города строительства и конструкции СИП-панели. Расчет, заложенный в программе, выполняется согласно СП 50.133330.2012 «Тепловая защита зданий». Для примера разберем расчет толщины утеплителя СИП-панелей для города Барнаула. [3]

1. Заполняем исходные данные. В выплывающем списке можно выбрать город предполагаемого строительства. В программу внесены температурные характеристики каждого города, необходимые для расчета (рис. 1).

2. Описываем конструкцию СИП-панели. СИП-панель представляет собой трехслойную конструкцию, состоящую из двух плит ОСП, между которыми под давлением вклеен слой плотного пенополистерола.

3. Нажимаем кнопку «Расчет». Программа по алгоритму согласно СП 50.133330.2012 производит расчет. Она заполняет ячейки коэффициент теплопроводности, Вт/(м<sup>2</sup>·°С), считает R<sub>отр</sub> (базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче конструкции, кв.м·°С/Вт) и R<sub>0</sub> (сопротивление теплопередаче для выбранного города, кв.м·°С/Вт). Далее программа проверяет главное условие R<sub>0</sub> > R<sub>0</sub><sup>тп</sup>. Если условие выполняется, выдает сообщение «Условие выполняется». Если не выполняется, сообщение «Условие не выполняется» (рис. 2).

Слой	Конструкция СИП-панели	Коэффициент теплопроводности
1	ОСП 2500x1250x12	
2	ППБ-С-25 h= 150мм	
3	ОСП 2500x1250x12	

Проверка толщины утеплителя  
 R0 > R0 тр

Рисунок 1 – Пример заполнения исходных данных

Слой	Конструкция СИП-панели	Коэффициент теплопроводности
1	ОСП 2500x1250x12	0.15
2	ППБ-С-25 h= 150мм	0.038
3	ОСП 2500x1250x12	0.15

Проверка толщины утеплителя  
 R0 > R0 тр

Рисунок 2 – Расчёт, выполненный программой

Программа для расчета толщины утеплителя СИП-панелей позволяет проверить подобранную ранее толщину утеплителя. Сокращается время выполнения расчета и уменьшается риск совершения ошибки. Программа проста в использовании и не требует специальных навыков. Создание аналогичных программ поможет проектировщикам оптимизировать рабочий процесс и сократить время выполнения некоторых задач.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.133330.2012 «Тепловая защита зданий».
2. Анненкова О.С. Анализ особенностей технологии СИП и рекомендации по ее возможному совершенствованию [Текст] / О.С. Анненкова, А.И. Криволапова // Ползуновский альманах. — 2018. — № 2. — С. 40–45.
3. Функции-процедуры VBA [Электронный ресурс] // on-line-teaching.com, 2006–2017. URL: <http://www.on-line-teaching.com/vba/lrn0109.html> (дата обращения: 27.11.2007).

## ВАРИАНТЫ ЗАМЕНЫ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ НА КОНДЕНСАЦИОННЫЕ В ООО «СИБСТРОЙМОНТАЖ»

*И. А. Хатеева*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – В. В. Логвиненко, к.т.н., доцент*

**К**онденсационная отопительная техника в России появилась значительно позже, чем в европейских странах. Отопительные неконденсационные котлы старого поколения отличались в первую очередь своей не экономичностью, часть энергии конденсации водяных паров уходящих газов не используется, а выбрасывается в воздух. Это приводит к относительно низкому КПД котла и повышенному расходу топлива. Применение конденсационных котлов в крышных котельных позволят увеличить их КПД на 10–12% и рассматривается ООО «СИБСТРОЙМОНТАЖ» энергоэффективное мероприятие для крышных котельных зданий в Барнауле. Предлагается замена водогрейных котлов

(рис. 1) на конденсационные (рис. 2) в целях экономии потребления газа, что приводит к снижению затрат на газ и снижения шума от работы котлов, например Buderus Logano SK 755 [1] — стальные водогрейные котлы, теплопроизводительность 1400 кВт, максимальная температура теплоносителя данного оборудования составляет 115 °С, а максимальное рабочее давление — 6 бар.



Рис. 1. Неконденсационный котел Buderus Logano SK 755



Рис. 2. Конденсационный котел Logano Plus 745

Котлы отличаются легкостью монтажа, чистки и технического обслуживания и поставляются с полной изоляцией и кожухом. Этот тип котла соответствует современной универсальной концепции, это низкотемпературный отопительный котел имеет топочную камеру с поворотом газового потока для работы на газе. Комбинируется с различными системами управления и баками водонагревателей (бойлерами) из программы Buderus. Кроме того, существенно снижается нагрузка на окружающую среду за счет минимизации выброса вредных веществ в атмосферу.

Так же рассматривается напольный конденсационный котел (рис. 2) большой мощности, с высоким стандартизированным коэффициентом использования (до 109% по высшей теплотворной способности газа). Компактность конструкции обеспечивается расположенной сверху топочной камерой и расположенными в нижней части котла конденсационными нагревательными поверхностями Kondens. Оптимизация коэффициента полезного действия обеспечивается благодаря подключению двух обратных линий с термогидравлическим разделением отдельно для отопительных контуров с высокой и низкой температурами. Комбинируется с различными баками — водонагревателями (бойлерами) и системами управления Будерус.

Доступны 3 сертифицированных типоразмера котла со встроенным конденсационным теплообменником, номинальной теплопроизводительностью 800, 1000 и 1200 кВт. Обеспечен низкий уровень шума за счет звукопоглощающих каналов для прохода ототельных газов, внутренние отражающие поверхности и звукоизоляционные покрытия для снижения шума, предоставляются серийная звукопоглощающая подставка.

Переход на современные конденсационные котлы позволит в крышных котельных позволит уменьшить потребление газа, выбросы вредных веществ. Для определения показателей таких котельных разрабатывается приложение с использованием фактических климатических условий для конкретных домов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [https://www.buderus.ru/sistemy\\_otoplenija\\_doma/kotly/napolnye\\_stalnye\\_kotly-\\_rabotajushhie\\_na\\_gaze-dizelnom\\_toplive\\_71\\_19200\\_kvт/buderus-logano-sk655-sk755.html/](https://www.buderus.ru/sistemy_otoplenija_doma/kotly/napolnye_stalnye_kotly-_rabotajushhie_na_gaze-dizelnom_toplive_71_19200_kvт/buderus-logano-sk655-sk755.html/) [Электронный ресурс].

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА И ИНВЕНТАРИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ**

*А. В. Воскресенская*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. В. Сибиряков, к. э.н., доцент*

**В** последнее время для большинства коммерческих и бюджетных организаций становится актуальной проблема учета компьютерной техники и расходов на ее эксплуатацию. Владение актуальной информацией, об используемом техническом и программном обеспечении, позволяет своевременно осуществлять замену неисправного оборудования, требующего обновления программного обеспечения, планировать закупку компьютерной техники и лицензий на программные продукты. Таким образом, использование специализированных программ для автоматического сбора информации о техническом и программном обеспечении, с хранением в базе данных всей истории по работе с ними, позволяет значительно повысить эффективность использования компьютерной техники. Хранение информации в виде базы данных, значительно облегчает разработку отчетов и анализ этих данных.

В ходе выполнения бакалаврской работы были изучены принципы учета компьютеров и их комплектующих, а также организация ремонта компьютерной техники в ГБУЗ ЯНАО «Муравленковская городская больница», с помощью заявок обслуживание.

В настоящее время существует множество готовых решений в области автоматизации работы IT-специалиста и инвентарного учета на предприятии. Среди них есть как универсальные системы, предназначенные для инвентарного (складского) учета на предприятии (например, конфигурация 1С: Управление торговлей 8), так и специализированные системы для автоматизации учета компьютерной техники (1С: Управление IT-отделом 8). В работе проведен анализ рынка программных средств для автоматизации обозначенной задачи. Однако рассмотренные варианты имеют ряд недостатков: не учитывают специфику организации; являются либо дорогостоящими, либо сложными в освоении, настройке. Поэтому для реализации задач учета и инвентаризации компьютерной техники, а также формирования и контроля заказов на ее обслуживание, выбран вариант разработки собственной АИС учета и инвентаризации компьютеров и комплектующих, которая учитывает специфику процесса обработки информации в больнице.

В ходе работы решались следующие задачи:

- описана существующая система обработки информации на предприятии;
- дано обоснование выбора обеспечивающих технологий и проектных решений по программному и информационному обеспечению;
- продуман пользовательский интерфейс, обозначены возможные пути кастомизации программного обеспечения;
- приведена характеристика нормативно-справочной информации, входной оперативной информации, результатной информации, приведена информационная модель и представлено ее описание.

Разработанное программное обеспечение включает следующие функциональные возможности:

- учет компьютерной техники по подразделениям и местам ее использования, материально-ответственным лицам;
- ведение информации о производителях и поставщиках компьютерной техники;
- оформление и учет движения компьютерной техники в организации;

- перемещение компьютеров между рабочими местами;
- учет заказов на ремонт компьютерного оборудования и контроль за их исполнением (с помощью статусов);
- ведение списка ответственных лиц, отвечающих за сохранность и обслуживание компьютеров;
- анализ информации о необходимости проведения планового ремонта или списании компьютерной техники;
- ведение истории обслуживания конкретных объектов эксплуатации (компьютеров);
- формирование информации о местонахождении и перемещении компьютерной техники;
- оперативный поиск данных о комплектующих компьютерной техники;
- использование у комплектующих различных характеристик и дополнительных реквизитов.

АИС предусматривает формирование следующей отчетности:

- паспорт объекта эксплуатации;
- список объектов эксплуатации (в разрезе подразделений, материально-ответственных лиц);
- приходная, расходная накладная, накладная на перемещение;
- список рабочих мест;
- список объектов эксплуатации на рабочем месте;
- история обслуживания объектов эксплуатации;
- история обслуживания комплектующего;
- ведомость движения компьютеров и комплектующих.

Кроме того, в ходе работы просчитана экономическая эффективность разработки. Срок окупаемости проекта по нашим расчетам менее года.

Разработанная система имеет универсальный характер и после необходимых доработок может использоваться в IT-отделе небольших организаций для учета компьютерной техники и их комплектующих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко, В. В. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / В. В. Коваленко. — М.: Форум: Инфра-М, 2018.

## ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ СПРОСА НА УСЛУГИ ГОСТИНИЦ ОТ ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ И ПРОЧИХ ФАКТОРОВ

*В. Е. Грибов, А. В. Зверев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — М. В. Гунер, ст. преподаватель*

**С**егодня гостиничные услуги являются развивающимся видом бизнеса. Для открытия своего дела в этой сфере предпринимателю необходимо собрать достаточно большой объем информации, который может занять существенное количество времени. Наша работа направлена на оптимизацию данного этапа и предоставление предпринимателю конечного результата в виде благоприятного местоположения для открытия будущей гостиницы. Для анализа будут взяты следующие факторы:

1. Популярность и дороговизна места
2. Проходимость людей
3. Расположение конкурентов
4. Расстояние до точек первой необходимости (больница, вокзал, аэропорт и т. д.)

При выполнении работы нами были выявлены факторы, отвечающие за успешность гостиницы, дерево показателей приведено на рисунке 1.



Таблица 1

## Данные показателей гостиниц г. Барнаула

	Название	R до краевой больницы	R до аэропорта — Павловский тракт, 226	R до вокзала — Победы площадь, 10	R до ближайшей остановки	R до ближайшего ТРЦ	Номера: Свободно/Всего
1	Гост.комплекс Сфера Интернациональная, 9	6,5 км	19,1 км	3,9 км	0,27 км	4,8 км	1/5
2	Мини отель Фиона Ползунова, 47а	4,4 км	19,9 км	3,5 км	0,33 км	4,2 км	1/4
3	Гостевой дом Вега Циолковского переулок, 4	4,7 км	19,6 км	3,8 км	0,78 км	3,9 км	1/30
4	Гост. Комплекс Сказка Аванесова, 100	2,3 км	19,9 км	5,2 км	0,14 км	5,8 км	6/6
5	Мини-мотель Короленко, 91	5 км	17,8 км	3 км	0,362 км	3,5 км	2/7
6	Гост.комплекс Улитка Короленко, 60	4,6 км	18,3 км	3,4 км	0,4 км	4 км	40/47
7	Апарт-отель HOTEL-22 Чкалова, 66	5,6 км	21,5 км	2,5 км	0,188 км	3,2 км	31/31
8	Гостиница Обь Папанинцев, 96в к2	5,8 км	16,9 км	1,9 км	0,374 км	2,6 км	35 /45
9	Гостиница Центральная Ленина проспект, 57	6,6 км	17 км	1,9 км	0,111 км	2,7 км	0/55
10	Гост.оздоров.комплекс Ника Фурманова, 61а	6,6 км	14,2 км	3,3 км	0,38 км	2,2 км	7/10

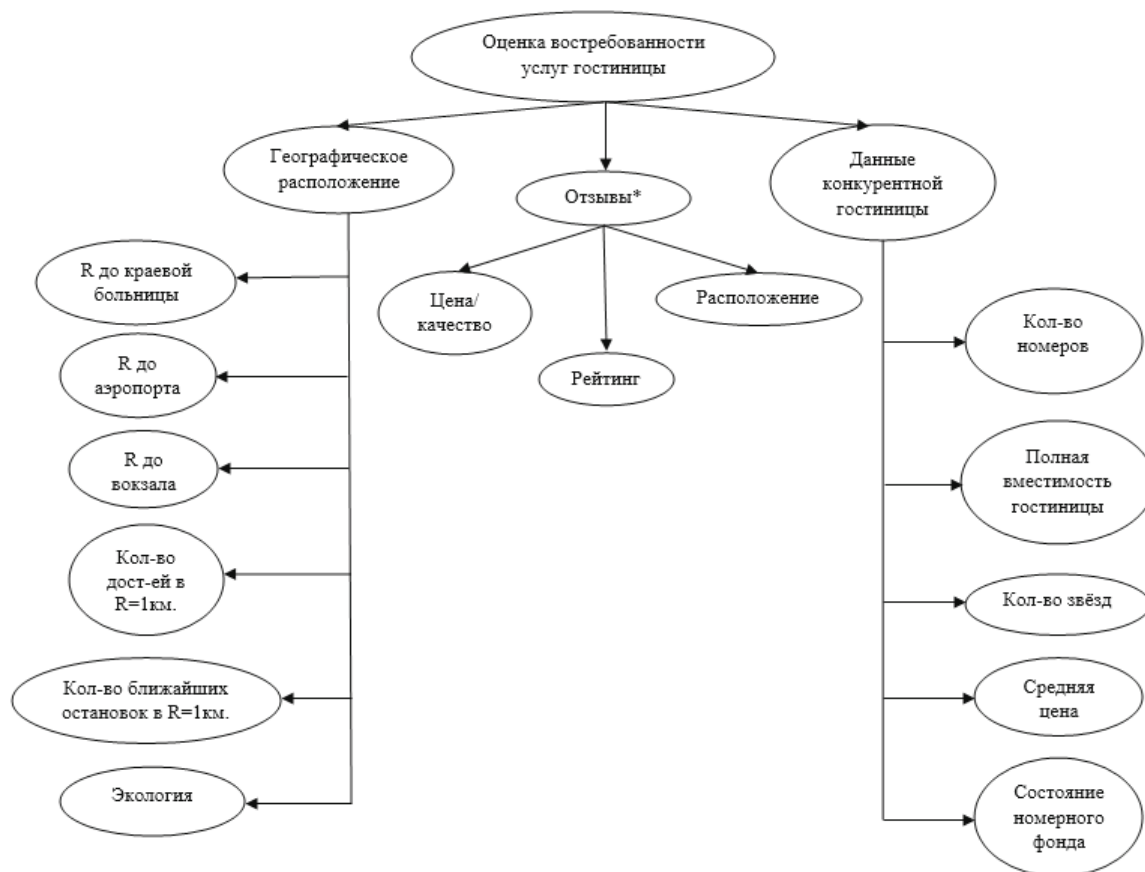


Рисунок 1 — Совокупность факторов, определяющих уровень востребованности услуг гостиницы

Особое место в гостиничном бизнесе занимают малые придорожные отели. В России, по сравнению с зарубежными странами, эта сфера развита слабо. Наибольшее распространение мотели получили в активных зонах туризма, тогда как дальнобойщикам, работающим по всей стране, приходится зачастую ночевать в машине по причине банального отсутствия малых гостиниц поблизости.

Выделим основные факторы, влияющие на популярность придорожных отелей:

Цена — обычно мотели предоставляют намного меньший объем услуг, нежели гостиницы в городах, поэтому цена здесь ниже.

Питание посетителей — при отсутствии поблизости кафе является одним из важнейших факторов. Рекомендуются, как минимум предоставлять еду на уровне фастфуда.

Парковочное место — так или иначе, практически все клиенты придорожных мотелей имеют автомобиль, который нужно расположить поблизости. Также нужно учесть размеры парковочного места, потому что если мотель расположен рядом с крупной магистралью, на стоянке должны помещаться большегрузные машины.

АЗС — по той же причине, что и парковочное место. СТО — аналогично АЗС. Пост ГИБДД — расположение рядом с мотелем поста ГИБДД символизирует безопасность.

Кафе/супермаркет — для клиентов необходимо иметь поблизости место, где можно поесть, купить продукты. Если сам мотель не предоставляет такие услуги, кафе и/или продуктовый магазин должен находиться поблизости.

Наличие терминала/интернета — является необязательным, но приятным бонусом. Клиенты смогут, например, оплатить мобильную связь.

## ИНФОРМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ СОБСТВЕННИКОВ МКД И УПРАВЛЯЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*К. Б. Волкова, А. Б. Волкова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — В. М. Патудин, к.ф.-м.н., доцент*

Основной целью государственной политики в сфере управления многоквартирными домами (далее — МКД) является повышение уровня удовлетворенности граждан качеством услуг по содержанию и текущему ремонту общего имущества МКД, а также коммунальных услуг [1, 2]. В достижении поставленной цели важную роль играет информатизация процессов управления МКД [3].

В соответствии с Правилами осуществления деятельности по управлению многоквартирными домами, утвержденными постановлением Правительства РФ от 15.05.2013 № 416, управление каждым МКД должно осуществляться на основе соответствующих стандартов.

Единый стандарт сервиса управления МКД утвержден в ПП РФ от 27 марта 2018 г. № 331, в котором, по сути, впервые Правительство РФ ставит вопрос о создании в РФ клиенто-ориентированных управляющих организаций, т. е. речь идет не просто о едином стандарте сервиса управления МКД (стандарте CRM-системы в сфере управления МКД), а об использовании процессного подхода к управлению в практической деятельности управляющих организаций и создании, в перспективе, системы менеджмента качества управляющих организаций [4–6].

В ПП РФ от 27 марта 2018 г. № 331 важное внимание уделяется вопросам стандартизации аварийно-диспетчерской службы (далее — АДС) как одному из основных процессов, определяющих качество взаимоотношений собственников МКД и управляющих организаций. Основные требования к функционированию АДС в ПП РФ от 27 марта 2018 г. № 331 дополнены системой показателей для оценки качества работы данной службы. Бизнес-процесс диспетчерского и аварийно-ремонтного обслуживания является хорошим примером из пула процессов системы взаимоотношений собственников МКД

и управляющей организации. На рисунке 1 приведена модель бизнес-процесса аварийно-ремонтного обслуживания в нотации IDEF0.

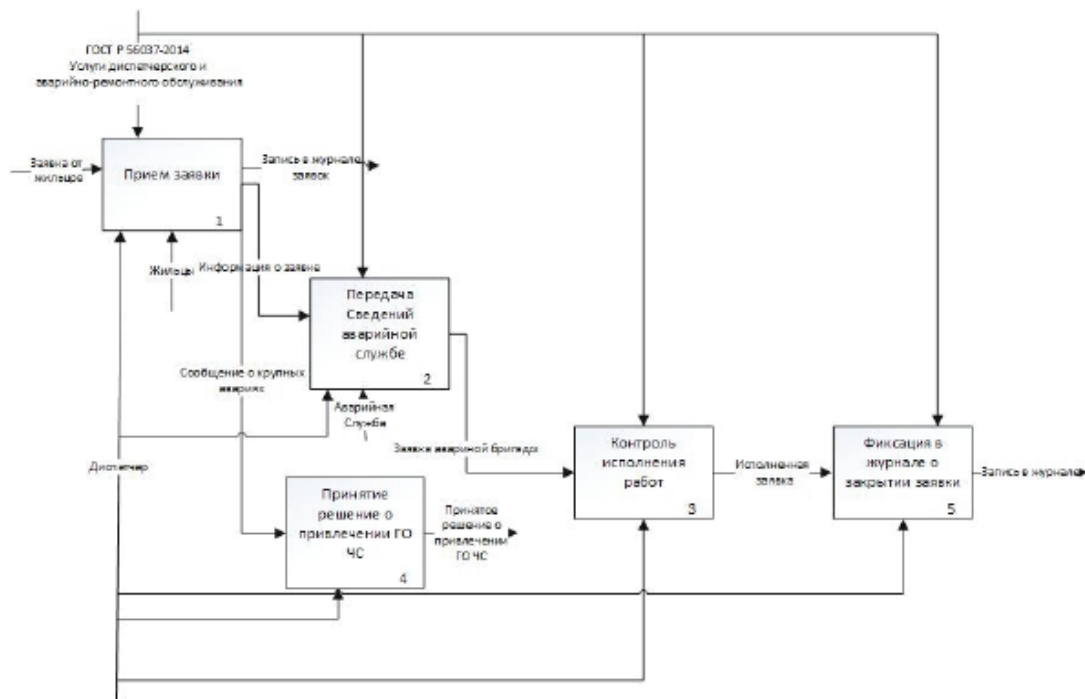


Рисунок 1 – Деятельность АС

В качестве другого важного бизнес-процесса, являющегося предметом настоящей работы и входящего в пул CRM-системы управления МКД, следует выделить бизнес-процесс проведения общего собрания собственников МКД. В связи с этим отметим, что целью настоящей работы является определение и информатизация бизнес-процессов управления взаимоотношениями управляющей организации с собственниками МКД, которые в своей совокупности составляют пул бизнес-процессов CRM-системы и определяющих механизм клиенто-ориентированности управляющих организаций.

В настоящей работе вопросы информатизации бизнес-процессов CRM-системы управляющих организаций решаются на основе облачных технологий, которые позволяют реализовать сервис-ориентированную архитектуру информационных систем управления МКД и наилучшим образом обеспечить решение информационных задач для клиенто-ориентированных бизнес-процессов управляющих организаций. В основе программной реализации облачных сервисов CRM-системы управляющих организаций лежит платформа 1С. Такой подход позволяет автоматизировать весь пул бизнес-процессов управляющей организации на основе единой технологической платформы. Решена задача проектирования и программной реализации web-сервиса, сопровождающего бизнес-процесс АДС управляющей организации. В стадии разработки модель бизнес-процесс проведения общего собрания собственников МКД.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 26.01.2016 № 80-р «Стратегия развития жилищно-коммунального хозяйства в Российской Федерации на период до 2020 года».
2. Паспорт приоритетного проекта «Обеспечение качества жилищно-коммунальных услуг» (утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол от 21 ноября 2016 г. № 10).
3. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».
4. Постановление Правительства РФ от 27 марта 2018 г. № 331 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам осуществления деятельности по управлению многоквартирными домами и содержанию общего имущества собственников помещений в мно-

гоквартирных домах и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации».

5. Репин В. В, Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. — М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.

6. Введение в ИТ сервис-менеджмент. — Форум itSMF, Нидерланды, 1999.

## ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПЕРАТОРОВ СВЯЗИ НА ПРЕДПОЧТЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

*В. В. Науменко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. Г. Блем, к. э.н., доцент*

**В** условиях перенасыщения рынка телекоммуникационных услуг возникает потребность удержания существующей клиентской базы, а также увеличения числа клиентов. Необходимо рассмотреть какие факторы влияют на предпочтение потребителей, т. к. стоимость услуги не является единственным критерием. **Задача:** оценить степень влияния результатов количественного этапа исследования потребителей на процент подключений.

**Материалы и методы:** на основе результата опроса проведен анализ данных и выявлены наиболее значимые критерии выбора пользователей интернет-услуг. Исходные данные были получены путем анкетирования и проведения фокус-групп различных слоев населения. Отношения наблюдаемых показателей к ожидаемым приведены в таблице соответствий (correspondence table). Значения около 100% соответствуют отсутствию реальной связи. Большие значения (более 100%) отражают наличие значимой положительной связи, меньшие – значимой отрицательной. Например, показатель «известность бренда» у Ростелеком равен 194% говорит о том, что компания практически соответствует представлению об известности в целом.

Произведен отбор факторов для построения регрессионной зависимости между атрибутами и количеством подключений. Для этого определим коэффициенты корреляции между атрибутами и количеством подключений по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Если  $|r_{yx}|$  не менее 0,54, то фактор  $x_i$  включаем в модель, т. о. оставили X10, X14, X16 и X17. Вторым этапом исключено наличие сильной линейной корреляционной зависимости между факторными признаками. Значения расчетов представлены в таблице 2.

*Таблица 1*

**Показатели для оценки данных**

	<b>Атрибуты:</b>	<b>Ростелеком</b>	<b>МТС</b>	<b>Дом.ру</b>	<b>ГТК</b>	<b>Сиб сети</b>	<b>Дианэт</b>	<b> <math>r_{yx}</math> </b>
$x_1$	известность бренда	194%	192%	191%	176%	71%	49%	0,11
$x_2$	первый названный	123%	97%	126%	59%	31%	10%	-0,08
$x_3$	федеральный провайдер	164%	110%	61%	82%	44%	113%	0,43
$x_4$	лояльность	141%	125%	131%	137%	114%	15%	0,24
$x_5$	возникшие проблемы подолгу не решются	-115%	-113%	-19%	-17%	-17%	-16%	-0,13
$x_6$	самое современное оборудование и технологии	123%	82%	54%	50%	57%	62%	0,36
$x_7$	быстрая реакция, оперативное решение проблем	121%	104%	141%	148%	78%	42%	0,25
$x_8$	широкий набор различных услуг и сервисов	116%	115%	138%	128%	112%	164%	-0,24
$x_9$	плохое качество связи	110%	111%	72%	48%	98%	123%	-0,24

Окончание таблицы 1

	Атрибуты:	Ростелеком	МТС	Дом.ру	ТТК	Сиб сети	Дианэт	r <sub>yx</sub>
x <sub>10</sub>	продвигает себя очень агрессивно	107%	56%	76%	99%	64%	82%	0,81
x <sub>11</sub>	отличное качество связи	100%	100%	141%	218%	80%	56%	0,39
x <sub>12</sub>	выгодные тарифы	91%	128%	90%	175%	87%	57%	0,41
x <sub>13</sub>	местный провайдер	88%	48%	115%	120%	400%	177%	-0,03
x <sub>14</sub>	высокая стоимость услуг	83%	89%	161%	58%	35%	64%	-0,54
x <sub>15</sub>	устаревшее оборудование	73%	45%	31%	25%	126%	124%	-0,03
x <sub>16</sub>	антилояльность	61%	188%	110%	31%	40%	43%	-0,63
x <sub>17</sub>	интересная, запоминающаяся реклама	105%	33%	95%	137%	78%	71%	0,70
x <sub>18</sub>	ограниченный набор услуг (только доступ в интернет)	49%	20%	15%	49%	106%	274%	-0,01
y	Новые подключения, % к клиентской базе	21%	12%	10%	21%	15%	14%	

Таблица 2

## Коэффициенты корреляции между факторами

r <sub>x<sub>10</sub>x<sub>14</sub></sub>	r <sub>x<sub>10</sub>x<sub>16</sub></sub>	r <sub>x<sub>10</sub>x<sub>17</sub></sub>	r <sub>x<sub>14</sub>x<sub>16</sub></sub>	r <sub>x<sub>14</sub>x<sub>17</sub></sub>	r <sub>x<sub>16</sub>x<sub>17</sub></sub>
0,757	-0,602	0,816	-0,769	0,493	-0,702

Коэффициент корреляции между факторами X<sub>10</sub> и X<sub>14</sub>, X<sub>14</sub> и X<sub>16</sub> и X<sub>10</sub> и X<sub>17</sub> довольно высок (больше 0,75), это указывает на сильную линейную корреляцию, необходимо удалить один из факторов. Из модели удаляем факторы X<sub>10</sub> и X<sub>14</sub>. На основе двух значимых факторов в результате расчетов получено уравнение множественной регрессии, которое имеет вид:

$$Y = 0.04941 + 0.00258X_1 + 0.1124X_2.$$

**Результаты.** С помощью настоящих расчетов выяснилось, что на выбор потребителей значительное влияние оказывают следующие факторы: антилояльность и интересная, запоминающаяся реклама.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соболев В. В.: Практикум по статистике в Excel. — Ростов на Дону: Феникс, 2010.
2. Гришин А. Ф.: Статистические модели в экономике. — Ростов на Дону: Феникс, 2005.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ АИС АНАЛИЗА КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ КОМПАНИИ

О. И. Русанова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель — М. С. Жуковский, к. х.н., доцент

Оценка персонала является необходимым средством изучения качественного состава кадрового потенциала организации, его сильных и слабых сторон. Проведение оценки персонала позволяет: планировать карьеру и продвижения работников по службе, определять уровень компетентности специалистов, осуществлять перестановку кадров с учетом потенциала работников, получить психологический портрет сотрудников организации, изучать специфику межличностных отношений и психологический климат в коллективе [1].

Необходимо использовать те оценочные методы, полученные результаты которых будут наиболее полно отражать реальную ситуацию. Одним из таких методов является метод «360 градусов», который

может использоваться как самостоятельный или дополнять другие. На основе данного метода можно максимально полно оценить компетенции работника (личные и профессиональные) и работник оценивается широким кругом лиц: руководителем, коллегами, подчиненными. К оценке может быть привлечен и сам работник. По итогам можно сформировать картину того, насколько сотрудник соответствует тем или иным компетенциям. Как правило, метод используется при перемещении работников внутри организации, для определения уровня квалификации работника по целому ряду критериев. Иногда метод используется для установления соответствующего уровня заработной платы специалистов, но в этом случае его результаты необходимо усилить результатами других методов.

В нашей работе предложена автоматизированная схема получения оценок по методу оценки персонала «360 градусов». Предполагается следующая обобщенная диаграмма IDEF0, представленная на рисунке 1.

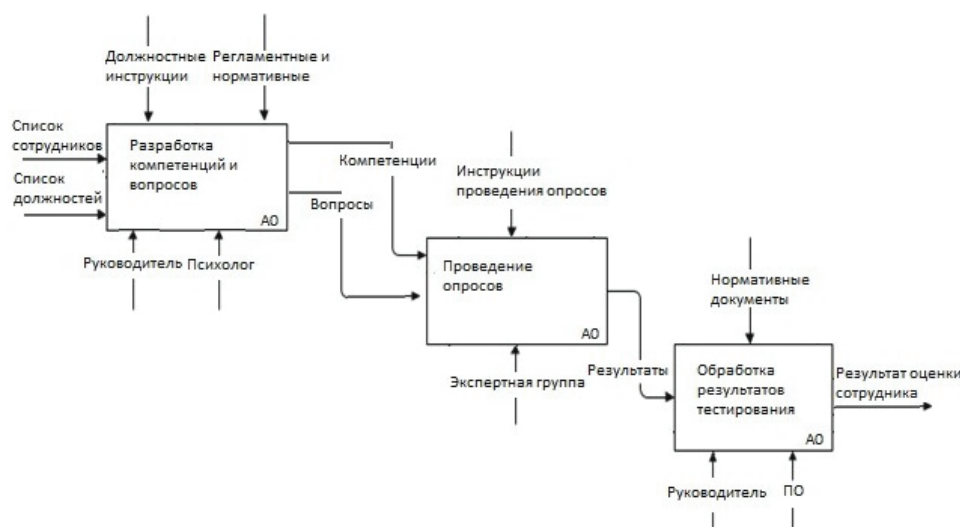


Рисунок 1 – Обобщенная диаграмма IDEF0 получения оценок

Первый — определение целей и задач. Второй этап оценки — выделение компетенций и разработка анкет для каждой должности. Третий — определение экспертной группы. К началу проведения оценки все сотрудники, принимающие в ней участие, подробно знакомятся с правилами её проведения, это четвертый этап. На пятом этапе заполняются анкеты. В процессе сбора информации особенно важно соблюдать анонимность. На шестом этапе полученные данные обрабатываются путем вычисления максимального количества набранных по каждой компетенции баллов, на основе которых выводится средний процент по всем компетенциям. Таким образом, результат будет получен как по каждому критерию, так и в целом [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магура, М. И. оценка работы персонала / М. И. Магура, М. Б. Курбатова — М.: ЗАО Бизнес-школа «Интел-Синтез». — 2001. — 144 с.
2. Таран М. И. Аттестация и оценка персонала / М. Таран // Кадровик Украины — №2 (февраль). — 2008. — С.112–122.
3. Травин В. В. Менеджмент персонала предприятия / В. В. Травин, В. А. Дятлов — М.: Дело, 200. — 272 с.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА ЮНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ВО ВРЕМЯ ЗАГОРОДНОГО ОТДЫХА ДЕТЕЙ

А. И. Нестерова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Г. Блем, к. э. н., доцент

Загородный отдых в детском оздоровительном лагере оказывает колоссальное влияние на разностороннее развитие ребенка. В лагерях для всестороннего развития личности ребенка проводятся обучающие занятия по интересующим направлениям [1].

В данной работе мы предлагаем внедрить занятия по работе с Microsoft Excel. Несмотря на то, что данная программа изучается школьниками на уроках информатики, зачастую учащиеся не видят в ней практического применения. После изучения, дети смогут активно применять для школьных научных работ. Следовательно, подрастающее поколение нашего города сможет делать качественные научные работы со школы и продолжать их в дальнейшем. С помощью Microsoft Excel юные исследователи могут заносить, обрабатывать результаты своих исследований, наблюдений и т. д.

Окончательным продуктом, занимающихся в этом направлении ребят, будет «Дневник юного исследователя Алтая», который будет содержать в себе все данные, графики, эмоции ребенка и т. д. Также, во время заполнения дневника, дети будут учиться анализировать свои достижения.

Так как дневник будет создаваться с помощью VBA, ребята будут проходить азы программирования, формировать алгоритмы и смогут реализовать свои способности. Для создания положительного микроклимата внутри лагеря ежедневно вожатыми и воспитателями должна проводиться рефлексия. Можно с помощью Microsoft Excel построить графики и наглядно увидеть показатели. Затем результаты поместить так же в дневник.

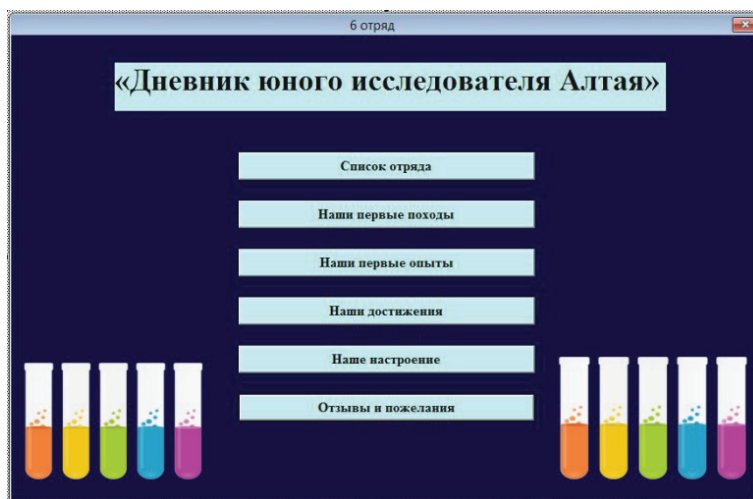


Рисунок 1 — Стартовая страница дневника

В связи с тем, что не во всех лагерях есть количество компьютеров, соответствующее числу группы, то «Дневник юного исследователя Алтая» можно заполнять по группам или отрядам как на рисунке 2.

Microsoft Excel легко осваивается и его можно применять на станциях во время прохождения квест-игр. Например: рассчитать значения, построить график, исходя из которого дети узнают свой маршрут и т. д.

Таким образом, дети смогут совмещать отдых и начинать свою научную деятельность. При оптимальном соотношении интеллектуальной и физической нагрузки ребенок получит максимальное количество пользы.

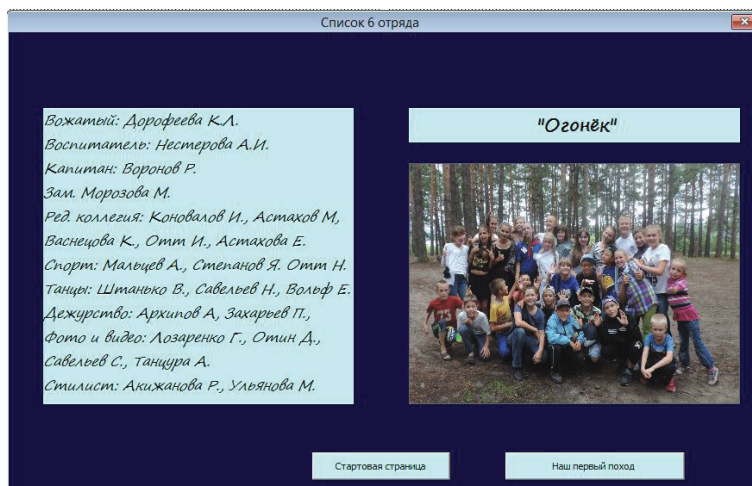


Рисунок 2 – Список отряда

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волохов, А. В. Воспитательная направленность работы детского оздоровительного лагеря [Текст] / А. В. Волохов, И. И. Фришман. — М.: ГОУДОД ФЦРСДОД, 2006. — 126 с.

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ ЗАВЬЯЛОВСКОГО РАЙОНА

*А. А. Евстратов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Г.С. Меренцова, д. т. н., профессор*

Оценивая преимущества геоинформационных технологий с применением программного обеспечения ArcGIS над разным подсчетом, можно отметить следующее:

- геоинформационные системы делает обработку по анализу статистических данных намного оперативней и упрощенней;
- обработку больших объемов данных можно производить сразу для нескольких участков;
- обеспечивается нужная точность вычислений;
- при производстве поиска интересующих объектов делают анализ более полным и функциональным.

Все это указывает на очевидное преимущество ГИС над ручным подсчетом.

На карту Завьяловского района вынесены очаги аварийности за 2017 год.

В результате несения службы ОГИБДД за 12 месяцев 2017 года было выявлено 5090 нарушений ПДД, в том числе 250 фактов управления транспортным средством водителями в состоянии алкогольного опьянения, 444 за превышение установленной скорости движения. Процент выявленных грубых нарушений правил дорожного движения составил 67,7%.

За 2017 год на в Завьяловском районе зарегистрированного 10 ДТП в результате, 16 человек получили телесные повреждения, в том числе 1 ребенок, 1 человек погиб.



Таблица 1

**Распределение ДТП по видам происшествий**

Вид ДТП	Количество ДТП (учтеных-погибло-ранено)
Наезд на пешехода	2 (2–1–1)
Столкновение	4 (11–0–11)
Опрокидывание	2 (2–0–2)
Наезд на препятствие	1 (1–0–1)

Таблица 2

**Причины совершения ДТП**

	Количество ДТП
Несоответствие скорости и конкретным условиям движения	5 (6–0–6)
Непредставление преимущества в движении	3 (9–0–9)

Для более полного изучения причин возникновения ДТП целесообразно воспользоваться средствами пространственного анализа, которые должны предоставлять определенную информацию [1].

Основными задачами ГИС являются осуществление комплексного анализа причин, способствующих совершению ДТП, и последующая оценка эффективности принимаемых решений [2].

На основании проведенных исследований с применением ГИС предлагаются мероприятия по повышению безопасности дорожного движения.

Конкретное применение ГИС можно увидеть на сайте КГКУ «АЛТАЙАВТОДОР» в разделе «данные с метеостанций»: <http://178.23.150.250:8090/giwe/index.php>

Аналогичный подход я рекомендую проводить для анализа аварийности и районах г. Барнаула.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Половинкина А. В.; компания DATA+, Наумов С. В.; компания Esri CIS//2012 Применение ГИС-технологий для повышения безопасности на автодорогах России
2. Дупленко А. Г. Этапы и тенденции развития геоинформационных систем // Молодой ученый. — 2015. — № 9. — С. 115–117.

**РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ C# И SCILAB**

*И. А. Лукин, А. С. Омаров*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Остроухов, к. т. н., доцент*

**У**правление предприятием, пусть и малым, требует разносторонней квалификации. Для анализа экономических показателей, построения стратегий развития и бизнес-планирования нужны знания и навыки математического моделирования и опыт работы с программами (Microsoft Office, 1С, Matlab и т. д.).

Целью исследования является создание самодостаточной программной среды для основного комплекса процессов управления в форме виртуальной лаборатории [1]. Набор сервисов упростит работу аналитиков и менеджеров и сократит время на принятие управленческих решений.

Программная среда должна обеспечить:

- полную обработку данных в унифицированном интерфейсе;
- гибкий выбор моделей и методов в зависимости от решаемой задачи;

— наглядную визуализацию (динамические графики, анимацию).

С целью снижения затрат было использовано свободное ПО: шаблон проектирования (Object Relation Mapping), средства разработки (Visual Studio, MySQL, СКВ Git, ядро движка Scilab) и языки программирования (C#, SQL).

В разрабатываемом ИТ-приложении выделены роли администратора и аналитика фирмы и две части: базы данных и пользовательский интерфейс [2].

База данных состоит из 10 взаимосвязанных таблиц. Пользовательский интерфейс — коллекция Windows-форм, позволяющая загружать, обрабатывать данные и строить графические представления при помощи мощного математического ядра Scilab. Формы соответствуют следующим требованиям к функционалу: загрузка и выгрузка данных из БД, построение графиков (динамических графиков) и визуализация в Scilab, анализ данных с помощью SciLab.

Например, при выборе в стартовой форме приложения пункта Графики пользователь может сформировать график с произвольными характеристиками.

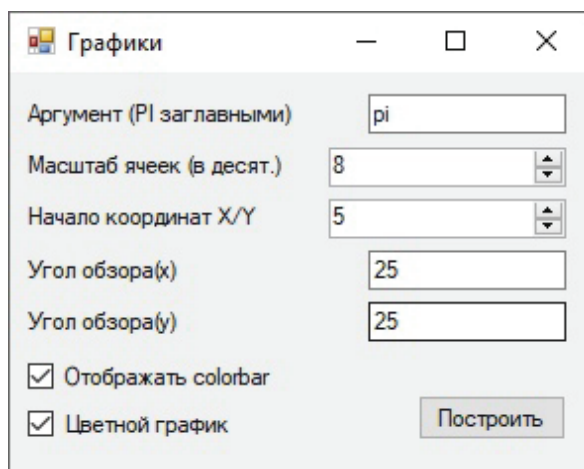


Рисунок 1 — Форма построение графика (реализована в C#)

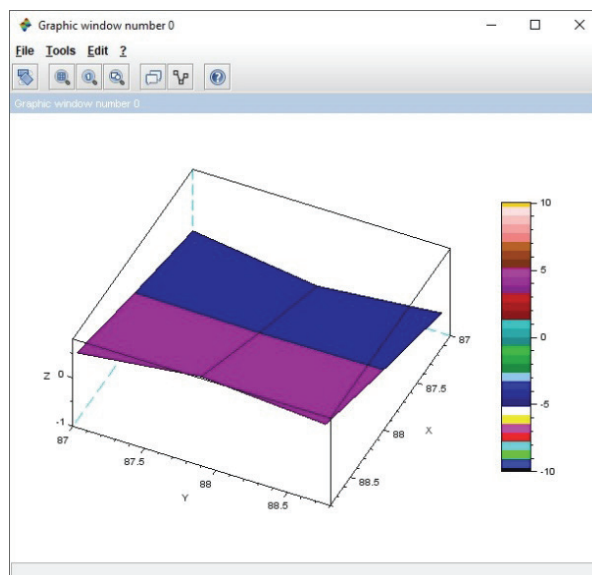


Рисунок 2 — Динамический 3D — график (отображается в Scilab)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трухин, А. В. Об использовании виртуальных лабораторий в образовании / А. В. Трухин // Открытое и дистанционное образование. — 2002. — № 4 (8).
2. Вендров, А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. — М.: Финансы и статистика, 2006. — 544с.

## РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СПРОСА СРЕДСТВАМИ MS EXCEL И SCILAB В ФИНАНСОВОЙ МОДЕЛИ ФИРМЫ, СОЗДАННОЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ PROJECT EXPERT

В. И. Готовцева, В. В. Сахапов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель — В. И. Остроухов, к.т.н., доцент

**П**рогнозирование спроса на продукцию и услуги является актуальной проблемой. Например, фирмы США тратят на ее решение примерно 1% от расходов на научные исследования. Это окупается — прибыль от прогноза спроса в 40–50 раз выше затрат на организацию и проведение таких исследований.

На предприятиях г. Барнаула системы прогнозирования спроса продукции развиты в недостаточной степени. Редко используются математический аппарат, экономико-математические методы и модели. Вместе с тем, именно компьютерное моделирование обеспечивает необходимое качество прогнозов.

Цель работы — рассмотреть возможности комплексного применения программ MS Excel, Scilab и Project Expert для прогнозирования спроса.

Предмет исследования: методы и ИТ-программы, позволяющие обеспечить прогноз на основе динамических технико-экономических данных.

Задачей являлась разработка технологии применения методов прогнозирования в программных средах MS Excel и Scilab для расширения возможностей моделирования спроса (плана сбыта) в среде Project Expert.

Построение финансовой модели фирмы требует итераций. Поиск оптимального плана сбыта эффективно осуществлять в следующем порядке:

- моделирование объема и цены продукции в MS Excel и/или Scilab;
- перенос полученных данных в таблицы пользователя Project Expert;
- расчет параметров модели и анализ показателей эффективности.

Методы количественного анализа и прогноза временных рядов [1] были реализованы в средах MS Excel и Scilab.

N7		fx = ((2-0,2)*M3-M6)/(1-0,2)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	Спрос	500	580	570	600	650	610	570	540	580	625	610	615	
3	ut	570	572	571,6	577,28	591,824	595,4592	590,3674	580,2939	580,2351	589,1881	593,3505	597,6804	
4	a*ut	114	114,4	114,32	115,456	118,3648	119,0918	118,0735	116,0588	116,047	117,8376	118,6701	119,5361	
5	(1-a)*ut-1	470	456	457,6	457,28	461,824	473,4592	476,3674	472,2939	464,2351	464,1881	471,3505	474,6804	
6	ut	584	570,4	571,92	572,736	580,1888	592,551	594,4408	588,3527	580,2821	582,0257	590,0206	594,2165	
7	прогноз													602,0103

Рисунок 1 — Форма экрана «Прогноз спроса по методу Брауна [1]»

В среде Scilab эти методы были реализованы с помощью программного кода, включающего кроме расчетов графическое отображение результатов.

Прогнозные данные далее через буфер переносятся в модуль Таблицы пользователя Project Expert. После присоединения их к модулю План сбыта проводится анализ финансовой модели фирмы и ее экономических показателей.

Подготовленные шаблоны и программные модули существенно сокращают время на обработку данных.

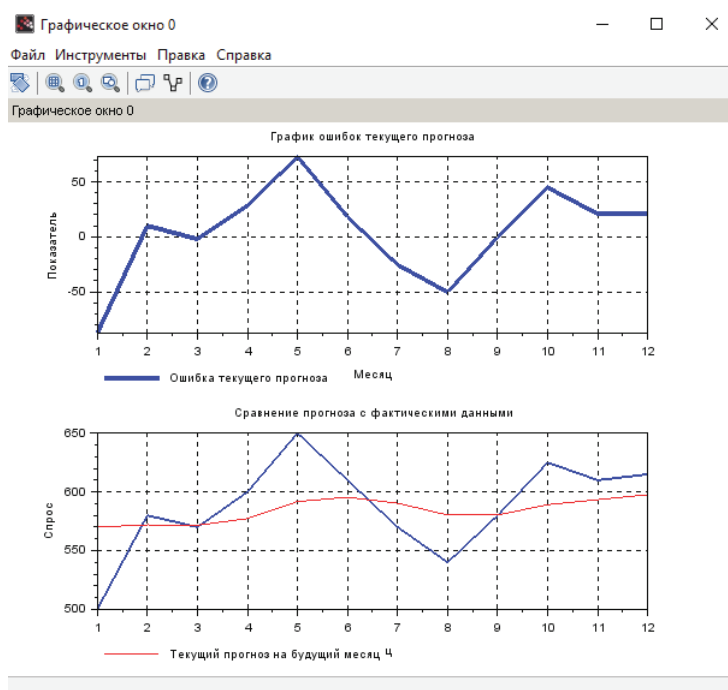


Рисунок 2 – Форма экрана «Графики ошибок текущего прогноза и сравнения прогноза с фактическими данными»

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузин, Б. И., Юрьев В. Н., Шахдинаров Г. М. Методы и модели управления фирмой. — СПб.: Питер, 2001. — 432 с.

## РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ИНСТРУМЕНТАМИ СПО SCILAB

*А. А. Химченко, А. В. Свиридов, С. В. Морякова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Алтайский государственный аграрный университет*

*Научный руководитель — В. И. Остроухов, к.т.н., доцент*

Существующие методы решения задач оптимизации редко применяются в реальной практической деятельности. Это может быть связано с недооценкой возможностей и сложностью математического аппарата, а иногда полным незнанием соответствующих методов и программного инструментария. Пожалуй, кроме надстройки Поиск решения популярной программы MS Excel в реальном бизнесе г. Барнаула иные инструменты и методы широко не применяются.

Возможным выходом из создавшейся ситуации может стать разработка электронного тренажера, включающего набор наиболее эффективных алгоритмов решения задач и иллюстрирующего визуально как процесс оптимизации, так и влияние отдельных параметров на конечный результат. Средством для разработки такого тренажера выбран свободно распространяемый программный продукт Scilab. Цель: разработать тренажер, включающий набор методов и алгоритмов оптимизации, с использованием элементами визуализации и анимации. Задачи: реализовать процедуру ввода данных, создать интерфейс для выбора алгоритмов решения и задания параметров, использовать ядро графического

движка Scilab для визуализации и анимации процессов поиска оптимальных решений при обработке динамических экономических данных.

Выбор алгоритмов решения определяется набором возможностей Scilab — встроенными функциями и т. н. «атомами» — подпрограммами, подгружаемыми из наборов специализированных решений. Среди стандартного набора функций, встроенных в Scilab, рассмотрены и опробованы функции *optim*, *regress*, *datafit*. Из загружаемых подпрограмм («атомов») для решения задач линейной оптимизации использована функция *linpro*. Для нелинейной оптимизации исследованы методы, реализованные в «атомах» *fmincon*, *arifun*, *ipopt*. Показано совпадение результатов расчета с помощью этих функций и методов, реализованных в пакете Поиск решения Excel.

Изучена технология построения интерфейсов средствами языка Scilab и технология создания анимационных изображений, в т. ч. благодаря применению операторов *drawlater* и *drawnow*. Создание тренажера находится в стадии разработки. Эскизы окон тренажера представлены на рисунке 1.

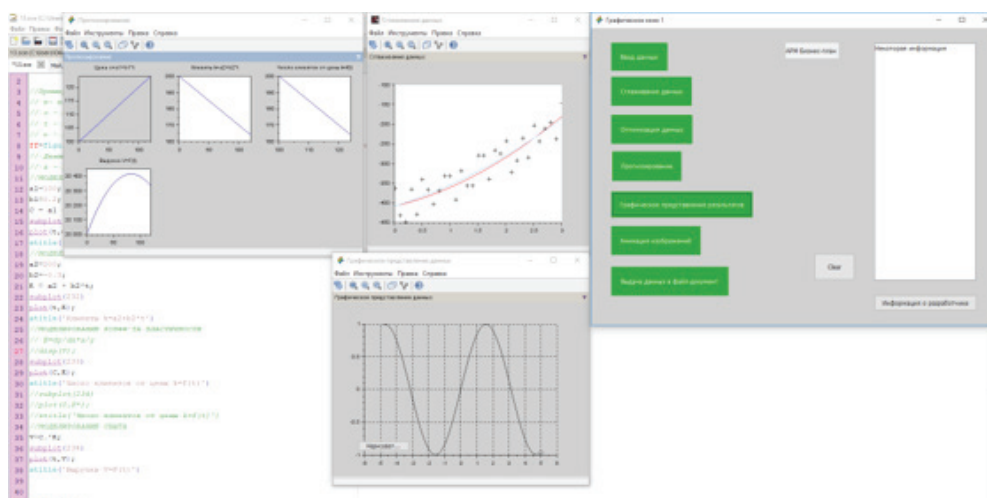


Рисунок 1 — Эскизы окон тренажера для решения задач оптимизации

Тренажер, обладающий средствами визуализации и анимации, дает студентам возможность глубокого понимания методов и алгоритмов решения.

Адаптация тренажера к реальным данным организации позволит аналитикам фирмы использовать его для решения реальных экономических задач.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остроухов, В. И. Конструирование виртуальной компьютерной лаборатории для изучения методов и моделей управления фирмой / В. И. Остроухов // Гарантии качества профессионального образования: материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. — С. 234–238.

## РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКОГО ОТЧЕТА НОТАРИАЛЬНОЙ КОНТОРЫ В СОСТАВЕ АИС «ТАБЕЛЛИОН»

*В. Н. Вигерь*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — В. И. Остроухов, к. т. н., доцент*

**И**нформатизация общества проникает во все сферы деятельности. Предоставление нотариальных услуг не стало исключением. Создание автоматизированной информационной системы (АИС) позволит улучшить функционирование нотариальной конторы и сократит время рабо-

ты с клиентами. Для этого разрабатывается многопрофильный программный комплекс «Табеллион». Однако он не включает задачи формирования статистического отчета и последующего анализа и планирования финансовой деятельности нотариуса.

Цель: разработать статистический отчет нотариуса в составе АРМ «Табеллион» и использовать данные для планирования финансовых результатов.

Задачи: обследовать и формализовать деятельность нотариальной конторы; разработать подсистему формирования статистического отчета в составе АИС «Табеллион», разработать модели для совершенствования финансово-хозяйственной деятельности нотариуса.

Результат обследования нотариальной конторы представлен на рисунке 1.

На рисунке 2 представлена схема подготовки статистического отчета в составе автоматизированной информационной системы в нотации ARIS.

Подсистема АИС «Формирование статистического отчета» разрабатывается на платформе MS Visual Studio, язык программирования — С#. Руководство проекта планирует включить подсистему в состав коммерческого программного продукта АРМ «Табеллион».

На основании собранных статистических данных о деятельности нотариальных контор проведен анализ потоков клиентов в разрезе тарифов и УПиТХ по видам нотариальных услуг. Получены оценки законов распределения потоков клиентов, проанализированы нормативы расценок на оказание услуг. На основании этой информации разработаны формальные математические модели потоков платежей клиентов. Их адаптация к специфике конкретной нотариальной конторы позволит прогнозировать потенциальный доход.

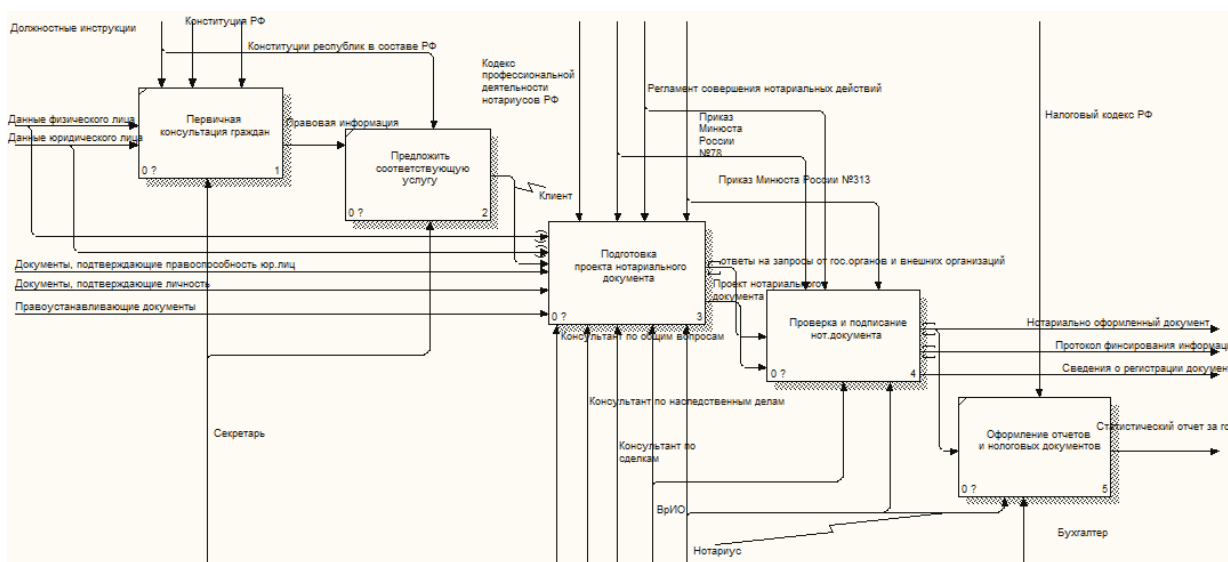


Рисунок 1 – Диаграмма в нотации IDEFO «Нотариальная деятельность»

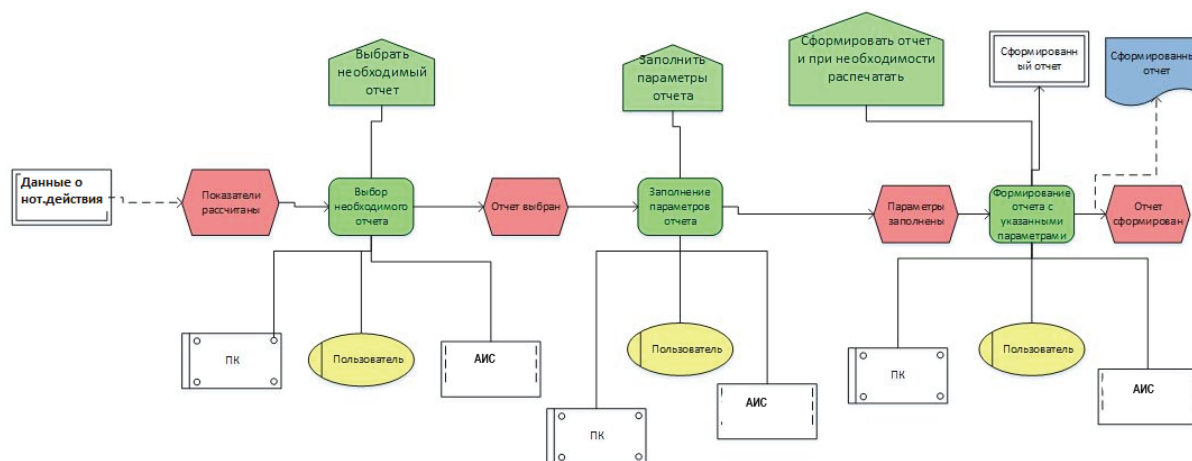


Рисунок 2 – Диаграмма действий в нотации ARIS «Формирование отчета»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессолицына Е. А. Состояние нотариата в Российской Федерации и проблемы его совершенствования // Законодательные исследования. — Уфа: Изд-во «Диалог», 2007, Вып. 4. — С. 11–16.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

К. В. Удалкин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — О. И. Пятковский, д. т. н., профессор

При выборе управляющей компании собственники квартир должны в первую очередь обращать внимание на качество предоставляемых услуг. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» устанавливает правовые положения по контролю граждан за деятельностью управляющих компаний [1]. Таким образом, как гражданам, так и управляющим компаниям выгодно использовать методики оценки деятельности управляющих компаний и соответствующее программное обеспечение.

13 сентября 2018 года в Алтайском крае составили рейтинг управляющих компаний региона. Специалисты учитывали количество выявленных нарушений обязательных требований жилищного законодательства; число выданных надзорным органом предписаний по установленным фактам нарушений исходя из количества многоквартирных домов, находящихся в управлении, и площади указанных многоквартирных домов [2].

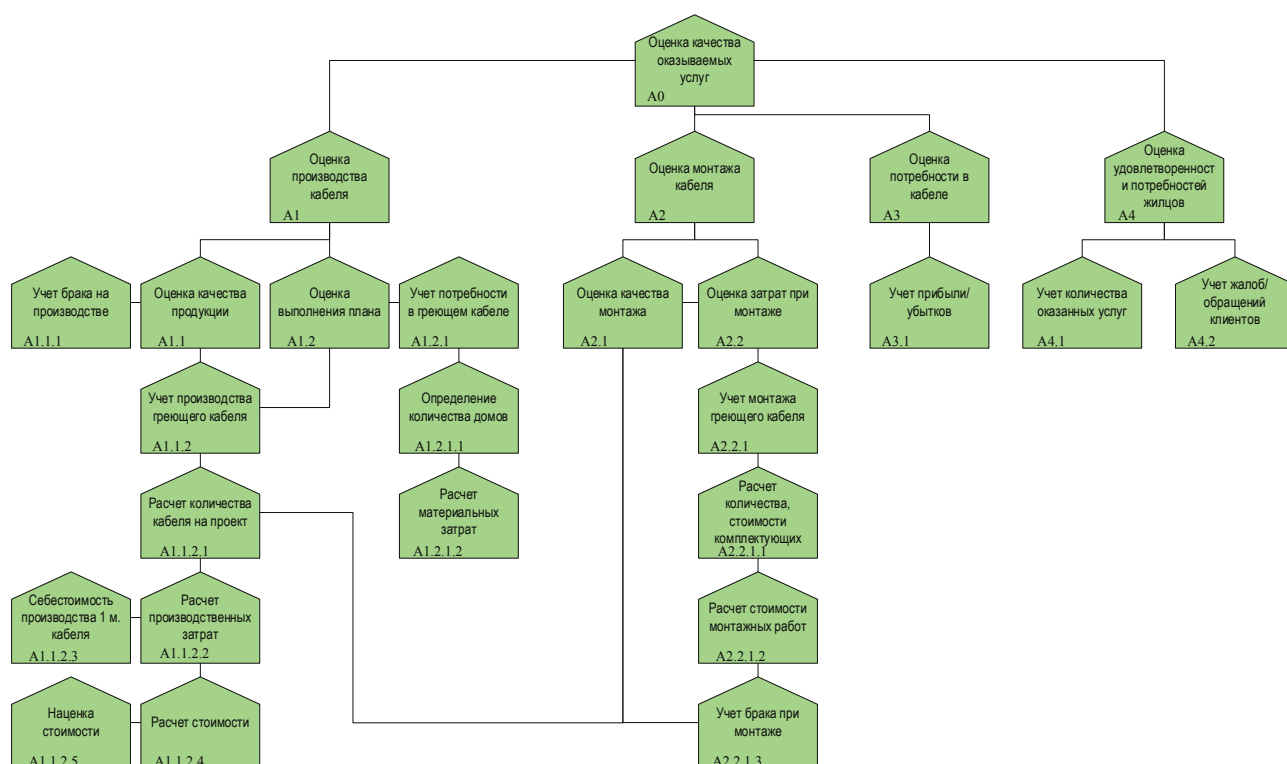


Рисунок 1 – Система оценки проектных решений антиобледенительных систем для крыш зданий и сооружений

Перечисленных критериев недостаточно, поэтому необходимо разрабатывать новые методики по оценке деятельности управляющей компании.

Для разработки методики были поставлены следующие задачи:

- Провести анализ литературных источников;
- Разработать модель предметной области «как есть»;
- Выявить недостатки и предложить модель «как должно быть»;
- Разработать концепцию методики по оценке деятельности управляющей компании;
- Экспериментально проверить адекватность разработанной методики.

В рамках работы над магистерской диссертацией была разработана методика оценки деятельности управляющих компаний, которая направлена на стимулирование внедрения антиоблеченительных систем для крыш зданий и сооружений. Для разработки системы оценки и моделей в нотации Aris eEPC использовались инструментальные средства Microsoft Visio. Исследование модели проводилось на контрольном примере, отражающем предметную область. Экспериментальный расчет модели был выполнен в программе «Бизнес Аналитик» [3]. Исследование полученной модели проводилось на основании узла, представленного на рисунке 1.

Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности проектных решений по внедрению антиоблеченительных систем, и, соответственно, об эффективности потраченных на них средств. Таким образом, целесообразно продолжать исследование использования информационно-аналитических систем для оценки деятельности управляющих компаний в граничных условиях Алтайского края.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. N 212-ФЗ «Об основах общественного контроля в Российской Федерации». Режим доступа: <http://base.garant.ru/70700452/>
2. В Алтайском крае составили рейтинг управляющих компаний [Электронный ресурс]: официальный сайт Алтайского края. — Электрон. Текст. Дан. — Режим доступа: [https://www.altairegion22.ru/region\\_news/v-altaiskom-krae-sostavili-reiting-upravlyayuschih-kompanii-regiona\\_718362.html](https://www.altairegion22.ru/region_news/v-altaiskom-krae-sostavili-reiting-upravlyayuschih-kompanii-regiona_718362.html)
3. Пятковский О. И., Гунер М. В., Комплекс построения гибридных интеллектуальных систем «Бизнес аналитик» / Ползуновский альманах № 2. Выпуск посвящен Четвертой международной научно-практической конференции ВИС — 2009, 20 ноября 2009 г., АлтГТУ им. И. И. Ползунова, г. Барнаул, 2009. — С. 199–200.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДУЛЯ ПРОГРАММЫ SCILAB ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОХОДА В МОДЕЛЯХ ФИРМЫ, СОЗДАНЫХ В PROJECT EXPERT

*Ю. С. Козлова, Д. Ю. Быков, А. И. Клименко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Остроухов, к.т.н., доцент*

**И**спользование нейронных сетей в сфере планирования деятельности фирмы является актуальным направлением разработки ИТ-приложений.

Цель: рассмотреть возможности Scilab в части использования нейросетевого подхода к моделированию экономических задач.

Задачи: создать нейронную сеть, реализующую зависимость доходов от величины абонентского платежа и числа клиентов на примере данных фирмы «Телеком»; разработать технологию встраивания результатов прогноза в План сбыта бизнес-модели фирмы, реализованной в программе Project Expert.

Scilab предоставляет возможность создания нейронных сетей при помощи загружаемого модуля «Neural Network Module».



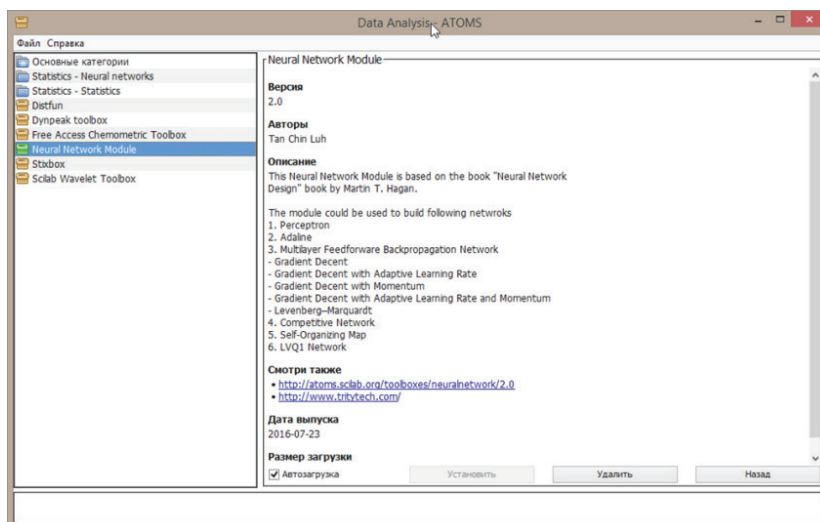


Рисунок 1 – Состав и назначение модуля «Neural Network Module»

Модуль используется для создания таких типов нейронных сетей как:

1. Перцептрон.
2. Адаптивный линейный элемент.
3. Многослойная нейронная сеть.
4. Конкурирующая сеть.
5. Самоорганизующаяся карта Кохонена.
6. LVQ1 Network — сеть для классификации входных векторов.

Для решения задачи выбрана многослойная нейронная сеть, основывающаяся на алгоритме Левенберга-Марквардта. Алгоритм предназначен для оптимизации параметров нелинейных регрессионных моделей. В результате создана нейронная сеть, реализующая зависимость доходов от числа клиентов и доходности от 1 клиента. Нейронная сеть имеет 2 входных нейрона, 3 нейрона на скрытом слое и 1 выходной нейрон.

Ниже представлены графики доходов, рассчитанных с помощью нейросети и модели, созданной по реальным данным фирмы «Телеком» в Project Expert.

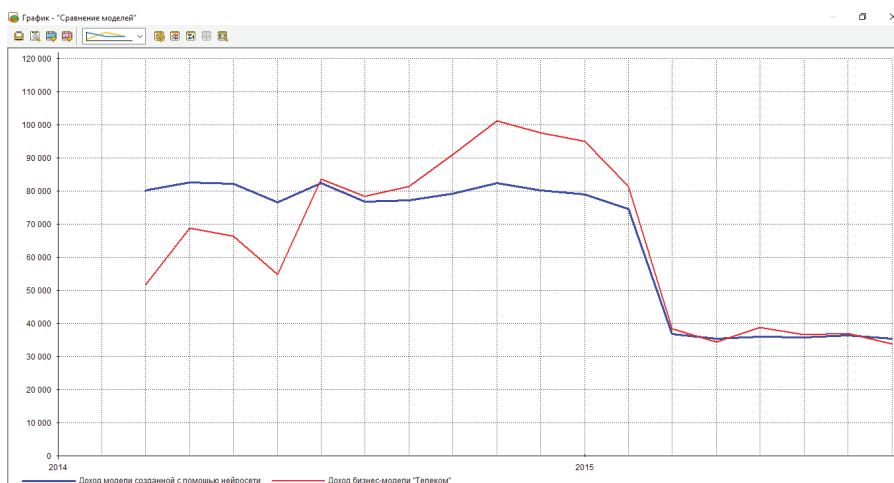


Рисунок 2 – Доходы, рассчитанные по модели и на основе нейросети

Анализ графиков, полученных в Project Expert, показывает, что прогноз дохода с помощью нейросети достаточно точно отражает реальные данные.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение нейронных сетей в менеджменте [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://uchebnik.online/sotsialno-ekonomicheskikh-prognozirovanie/primenenie-neyronnh-setey-34690.html>

## СКРЫТЫЕ РЕСУРСЫ СЕТИ INTERNET КАК УГРОЗА БЕЗОПАСНОСТИ В РЕГИОНЕ

Д. Ш. Сат

Барнаульский юридический институт МВД России

Научный руководитель — А. А. Чесноков, к. ю. н., доцент

Современное общество вместе с новыми возможностями вскрывает все новые и более серьезные угрозы безопасности [2, С. 148.]. Причем традиционные формы борьбы с ними малоэффективны. Особенно беззащитны перед этими угрозами несовершеннолетние, с их неокрепшей психикой и отсутствием жизненного опыта [1, с. 139]. На фоне гибридной (а значит, в первую очередь, информационно-войны), негласно объявленной нашему Отечеству, сетевые ресурсы выступают мощным фактором воздействия, воспитания, формирования поступков людей. Не успели отгреметь скандалы с «Синим китом», создатели которого провоцировали детей на самоубийство, только урегулировали через Роскомнадзор порядок блокирования губительной информации и прошли громкие процессы над педофилами, 17.10.2018 в Керчи прогремела трагедия с участием 18-ти летнего студента колледжа, который пришел с оружием в учебное заведение и открыл огонь по учащимся и преподавателям. В результате стрельбы и подрыва взрывного устройства погибло 20 человек. более 50 получили ранения. Возникает вопрос — кто помог создать взрывное устройство, спланировать действия, наконец — создать взрывное устройство? По некоторым данным виновник использовал сетевую информацию. Вы скажете — но сейчас опасные ресурсы активно блокируются. Однако, еще факт — в июне 2013 житель Подмосквья познакомился в Интернете через социальную сеть с 15-летней девочкой из г. Заринска. Действуя весьма «профессионально», он уговорил собеседницу переслать цифровые фотографии порнографического содержания. После того, как мужчина распространил откровенные изображения девочки в социальной сети, она попыталась покончить жизнь самоубийством. К расследованию были привлечены сотрудники управления «К» ГУ МВД России по Алтайскому краю. А теперь самое интересное — по некоторым данным указанные лица использовали рекомендации аналогичных пользователей скрытой сети Darknet, которая по факту не регулируется никак. Как его использовать и какие ресурсы там есть мы пока не озвучим, чтобы не возбудить интереса студентов. Власти же предпочитают стыдливо молчать, не признавая проблему. Но только анализ открытых источников позволяет утверждать, что данные даркнета содержат десятки площадок по продаже наркотических средств, оружия, а также «профессиональные» форумы и учебники для педофилов, наркодиллеров, террористов и проч.

Даже в Китае, одной из ведущих державе мира, не удалось решить данную проблему. Система фильтрации содержимого интернета «Золотой щит» не может справиться с теневым интернетом. Отсюда следует проблема обрела глобальный характер. Как отметил В. В. Путин: «...мы не создаём нужного, интересного и полезного контента для молодых людей... они хватают вот этот суррогат героизма». Поэтому даркнет нужно регулировать, но самое главное — на местном уровне находить достойное времяпровождение для школьников, студентов, не опустошать, а заполнять их головы достойными идеями человеческого общежития [3, с. 84].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимышева Е. С. Роль органов внутренних дел в механизме обеспечения информационной безопасности ребенка // Алтайский юридический вестник. 2015. № 3. С. 139–142.
2. Хужин А. М. К вопросу об использовании институционального подхода к анализу экономико-правовых явлений // Алтайский юридический вестник. 2017. № 3. С. 145–150.
3. Чесноков А. А. Некоторые проблемы реализации информационных прав граждан РФ // Гражданское общество и правовое государство. 2013. Т. 1. С. 82–84.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ РЯДА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Е. А. Брютова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Остроухов, к.т.н., доцент

Планирование играет основополагающую роль в обеспечении высокого уровня результатов экономической деятельности предприятия. Для принятия верных управленческих решений необходимо провести качественный системный анализ исследуемой области. Моделирование при помощи динамических графиков позволяет наглядно оценить влияние различных факторов на показатели эффективности экономической деятельности предприятия.

Цель работы — разработать программный продукт, позволяющий визуализировать изменение экономических данных предприятия во времени, т. е. дать возможность пользователю увидеть поведение графиков в динамике.

В качестве инструментальной среды программирования был использован популярный пакет MS Excel, язык программирования — VBA [1].

Разработанная имитационная модель может быть применена для наглядного построения зависимости прибыли предприятия от цены реализации продукции — по результатам продажи товара позволяет составить уравнение зависимости объема продаж от цены (1).

$$y = a_0 + a_1 x, \quad (1)$$

где  $y$  — объем продаж;  $x$  — цена;  $a_0$  и  $a_1$  — постоянные коэффициенты (2).

$$\begin{cases} \sum y = n a_0 + a_1 \sum x \\ \sum xy = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 \end{cases}, \quad (2)$$

где  $y$  — объем продаж;  $x$  — цена;  $a_0$  и  $a_1$  — постоянные коэффициенты;  $n$  — число наблюдений.

Наблюдения	Объем продаж, шт.	Цена, руб.	
1	15000	30	$y = a_0 + a_1 * x$ $a_0$ и $a_1$ - постоянные коэффициенты $y$ - объем продаж $x$ - цена <input type="button" value="Найти коэффициенты"/>
2	12500	40	
3	10000	50	
4	7500	60	
5	5000	70	
6	2500	80	
7	0	90	
		$a_0 =$	22500
		$a_1 =$	-250
<u>Уравнение зависимости объема продаж от цены:</u>		$y = 22500 - 250x$	

Рисунок 1 — Составление уравнения зависимости объема продаж от цены

Имитационная модель визуализирует экономические показатели (прибыль, выручку, постоянные и переменные расходы, объем продаж) в динамическом режиме. Построение графиков происходит постепенно, при интерактивном изменении параметров (цены и т. д.) с помощью полосы прокрутки мгновенно изменяется и поведение графиков анализируемых показателей.

Разработанная модель динамической визуализации данных может быть использована как студентами с целью улучшения понимания сути экономических законов, так и аналитиками для анализа вариантов принимаемых решений.

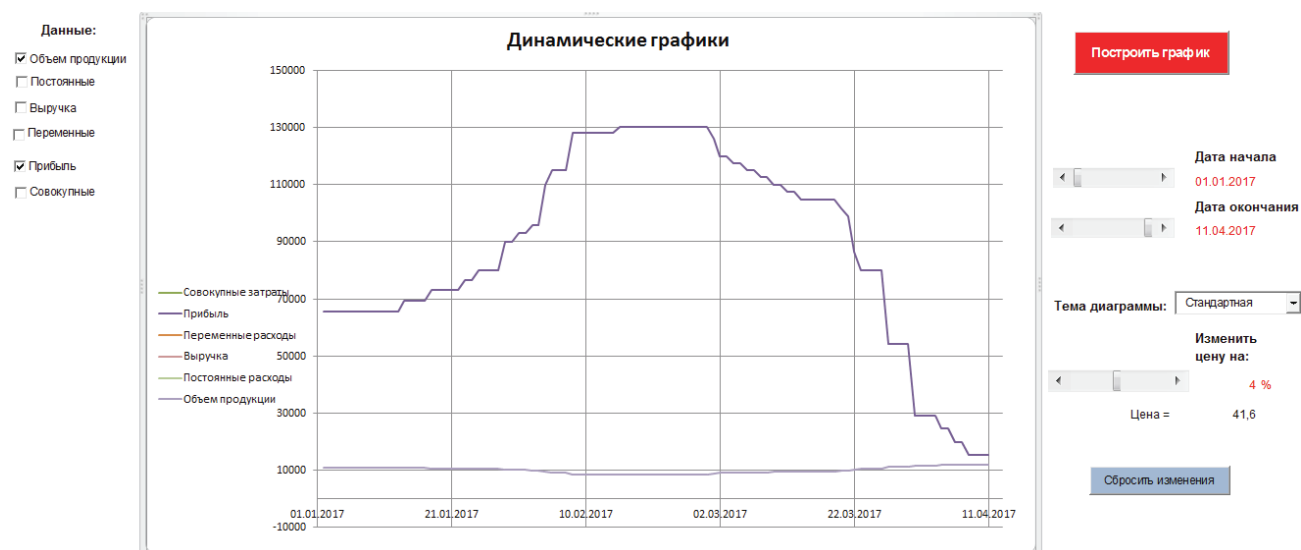


Рисунок 2 – Построение графиков

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осетрова И. С. Microsoft Visual Basic for Application [Электронный ресурс] / И. С. Осетрова, Н. А. Осипов — СПб./: НИУ ИТМО, 2013. — 120 с. — Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1088.pdf>. — Загл. с экрана.

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИЛОЖЕНИИ К ОБЪЕКТАМ НАУКИ И ТЕХНИКИ

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА ИЗ ОДНОРОДНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

А. А. Баюк

Алтайский государственный университет

Научный руководитель — Л. А. Хворова, к.т.н., доцент

В последнее время всё более актуальной становится проблема поиска альтернативных возобновляемых источников энергии. Одним из таких источников является биогаз — смесь газов: метана и углекислого газа. Его получают путём анаэробного сбраживания органического сырья в установке, называемой биореактором. В процессе получения биогаза выделяют четыре стадии: первая стадия — гидролиз высокомолекулярных органических соединений (углеводов, белков и жиров) — их разложение до составляющих их полимеров (соответственно сахаров, аминокислот и жирных кислот); вторая стадия — ацитолиз, в процессе которой под действием анаэробных бактерий происходит образование сложных спиртов и карбоновых кислот; на третьей стадии ацитолиза сложные спирты и карбоновые кислоты разлагаются до уксусной и муравьиной кислот, а также метанола с выделением водорода; в ходе четвертой стадии метанолиза происходит образование биогаза.

В статье рассматривается модель, которая описывает процесс получения биогаза в проточном биореакторе и представляет собой систему дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dW}{dt} = -k \cdot W \cdot f_H(S) + K_{flow} \cdot (W_0 - W); \quad (1)$$

$$\frac{dS}{dt} = \gamma \cdot k \cdot W \cdot f_H(S) - \rho_M \cdot f_M(S) \cdot \frac{S \cdot B}{K_S + S} - K_{flow} \cdot S; \quad (2)$$

$$\frac{dB}{dt} = \theta \cdot \rho_M \cdot f_M(S) \cdot \frac{S \cdot B}{K_S + S} - K_D \cdot B - K_{flow} \cdot B; \quad (3)$$

$$\frac{dP}{dt} = Y \cdot (1 - \theta) \cdot \rho_M \cdot f_M(S) \cdot \frac{S \cdot B}{K_S + S}; \quad (4)$$

где  $W$  — составляющие вектора концентраций исходного сырья различных типов;  $S$  — концентрация продуктов гидролиза;  $k$  — характерные для типов исходного сырья константы скорости гидролиза;  $f_H(S)$  и  $f_M(S)$  — ингибирование реакций гидролиза и микробной ферментации жирными кислотами;  $M$  — число рассматриваемых типов сырья;  $K_{flow}$  — интенсивность притока свежего субстрата неизменного структурного состава, равная интенсивности оттока общего интермедиата из рабочей области реактора;  $W_0$ ,  $B_0$  — исходные концентрации сырья и биомассы соответственно;  $\gamma$  — коэффициент конверсии субстрата в жирные кислоты;  $\rho_M$  — максимальная удельная скорость метанолиза в терминах утилизации биомассы летучих жирных кислот;  $K_S$  — константа полунасыщения в уравнении Моно для интенсивности метанолиза;  $P$  — суммарный выход биогаза;  $B$  — концентрация биомассы метанолизирующих микроорганизмов;  $Y$  — переводной коэффициент потока утилизации жирных кислот в еди-

нице выхода конечного продукта (биогаза);  $(1 - \theta)$  — доля субстрата, идущая на образование биогаза. Вид функций ингибирования  $f_H(S)$  и  $f_M(S)$ :

$$f_*(S) = \left( 1 + \left( \frac{S}{A_*} \right)^{N_*} \right)^{-1} \tag{5}$$

Искомые функции системы (1) — (4) удовлетворяют следующим начальным условиям:  $W(0) = W_0$ ;  $S(0) = S_0$ ;  $B(0) = B_0$ ;  $P(0) = P_0$ . Поскольку  $P$  представляет собой конечный продукт и не входит в первые три уравнения, то исследуется на стационарность и устойчивость по первому приближению решение системы (1) — (3).

Оптимизационная задача — максимизация скорости выхода биогаза, имеет вид:

$$(1 - Y)f(S^*) \frac{S^* B^*}{K_s + S^*} \rightarrow \max \quad \text{или} \quad \left( \gamma k \frac{K_{flow} W_0}{K_{flow} + kf(S^*)} f(S^*) - K_{flow} S^* \right) (1 - Y) \frac{K_D + K_{flow}}{Y} \rightarrow \max.$$

В качестве управляющих параметров выступают начальные значения  $W_0$  и  $K_{flow}$ . Данная задача решается в среде имитационного моделирования Anylogic.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССИОНАРНОСТИ И СОЦИАЛЬНОГО СТАТУСА

*М. С. Букаев, К. Г. Неупокоева*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Л. А. Хворова, к.т.н., доцент*

**В**опросы эволюции популяций на протяжении последних столетий являются предметом исследования многих ученых. Эволюция — это длительный процесс, поэтому проверка существующих гипотез об эволюции в реальных условиях невозможна. Важным инструментом исследования являются имитационные модели эволюционных процессов.

Цель работы — построить имитационные модели эволюционных процессов для прогнозирования пассионарности и социального статуса в популяции при смене поколений. В работе представлены результаты «Реалистичной» модели (подход Оскорбина Н. М., д. т. н., профессора АлтГУ). Основная идея реализации модели — рассмотреть жизненный успех не в относительном количестве потомков, а в некоем уровне пассионарности и социального статуса.

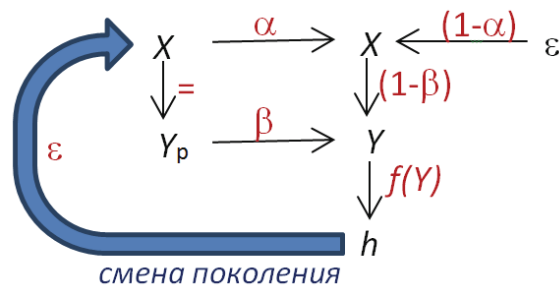


Рисунок 1 — Схема реализации подхода Оскорбина Н. М.

Сценарий эволюции задается схемой модели, приведенной на рисунке 1:  $X$  — показатель жизненной силы потомка,  $X \in [0, 100]$ ;  $Y$  — уровень социального статуса потомка,  $Y \in [0, 100]$ ;  $X_p$  — уровень жизненной силы родителя,  $X_p \in [0, 100]$ ;  $\epsilon$  — неудача, удача в формировании уровня жизненной силы

(социальная среда) случайная величина;  $\alpha$  — коэффициент «соединения» генетики и социального статуса в формировании личности потомка,  $\alpha \in [0, 1]$ ;  $\beta$  — коэффициент «соединения» власти родителя и пассионарности потомка при формировании социального статуса,  $\beta \in [0, 1]$ ;  $Y_p$  — социальный статус родителя, который зависит от  $Y_p$  и от случайных факторов,  $[0, 100]$ ;  $h$  — относительное количество потомков.

На рисунках 2 и 3 приведены результаты моделирования, согласно гипотезе Оскорбина Н. М.

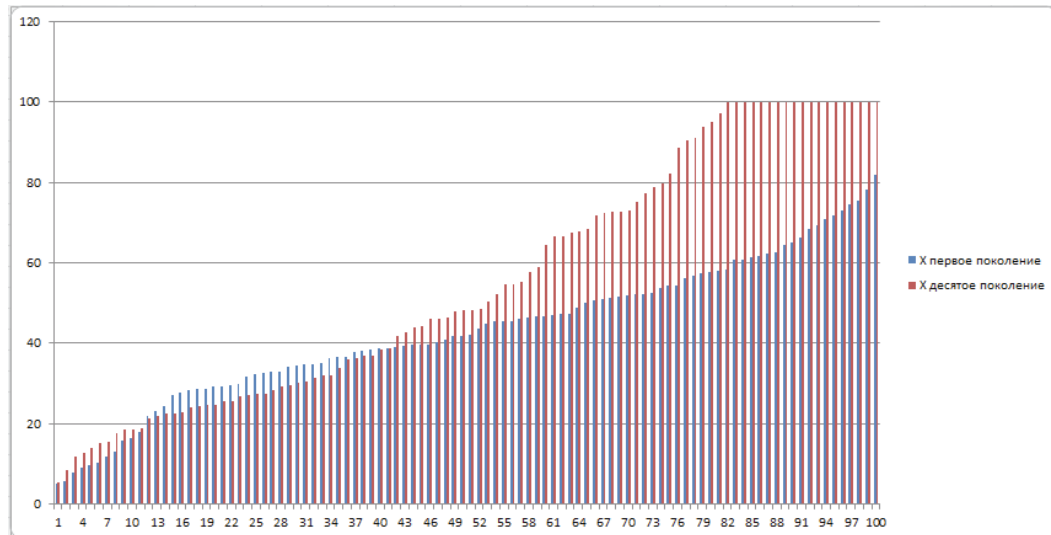


Рисунок 2 — Показатели пассионарности потомков первого и десятого поколений

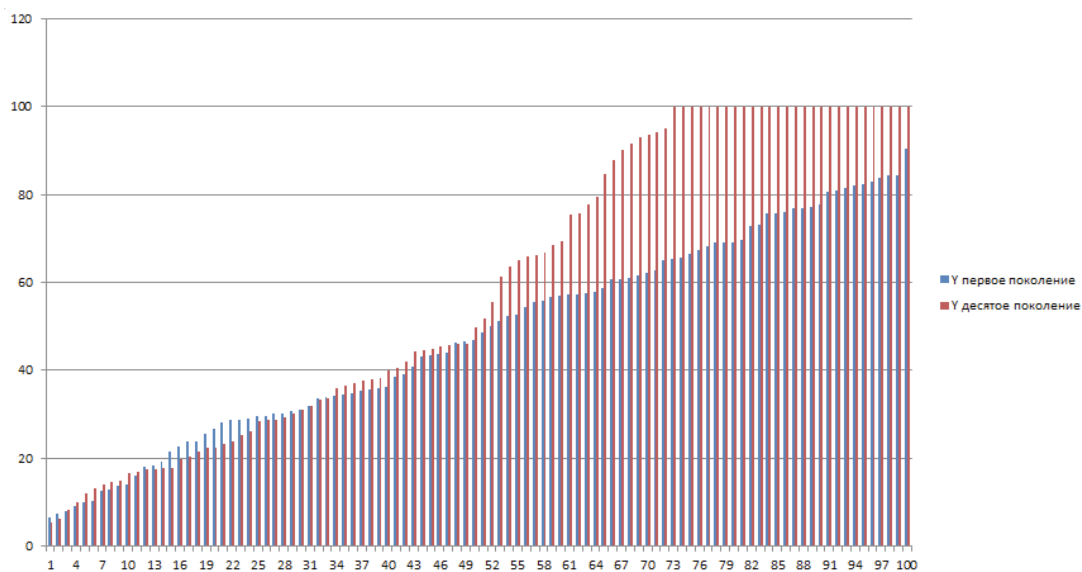


Рисунок 3 — Показатели социального статуса потомков первого и десятого поколений

Как следует из рисунков, показатели пассионарности и социального статуса потомков, примерно для 30% особей, могут уменьшаться, для остальных — наблюдается рост по двум показателям.

## РАЗРАБОТКА БАЗЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ «МОРФОЛОГИИ СПОР ПАПОРОТНИКОВ СЕМЕЙСТВА PTERIDACEAE»

*В. В. Голубь*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Л. А. Хворова, к.т.н., доцент*

**И**сследование биосистематики ключевых таксонов семейства Pteridaceae, осуществляется междисциплинарным подходом, объединяющим передовые наработки современных информационных технологий и методы сканирующей электронной микроскопии биологических объектов. В основу базы данных положены биометрические сведения по морфологии спор папоротников, полученные в виде замеров систематически важных признаков спор, а также данные о форме и поверхности исследуемых объектов.

Современные методы молекулярно-генетической систематики растений позволяют объективно оценить традиционные системы классификации растительного царства. Актуальные сведения, получаемые ведущими научными коллективами сегодня, являются хорошим подспорьем в решении вопросов систематики папоротников путем формирования ряда предложений, способствующих существенной корректировке таксономических групп, в том числе достаточно крупных (подсемейства и семейства). Однако, для решения фундаментальной задачи построения естественной системы семейства, в нашем случае папоротников, нужно учитывать результаты всех исследований комплексно, дополняя современными данными по микроморфологии спор, несущими, в отличие от признаков фенотипа, более стабильные видоспецифичные признаки, схожие по эволюционной консервативности с данными по анализу ДНК.

Код написан на языке sql. Запросы созданы при помощи мастера создания запросов OpenOffice Base. По информации из БД возможно определить максимальные и минимальные значения замеров. При помощи запросов возможно отсортировать любые данные по возрастанию и убыванию.

## ОДНОРОДНЫЕ ИНВАРИАНТНЫЕ СОЛИТОНЫ РИЧЧИ НА ГРУППАХ ЛИ С ЛЕВОИНВАРИАНТНОЙ РИМАНОВОЙ МЕТРИКОЙ

*Ю. В. Егорова*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Д. Н. Оскорбин к.ф.-м.н.*

**Д**анная работа направлена на исследование однородных солитонов Риччи на пятимерных группах Ли с левоинвариантной римановой метрикой. В дифференциальной геометрии, они представляют собой особый тип римановой метрики. Такие метрики можно рассматривать как обобщения метрик Эйнштейна, они развиваются при потоке Риччи только по симметриям потока [3]. Такие метрики исследовались в работах многих математиков. Классификация однородных солитонов Риччи известна лишь в малых размерностях и не является исчерпывающей.

Известно, что на трехмерных группах Ли уравнения солитона Риччи не имеет решений в классе левоинвариантных векторных полей, аналогично и для унимодулярных групп Ли с левоинвариантной римановой метрикой любых конечных размерностей [1]. В работе Д. Н. Оскорбина и П. Н. Клепикова было выявлено, что не существует нетривиальных солитонов Риччи на неунимодулярных метрических группах Ли в размерности четыре [4].

Цель работы исследовать однородные инвариантные солитоны Риччи на пятимерной группе Ли с левоинвариантной римановой метрикой [2].



В результате проведенного исследования получены следующие результаты:

В ряде пятимерных метрических группы Ли дан отрицательный ответ на вопрос о существовании нетривиальных солитонов Риччи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cerbo, L. D. Generic properties of homogeneous ricci solitons [Text] / Luca Di Cerbo // Adv. Geom. — 2014. — Vol. 14–2. — P. 225–237.
2. Г. М. Мубаракзянов, Классификация вещественных структур алгебр Ли пятого порядка, Изв. вузов. Матем., 1963, номер 3, 99–106
3. Hamilton R. S. The Ricci flow on surfaces // Contemporary Mathematics. — 1988. — V. 71.
4. Клепиков, П. Н. Однородные инвариантные солитоны Риччи на четырехмерных группах Ли [Текст] / П. Н. Клепиков, Д. Н. Оскорбин // Известия Алтайского государственного университета. — 2015. — № 1/2 (85). — С. 122–129.

## ОБРАБОТКА ПРОПУЩЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ В МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ, СТРАДАЮЩИХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

*А. Е. Жаксылыкова*

*Алтайский государственный университет, Восточно-Казахстанский государственный университет имени С. Аманжолова*

*Научные руководители — М. Н. Мадияров — к.т.н., доцент, Л. А. Хворова — к.т.н., доцент*

**В** настоящее время сахарный диабет является одним из самых распространенных хронических заболеваний. Результаты исследований показывают, что с каждым годом фиксируется все больше случаев заболевания сахарным диабетом среди детей и подростков. По мере развития сахарный диабет может повреждать сердце, кровеносные сосуды, глаза, почки и нервы, приводя к хроническим проблемам и преждевременной смерти. Ранняя диагностика и своевременное лечение сахарного диабета позволят сохранить здоровье ребенка и отсрочить инвалидизацию.

В задаче прогнозирования сахарного диабета у детей и подростков Алтайского края [1–2] используются различные методы и подходы машинного обучения. Методы машинного обучения чувствительны к данным: наличие пропусков в данных может привести к искажению результата прогнозирования. Поэтому, целью исследования является восстановление пропущенных значений в медицинских данных детей и подростков Алтайского края, страдающих сахарным диабетом.

Информационная база исследования представлена «обезличенными» медицинскими данными детей и подростков Алтайского края, проходивших стационарное лечение в Алтайской краевой клинической детской больнице. В моделях прогнозирования стадий компенсации и декомпенсации сахарного диабета используются следующие признаки: рост, вес, температура, частота дыхания, частота сердечных сокращений, артериальное давление, стаж заболевания, результаты общего и биохимического анализа крови.

Для решения поставленной задачи мы используем мощный язык статистических вычислений и графики — R, в котором реализованы все необходимые функции для работы с пропущенными данными.

В процессе проведения исследования изучены самые распространенные методы обработки пропущенных данных: анализ полных строк, удаление переменной, прогнозирование пропущенных значений. Применение этих методов к медицинским данным детей и подростков показало, что наиболее подходящим методом восстановления пропущенных значений для рассматриваемой задачи является метод множественного восстановления пропущенных данных. Применение данного метода позволит минимизировать потерю информации и повысить качество обучения моделей прогнозирования стадий компенсации и декомпенсации сахарного диабета у детей и подростков Алтайского края.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кротова О. С., Пиянзин А. И., Хворова Л. А. Искусственные нейронные сети в изучении сахарного диабета у детей и подростков // Математики — Алтайскому краю: сборник трудов всероссийской конференции по математике. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. — С. 313–317.
2. Кротова О. С., Пиянзин А. И., Хворова Л. А. Некоторые математические подходы в построении моделей прогнозирования стадий компенсации и декомпенсации сахарного диабета у детей и подростков // Известия АлтГУ, 2018. № 4. — С. 83–87.
3. Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R. — М.: ДМК Пресс, 2014. — 588 с.

## АЛГОРИТМ ОТДЕЛЕНИЯ ВЫПУКЛЫХ МНОЖЕСТВ

*А. А. Звонцова*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — А. Н. Саженов, к. ф. - м. н., доцент*

**А**лгоритм отделения выпуклых множеств позволяет найти пересечение выпуклых множеств или если пересечения нет, то построить прямую разделяющую эти множества. Представленный алгоритм является одним из алгоритмов вычислительной геометрии.

При составлении алгоритма были изучены вспомогательные алгоритмы, такие как нахождение выпуклой оболочки множеств и другие. В последствии было сформулировано геометрическое описание хода алгоритма, а также составлен сам алгоритм отделения выпуклых множеств.

В работе представлены  $n$  — угольники максимальной площади с единичным диаметром для  $n = 3, 4, 5, 6$ , а также для нечетных  $n$ . Все эти факты приведены с подробными доказательствами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение. — М.: Издательство Мир, 1989. — 478 с.
2. Берг М., Чеонг О., Кревельд М., Овермарс М. Вычислительная геометрия: Алгоритмы и приложения. — Издательство ДМК Пресс, 2017. — 438 с.
3. Dobkin D. P., Kirkpatrick D. G. Fast Detection of Polyhedral Intersection. — North-Holland, 1983. — 13 с.
4. Sergio Cabello XVII Spanish Meeting on Computational Geometry: Book of Abstracts, Alicante, June 2017. — 98 с.
5. Вяткина К. В. Вычислительная геометрия [Электронный ресурс]: 2014. URL: <https://www.lektorium.tv/course/23049>
7. Залгаллер В. А. Одна гипотеза о выпуклых многогранниках. — Сибирский математический журнал, 2009. — 13 с.
8. Foster J., Szabo T. Diameter graphs of polygons and the proof of a conjecture of Graham — Ogden: Series A 114, 2007. — 11 с.
9. Александров А. Д. Геометрия и приложения — Новосибирск: Наука, 2006. — 747 с.
10. Александров А. Д. Выпуклые многогранники — М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1950. — 428 с.
11. Александров А. Д. Внутренняя геометрия выпуклых поверхностей — М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948. — 388 с.

## ЛОКАЛЬНО ОДНОРОДНЫЕ ПРОСТРАНСТВА С ИЗОТРОПНЫМ ТЕНЗОРОМ СХОУТЕНА — ВЕЙЛЯ

*П. Н. Клепиков*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Е. Д. Родионов, д. ф.-м. н., профессор*

**Л**окально однородные (псевдо) римановы многообразия (т. е. с транзитивно действующей псевдо группой изометрий) достаточно известны среди математиков, и они изучались в многих работах. Одним из их обобщений являются локально конформно однородные (псевдо) римановы пространства, на которых транзитивно действуют конформные преобразования [1]. Такие многообразия также ранее исследовались как в римановом случае, так и в псевдоримановом.

В работе [2] было доказано, что для локально конформно однородного (псевдо) риманова многообразия существует конформная деформация, переводящее данное многообразие в локально однородное, если тензор Вейля (или тензор Схоутена — Вейля в трехмерном случае) имеет ненулевой квадрат длины. Таким образом, возникает задача об изучении локально однородных и локально конформно однородных (псевдо) римановых многообразий, тензор Схоутена — Вейля которых является изотропным, т. е. имеет нулевой квадрат длины, а сам не равен нулю.

В данной работе с помощью систем компьютерной математики решена задача о классификации четырехмерных локально однородных псевдоримановых многообразий с нетривиальной подгруппой изотропии и изотропным тензором Схоутена — Вейля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rodionov, E. D. Conformal deformations of the Riemannian metrics and homogeneous Riemannian spaces [Текст] / E. D. Rodionov, V. V. Slavskii // Comment. Math. Univ. Carolin. — 2002. — Vol. 43, № 2. — P. 271–282.
2. Rodionov, E. D. Locally conformally homogeneous pseudo-Riemannian spaces [Текст] / E. D. Rodionov, V. V. Slavskii, L. N. Chibrikova // Siberian Advances in Mathematics. — 2007. — Vol. 17, № 3. — P. 286–212.

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ САХАРНОГО ДИАБЕТА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

*О. С. Кротова*

*Алтайский государственный университет*

*Научные руководители — Л. А. Хворова, к. т. н., доцент, А. И. Пиянзин, к. м. н., доцент*

**С**ахарный диабет — заболевание эндокринной системы, характеризующееся хронической гипергликемией (высоким уровнем содержания глюкозы в крови), которая возникает вследствие нарушения секреции гормона поджелудочной железы — инсулина.

На сегодняшний день сахарный диабет является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний. По данным Министерства здравоохранения Российской Федерации в Алтайском крае с 2015 по 2017 гг. было зафиксировано 255 новых случаев заболевания сахарным диабетом детей и подростков от 0 до 17 лет. В 2015 году сахарный диабет имели приблизительно 580 детей и подростков от 0 до 17 лет, в 2017 году их количество увеличилось до 836.

В работе рассматриваются вопросы диагностики и прогнозирования сахарного диабета на основе интеллектуального анализа данных. Интеллектуальный анализ данных является одной из наиболее активно развивающихся сфер междисциплинарных исследований. Технологии интеллектуального анализа данных позволяют обрабатывать большие объемы данных, извлекать из них знания, которые могут быть полезны на практике.

Целью исследования является разработка программного комплекса для диагностики сахарного диабета у детей и подростков Алтайского края.

Актуальность и практическая значимость исследования базируются на актуальности применения математических методов и технологий искусственного интеллекта в медицине, необходимости осуществления качественного и количественного мониторинга динамики заболеваемости сахарным диабетом детей и подростков Алтайского края.

Программный комплекс позволит применять технологии интеллектуального анализа данных для диагностики и лечения сахарного диабета у детей и подростков Алтайского края, осуществлять качественный и количественный мониторинг динамики заболеваемости, контролировать течение заболевания, своевременно диагностировать стадию компенсации и декомпенсации сахарного диабета и корректировать лечение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кротова О. С., Пиянзин А. И., Хворова Л. А. Искусственные нейронные сети в изучении сахарного диабета у детей и подростков // Математики — Алтайскому краю: сборник трудов всероссийской конференции по математике. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. — С. 313–317.

2. Кротова О. С., Пиянзин А. И., Хворова Л. А. Некоторые математические подходы в построении моделей прогнозирования стадий компенсации и декомпенсации сахарного диабета у детей и подростков // Известия АлтГУ, — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. №4. — С. 83–87.

4. Кротова О. С., Сидун Д. Ю. Современные компьютерные технологии в изучении сахарного диабета у детей и подростков // Молодежь — Барнаулу: материалы XVIII–XIX городской научно-практической конференции молодых ученых. — Часть XIX. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. — С. 385–387.

## МЕТОДЫ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

*Д. И. Оглезнев*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — И. В. Пономарев, к.ф.-м.н., доцент*

**В** процессе визуализации результатов решения различных задач, часто требуются изображения различных трехмерных геометрических тел. При этом исследователь сталкивается с проблемой наиболее наглядного представления получаемых тел на плоскости. Эта задача осложняется тем, что не все графические компьютерные программы обладают возможностью представления трехмерных тел.

Для изображения трехмерных геометрических объектов на плоскости обычно используют параллельное или центральное проектирование.

Задача в том, чтобы по координатам точек оригинала  $(X, Y, Z)$  получить координаты точек изображения  $(x, y)$  и с помощью основных элементов изображения построить наглядную модель объекта на плоскости.

Цель работы заключается в изучении основных методов изображения трехмерных объектов.

Для решения поставленных задач применяется вычислительный метод и алгоритмы, позволяющие построить наглядное изображение объекта: линии очерка, полигональные сетки и триангуляция Делоне.

В пространстве вводим прямоугольную декартову систему координат  $(X', Y', Z')$ , а на плоскости изображений — систему координат  $(\xi, \eta)$ . Каждой точке  $M'(x', y', z')$  пространства соответствует ее изображение — точка  $M(\xi, \eta)$  на плоскости. Это значит, что координаты точки  $M$  суть функции координат точки  $M'$ :

$$\xi = F(x', y', z'), \quad \eta = G(x', y', z').$$

**Теорема.** В методе параллельных проекций координаты точки-изображения суть линейные функции координат точки-оригинала, т. е.

$$\xi = a_1x' + b_1y' + c_1z' + d_1, \quad \eta = a_2x' + b_2y' + c_2z' + d_2. \quad (1)$$

Система координат  $(\xi, \eta)$  служит для отсчета координат в плоскости изображений. Так как положение начала безразлично, будем для упрощения всегда считать, что изображение начала  $O'$  находится в точке  $\xi = 0, \eta = 0$ .

Следовательно формула (1) примет вид:

$$\xi = a_1x' + b_1y' + c_1z', \quad \eta = a_2x' + b_2y' + c_2z'.$$

Выбираем направление проектирования, образующее одинаковые углы со всеми осями координат.

$$\xi = \frac{a\sqrt{3}}{2}(y' - x'), \quad \eta = \frac{a}{2}[2z' - (x' + y')] \quad (2)$$

Изображение, которое определяется формулами (2), получено ортогональным проектированием.

Каждая поверхность может быть направлена к наблюдателю одной из своих сторон и тогда эта сторона будет видимой.

При переходе через линию очерка нормаль поверхности меняет направление по отношению к линии взгляда. В точках линии очерка нормаль поверхности ортогональна линии взгляда.

С помощью полигонов можно отобразить кривые линии, поверхности или тела. Сетка поверхности состоит из полигонов. Сетка тела состоит из полигонов поверхностей ее граней.

Пусть даны некоторая двумерная выпуклая область, которая ограничена замкнутой ломаной линией, и набор точек внутри этой области. Требуется разбить указанную область на треугольники, вершинами которых являются заданные точки внутри области и вершины ограничивающей ее ломаной линии. Треугольники не должны накрывать друг друга, а их стороны могут пересекаться только в вершинах. Во всех случаях число треугольников равно  $K + I - 2$ , где  $K$  — число вершин ограничивающей ломаной,  $I$  — число заданных точек внутри области. Триангуляция области будет триангуляцией Делоне, если внутри описанной вокруг каждого треугольника окружности отсутствуют вершины других треугольников. Триангуляция Делоне будет уникальной, если никакие четыре вершины не лежат на одной окружности.

Изучение основных методов изображения трехмерных объектов позволяет проанализировать и выбрать метод, который обеспечивает наиболее точное построение модели трехмерного объекта. Данные методы можно рассматривать как очень важный фактор изображения объектов, на котором фактически основано большинство математических пакетов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бескин, Н. М. Изображение пространственных фигур — М.: Наука, 1971. — 80 с.
2. Казанцев А. В. Основы компьютерной графики. — Казань, 2001. — 62 с.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СНИМКОВ SENTINEL-2 С ОБУЧЕНИЕМ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЁР ЯМАЛА)

*А. А. Перевозчикова*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Л. А. Хворова, к.т.н., доцент*

**Ц**ель исследования — анализ возможностей данных различного спектрального и пространственного разрешения, получаемых со спутника миссии Sentinel-2, для лимнологических оценок качества воды.

Объект исследования — сезонные многоспектральные снимки озёрной системы полуострова Ямал (Ямало-ненецкий национальный округ) в районе газоконденсатного месторождения Бованенково. Предмет исследования — спектральные и пространственные характеристики данных спутника Sentinel-2, используемые в параметрической классификации.

Основной метод, а также главный, который используется в работе — «Классификация изображений с обучением» или «Параметрическая Классификация». Модель строится автоматически по заранее собранному набору прецедентов — изображений, для которых известно, являются ли они изображениями объекта или нет. Наблюдением, в данном случае, является некоторый «вектор признаков», полученный из исходного изображения некоторым преобразованием, отображающим изображения в пространство действительных векторов. Гипотеза, подлежащая проверке — принадлежность изображения к классу изображений искомого объекта.

Главный этап работы — классификация озёр можно разбить на два подэтапа. Первым, из которых является обучение программы. Используем функция «SignatureEditor» из вкладки «Raster» — «Supervised». Выделяем файлы формата \*.aoi и вносим их в «SignatureEditor». Озёра, относящиеся к одной классификации, записываем в один класс, лишь чередуем номер объекта.

Второй подэтап работы заключается в самой классификации. Чтобы ее провести необходимо, воспользоваться функцией «SupervisedClassification», она располагается в той же вкладки, где функция «SignatureEditor».

Таким образом, с помощью данных спутника Sintinel-2 можно проводить классификации объектов, осуществлять комплексный мониторинг современных климатических и эко-системных изменений территорий.

Экологи института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН дали положительный комментарий о проделанной работе. Данное исследование помогло специалистам выделить участки, которые требуют внимания и изучения.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКИХ СЕТЕЙ ДОВЕРИЯ

*А. С. Россова*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Е. В. Понькина, к.т.н., доцент*

**В**ода занимает одну из главенствующих ролей в природе, ее состояния в почве, процессы поступления, передвижения и расхода образуют водный режим, от которого зависят степень и характер потребления воды растениями, развитие процессов почвообразования [1]. Величина влаги, поступившей на поверхность почвы, зависит от количества осадков и водно-физических свойств почвы [2]. Главная характеристика водного режима почвы — это доступность почвенной влаги.

На основе данных почвенно-гидрологического и климатического мониторинга выполнена разработка байесовской сети доверия, использование которой позволило оценить чувствительность параметров влагообеспеченности растений под различными технологиями обработки почвы (No-Till и Deep Tillage). Анализ водного режима почв фокусирован на территории сухой степи Алтайского края (Кулундинская степь) в рамках проекта «Кулунда» на базе тестового хозяйства ООО КХ Партнер (Михайловский район, Алтайский край), где основным лимитирующим фактором урожайности культур является почвенная влага.

Для анализа водного режима почв при использовании двух систем обработки пашни использованы методы анализа причинности (Causal Analysis) и численное моделирование системы причинных связей, описывающих связи между климатическими и почвенными параметрами в системе («Климат-Почва») в виде байесовские сети доверия (БСД).

По имеющемуся набору данных за 2013–2016 гг. (май–сентябрь), используя сглаженные часовые наблюдения, было выполнено обучение типичной БСД, описывающей ориентированный граф с двумя типами целевых узлов: показатели влажности почвы на глубинах (30, 60 и 120 см) и индикатор доступности почвенной влаги (pF) по тем же глубинам. В качестве факторных узлов выступили узлы, характеризующие изменение климатических условий местности, сезонность (месяц вегетации) и особенности годового периода эксперимента (год, характеризующий как начальный запас влаги в почве, так и возделываемую культуру на экспериментальном участке). Наиболее устойчивыми и статистически значимыми связями между узлами сети стали связи всасывающего давления на глубине 30 см с влажностью почвы на глубине 30 см, температурой воздуха, давлением, влажностью воздуха и периодом вегетации.

Обучение таблицы условных вероятностей сети выполнено в среде Netica на основе EM-алгоритма и демонстрируют высокую точность. Так, ошибка обучения сети, моделирующей водный режим почв под технологией No-Till составляет по узлам первой целевой группы 5%, по узлам pF — 7%; для сети, моделирующей водный режим почв под Deep Tillage — 3% и 5%, соответственно.

Анализ чувствительности целевых узлов под различными технологиями обработки почвы к изменению климатических условий показал, что технология Deep Tillage более чувствительна к вариации осадков и температуре воздуха. Почвы, обработка которых осуществляется по технологии No-Till имеют более высокую влажность на всех глубинах, что характеризуется как некоторое преимущество данной технологии, выраженное в повышении способности сохранения почвенной влаги. Однако, доступность почвенной влаги под No-Till ниже, чем при технологии глубокого рыхления Deep Tillage в периоды конец июля и август.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терехов С. А., Лекции по нейроинформатике. — М.: МИФИ, 2003. — С. 149–184.
2. Ганжара Н. Ф. Почвоведение — М.: Изд-во Агроконсалт, 2001. — С. 392.

## ФРАКТАЛЬНОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

*И. Ю. Рябов*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — И. В. Пономарев, к.ф.-м.н., доцент*

**Ф**рактальная геометрия — это сравнительно молодое направление в математике, однако многие отечественные и зарубежные ученые признают очень важную её роль в науке. Одним из направлений фрактальной геометрии является ее использование в машинной графике. В нашей работе мы рассматриваем различные методы и подходы применения фракталов для построения линий и поверхностей сложной формы. Целью работы является применение и изменение ранее разработанного нами алгоритма, позволяющего строить фрактальные изображения природных объектов с помощью математического пакета MATLAB, для построения более сложных фрактальных изображений. Полученные изображения так же должны удовлетворять заранее заданным параметрам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. — М., 2000. — 352 с.
2. Кирилов А. А. Повесть о двух фракталах. — М.: МЦНМО, 2009. — 180 с.
3. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
4. Морозов А. Д. Введение в теорию фракталов. — М.: Москва-Ижевск, 2002. — 162 с.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА DEA (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS)

Е. А. Торопова

Алтайский государственный университет

Научный руководитель — Е. В. Понькина, к.т.н., доцент

Оценка эффективности часто используется в различных сферах деятельности. Интерпретация понятия «эффективность» зависит от рода деятельности, фундаментальный принцип эффективности деятельности — использование как можно меньшего количества ресурсов для достижения наибольшего результата / прибыли [1, 3]. Метод DEA позволяет оценить технологическую эффективность предприятия. Для расчета оценки эффективности используется соответствующая теоретическая и методологическая база. Традиционно оценка эффективности выполняется на основе показателей, характеризующих отношение затрат и получаемого эффекта (например, прибыль, фондоотдача, рентабельность). Однако, данный подход не учитывает достаточно многообразие факторов ведения хозяйственной деятельности (входов), многообразия результатов (выходов), влияние масштабов деятельности, что приводит к противоречивости полученных оценок эффективности. Граничные методы оценки эффективности ориентированы на решение данных методологических проблем. Метод DEA является непараметрическим методом, позволяющим количественно оценить эффективность деятельности хозяйствующего субъекта при множестве входов и выходах. DEA имеет определенные достоинства и недостатки. Главным преимуществом данного метода является то, что он позволяет оценить степень неэффективности объекта, возможные резервы и пути повышения эффективности посредством экономии ресурсов или их перераспределения [2].

*Модель CCR-input.* Прямая задача: сумма  $\sum_{r=1}^R u_r y_{or}$  стремится к максимуму, при ограничениях:

$\sum_{r=1}^R u_r y_{jr} \leq \sum_{s=1}^S v_s x_{js}$ , для всех  $v_s, u_r$  больших либо равных 0. Линейная эквивалентная ей модель в DEA

стремится к минимуму при следующих ограничениях:  $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{js} \leq ex_{os}$  и  $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{jr} \geq y_{ro}$ ,  $\lambda_j \geq 0 \geq 0$ . Чаше

для решения используют не прямую, а двойственную задачу, т. к. ее решение менее трудоемко и имеет меньше ограничений.

Для модели CCR-Input были использованы тестовые данные для 10 предприятий. С помощью надстройки Solver были получены оценки технологической эффективности для каждого из них.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лобова С. В., Понькина Е. В., Курочкин Д. В. Количественная оценка влияния технологических и социо-экономических факторов на эффективность деятельности сельскохозяйственных предприятий Алтайского края на основе методов Data Envelopment Analysis (DEA) и Stochastic Frontier Analysis (SFA). Часть 1 / Препринт 7/13. — Барнаул: Изд-во Алт. унт-та, 2013. — 47 с.

2. Лобова С. В., Понькина Е. В., Курочкин Д. В. Количественная оценка влияния технологических и социо-экономических факторов на эффективность деятельности сельскохозяйственных предприятий Алтайского края на основе методов Data Envelopment Analysis (DEA) и Stochastic Frontier Analysis (SFA). Часть 2 / Препринт 7/13. — Барнаул: Изд-во Алт. унт-та, 2013. — С. 15–22.

3. Любушин Н. П., Лещева В. В., Дьякова В. Г. Анализ финансово-экономической деятельности предприятия. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 471 с.



## НЕЙТРОСОФСКИЕ МЕТОДЫ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ВЗАИМНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

*Е. В. Токарева*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — С. П. Пронь, к.т.н., доцент*

Цель созданной системы взаимного финансирования капитального ремонта (КР) — своевременное проведение капитального ремонта в многоквартирных домах. Долгосрочный (и даже «бесконечный») период проведения региональной программы, а также множество неоднозначно определённых факторов, приводят к задаче проведения имитационного эксперимента в моделируемой системе. Проблему информационного обеспечения моделирования решает банк данных имитационной системы, состоящий из базы данных [1] (открытые источники и информация к получению по запросу к региональному оператору) и системы управления ею.

Объединяя современные подходы к имитационному моделированию, а именно системно-динамическую парадигму с агентным моделированием, можно «проследить» ситуацию как на глобальном уровне регионального оператора, так и на локальных уровнях по каждому МКД с выборочным КР, включённым в систему [2].

При решении задачи ежегодной актуализации программы КР предлагается ранжирование пар значений  $(V_m, v_r)$ , где  $V_m$  — МКД с видом запланированного выборочного ремонта  $v_r$  [3]. Рассматривается влияние двух групп показателей, показатели повышения и показатели понижения  $(P_{s_1}, P_{s_2})$ , которые представляют собой нейтрософские тройки  $n_j = \langle t_j, i_j, f_j \rangle$ , где  $t_j$  — степень принадлежности,  $i_j$  — степень неопределённости,  $f_j$  — степень непринадлежности элемента  $x_j \in X$  множеству  $A$ . В итоге по каждому показателю экспертами выставляются три оценки, что увеличивает сложность и время работы. Для объединения нейтрософской неопределённости и сокращения оценок предлагается эксперту по каждому показателю для каждой пары  $(V_m, v_r)$  выставлять одну оценку  $C_{ij}$ , далее все оценки норми-

руются: показатели повышения по формуле  $R_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{iMax}}$ , показатели понижения по формуле  $R_{ij} = \frac{C_{iMin}}{C_{ij}}$ .

Затем нормализованные критерии преобразовываются в нейтрософские тройки: показатели повышения по формуле  $\langle R_{ij}, 1 - R_{ij}, 1 - R_{ij} \rangle$ , показатели понижения по формуле  $\langle 1 - R_{ij}, R_{ij}, R_{ij} \rangle$ . Актуализация пар  $(V_m, v_r)$  проводится по методу ранжирования, предложенному в работе [3].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богарова Е. В., Оскорбин Н. М., Пронь С. П. Математическая и имитационная модели системы взаимного финансирования КР МКД // Труды семинара по геометрии и математическому моделированию: сб. ст. — Вып. 2. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2016. — С. 4–7.

Богарова Е. В., Пронь С. П. Математическая модель платежей в фонд капитального ремонта многоквартирных домов // Сборник трудов Всероссийской конференции по математике «МАК-2017». — Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2017. — С. 156–158.

1. Богарова Е. В., Пронь С. П. Актуализация программы капитального ремонта многоквартирных домов с использованием нейтрософских компонентов // МАК-2018: «Математики — Алтайскому краю»: сборник трудов всероссийской конференции по математике с международным участием. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. — С. 205–209.

# НОВЫЙ СПОСОБ ОЦЕНИВАНИЯ СИЛЫ СВЯЗИ ЭКСТРЕМАЛЬНО УДАЛЕННЫХ РАЗБИЕНИЙ КОНЕЧНОГО МНОЖЕСТВА

А. П. Фоменко

Алтайский государственный университет

Научный руководитель – С. В. Дронов, к.ф.-м.н., доцент

Заданым некоторым натуральным числом  $k$ . Набор дизъюнктивных непустых подмножеств  $A_1, \dots, A_k$  назовем  $k$ -разбиением множества  $U$ , если  $A_1 \cup \dots \cup A_k = U$ .

На семействе разбиений множества  $U$ , следуя [1], введем расстояние (метрику). Пусть изучаемые разбиения  $A$  и  $B$  состоят из множеств  $A_1, \dots, A_k$  и  $B_1, \dots, B_m$  соответственно. Обозначим количества элементов в их попарных пересечениях  $a_{i,j} = |A_i \cap B_j|$ ,  $i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, m$ . Поместим все числа  $a_{i,j}$  в матрицу размерности  $k \times m$ , которую назовем матрицей пересечений. Нам потребуется также число

$$T_{i,j} = \sum_{t \neq j} a_{i,t} + \sum_{s \neq i} a_{s,j}, \quad i = 1, \dots, k; j = 1, \dots, m,$$

которое равно числу элементов соответственной симметрической разности кластеров. Тогда вводимое в [1] расстояние вычисляется по формуле

$$d(A, B) = \sum_{i,j} a_{i,j} T_{i,j}. \quad (1)$$

Задавшись натуральными числами  $k$  и  $m$ , поставим задачу поиска  $k$ -разбиения  $U$ , наиболее удаленного от некоторого фиксированного его  $m$ -разбиения. Для удобства будем называть это  $m$ -разбиение базовым. Пусть  $x_1, \dots, x_m$  — количества элементов в каждом из множеств базового разбиения. Путем исследования величины (1) на экстремальные значения при наборе условий

$$\sum_{j=1}^k a_{i,j} = x_i, \quad i = 1, \dots, m,$$

удалось доказать, что справедливо следующее утверждение.

**Теорема 1.** Если число элементов  $x_i$  в каждом множестве базового разбиения кратно  $k$ , то максимальное расстояние  $d$  от базового разбиения до некоторого  $k$ -разбиения достигается, когда каждая строка матрицы пересечений содержит лишь равные между собой числа. Значение этого максимума задается формулой

$$d_{\max} = \frac{n^2}{k} + \frac{k-2}{k} \sum_{i=1}^m x_i^2.$$

Видим, что  $d_{\max}$  зависит от натуральных чисел  $x_j$  и, следовательно, изменяя количества элементов в множествах базового разбиения, даже не меняя количества этих кластеров, мы будем получать разные значения соответствующего максимума. При этом

$$\sum_{i=1}^m x_i = n, \quad (\forall i)(\exists z_i \in N) x_i = kz_i.$$

Экстремальные значения суммы квадратов таких чисел и условия для их достижения приведены в [2]. Отсюда вытекает

**Теорема 2.** В условиях теоремы 1 наибольшее и наименьшее из значений  $d_{\max}$  достигаются, когда все строки матрицы пересечений содержат лишь равные между собой элементы. При этом наибольшее возможное значение  $d_{\max}$  равно

$$\bar{d} = \max d_{\max} = \left( (n - (m-1)k)^2 + (m-1)k^2 \right) \cdot \frac{k-2}{k} + \frac{n^2}{k}$$

и получается, когда все множества базового  $m$ -разбиения, возможно, кроме одного, содержат по  $k$  элементов. Наименьшее  $d_{\max}$  получается, если все множества базового  $m$ -разбиения могут быть разбиты на две группы, причем в каждой из групп они одинаковы по числу элементов, но каждое множество пер-

вой группы содержит ровно на  $k$  элементов больше, чем каждое множество другой. Это наименьшее значение равно

$$\underline{d} = \min d_{\max} = \frac{n^2}{k} + n(k-2) \cdot \left( 2 \left\lfloor \frac{n}{km} \right\rfloor + 1 \right) - mk(k-2) \cdot \left\lfloor \frac{n}{km} \right\rfloor \cdot \left( \left\lfloor \frac{n}{km} \right\rfloor + 1 \right). \quad (1)$$

Если же отказаться от фиксации одного из рассматриваемых разбиений, то методами дифференциального исчисления получаем, что справедлива

**Теорема 3.** *Наибольшее расстояние  $d$  между  $k$ - и  $m$ -разбиениями множества из  $n$  элементов удовлетворяет неравенству*

$$d_{\max} \leq \frac{(k+m-2)n^2}{km}. \quad (2)$$

На основании теоремы 3 можно ввести числовой коэффициент, определяющий силу зависимости двух нечисловых категоризованных признаков. Пусть первый признак имеет  $m$  категорий, второй  $k$  категорий. Наберем статистику из количества объектов, которое делится нацело на произведение  $km$ , построим два разбиения объектов в соответствии с категориями признаков и вычислим расстояние  $d$  по формуле. Тогда величина

$$CC(k, m) = 1 - \frac{d \cdot km}{(k+m-2)n^2},$$

принимая значения от 0 до 1, служит оценкой степени зависимости признаков. Чем она больше, тем сильнее эта степень.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дронов С. В. Одна кластерная метрика и устойчивость кластерных алгоритмов. // Известия Алт-ГУ. — 2011. — Вып. 1 / 2 (69). — С. 32–35.
2. Dronov S. V., Evdokimov E. A. Post-hoc cluster analysis of connection between the forming characteristics. // Model Assisted Statistics and Applications. — 2018. — № 2.

## ДОКАЗАТЕЛЬСТВО УТВЕРЖДЕНИЯ О ВОЗМОЖНОСТИ ПОКРЫТИЯ МНОГОУГОЛЬНИКА В $R^2$ С ПЕРИМЕТРОМ $L$ КРУГОМ РАДИУСА $L/4$

*А. Е. Хорошавин*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Д. Н. Оскорбин, к.ф.-м.н., доцент.*

**В** настоящей работе доказано утверждение о покрытии многоугольника, имеющего периметр, равный  $L$ , кругом радиуса  $L/4$ .

Утверждение доказывается на основании следствия из теоремы Хелли [1], утверждающего, что если любые три точки из некоторого множества точек в  $R^2$  можно покрыть кругом радиуса  $r$ , то все точки данного множества можно покрыть кругом радиуса  $r$ .

Нам достаточно доказать, что любой треугольник с периметром не больше  $L$  можно покрыть кругом с радиусом  $L/4$ . В случае прямоугольного или тупоугольного треугольника возьмем в качестве центра круга середину наибольшей стороны. Очевидно, что данный круг покрывает треугольник. В случае остроугольного треугольника используется выпуклость функции  $\sin(x)$  на отрезке  $[0; \pi/2]$ .

Данное утверждение может быть использовано для решения задач в комбинаторной геометрии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pak I. Lectures on Discrete and Polyhedral Geometry. URL: <http://www.math.ucla.edu/~pak/geompol8.pdf>.

## МЕТОДЫ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

*В. С. Хохряков*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — И. В. Пономарев, к.ф.-м.н., доцент*

**З**адача сжатия изображений заключается в минимизации занимаемого дискового пространства при сохранении достаточно высокого качества. В научной литературе разработано достаточно много алгоритмов и подходов к решению данной задачи. Один из самых перспективных подходов к задаче сжатия изображений основан на использовании свойств фракталов. Его безусловным достоинством является лучшие коэффициенты сжатия в сравнении с другими часто используемыми подходами. С целью изучения свойств фрактального сжатия был произведен анализ и практическая реализация известных алгоритмов и их модификаций, а также проведено исследование достоинств и недостатков фрактального кодирования. Помимо этого, затронуты особенности алгоритмов кодирования и декодирования изображений, структуры выходного файла и улучшения качества декодированного изображения. В процессе изучения фрактального сжатия автором было использовано улучшение стандартной схемы разбиения квадродеревом с применением постобработки и классификации доменных и ранговых блоков. В ходе работы были получены практические результаты и обозначены направления дальнейших исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fisher Y. Fractal Image Compression Theory and Application. — N. Y.: Springer-Verlag, 1994. — 345 с.
2. Уэлстид С. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображений в действии. — М.: Триумф, 2003. — 320 с.
3. Barnsley M. F. Fractals Everywhere. — San Diego: Academic Press, 1988.
4. Barnsley M., Sloan A. A Better Way to Compress Images // Byte. 1998. — 215–223
5. Arnaud E. Jacquin. Image Coding Based on a Fractal Theory of Iterated Contractive Image Transformations // IEEE Transactions on Image Processing. — 1992. — № 1 (1).
6. Шарабайко М. П., Осокин А. Н. Быстродействующий алгоритм фрактального сжатия изображений // Известия Томского политехнического университета. — 2011. — Т. 318, № 5. — С. 52–57.
7. Image repository // Fractal coding and analysis group. — 2009 [Электронный ресурс] URL: <http://links.uwaterloo.ca/Repository.html>
8. Кокошкин А. В., Коротков В. А., Коротков К. В., Новичихин Е. П. Сравнение объективных методов оценки качества цифровых изображений // Журнал радиоэлектроники. — 2015. — № 6 [Электронный ресурс] URL: <http://jre.cplire.ru/mac/jun15/15/text.html>

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ОБОРОТА РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*А. А. Шевелева*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — И. В. Пономарев, к. ф.-м., доцент*

Рассматривается временной ряд «Оборот розничной торговли Российской Федерации», основной целью проведения анализа которого является изучение возможностей его увеличения и максимизации прибыли. Для временного ряда строятся модель авторегрессии и два вида тренда, на основе которых производится прогнозирование следующих значений временного ряда. При построении и прогнозировании линейного и полиномиального тренда третьего порядка было замечено, что некоторые значения не входят в доверительный интервал. Производится оценка автокорреляции и частной ав-

токорреляционной функций, которые позволяют оценить порядок запаздывания процесса для модели авторегрессии. Из построенных моделей данного ряда была выбрана модель авторегрессии, как более адекватно прогнозирующая изменение временного ряда. Далее был произведен анализ на наличие коинтеграции между рядом оборот розничной торговли РФ и рядами курс доллара США к рублю, индекс потребительских цен и средней номинальной заработной платы. С помощью визуального анализа и теста Энгла — Грэнджера была выявлена причинно-следственная зависимость с рядом средней номинальной заработной платы РФ. Построена коинтеграционная модель и модель авторегрессии, включающая ряд средней заработной платы, составлен прогноз следующих значений. Среди этих двух моделей была выбрана последняя, как более адекватно прогнозирующая изменение динамики оборота розничной торговли. В результате было произведено сравнение двух построенных авторегрессионных моделей, которое показало возможность для дальнейшего использования двух моделей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магнус Я. Р. Эконометрика. Начальный курс / Я. Р. Магнус, П. К. Катыхев, А. А. Пересецкий. — М.: Дело, 1997. — 246 с.
2. Библиотека GNU для регрессий, эконометрики и временных рядов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gretl.sourceforge.net/ru.html>.
3. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gks.ru>. — (Дата обращения: 25.09.2017).
4. Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 228с.
5. Юдин С. В. Решение эконометрических задач и построение экономико-математических моделей с помощью пакета Gretl: Практическое руководство: Учебное пособие. — Тула: Изд-во ТГУ, 2008. — 42с.
6. Елисева И. И. Эконометрика: учебное пособие /И. И. Елисева, С. В. Курышева Д. М. Гордиенко и др. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 400с.
7. Энгл Роберт Ф., К. У. Дж. Грэнджер. Коинтеграция и коррекция ошибок: представление, оценивание и тестирование. Пер. с англ. Классические работы по эконометрике, 39 (3) 2015–107–135с.

## СОЛИТОНЫ РИЧЧИ НА К-СИММЕТРИЧЕСКИХ ЛОРЕНЦЕВЫХ МНОГООБРАЗИЯХ

*И. В. Эрнст*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель — Е. Д. Родионов, д. ф.-м. н., профессор*

Важным обобщением эйнштейновых метрик на (псевдо) римановых многообразиях являются солитоны Риччи, которые впервые были рассмотрены Р. Гамильтоном [1]. Задача нахождения солитонов Риччи является достаточно сложной, поэтому предполагаются ограничения либо на строение многообразия, либо на размерность, либо на класс рассматриваемых метрик, либо на класс векторных полей, участвующих в записи уравнения солитона Риччи. К числу многообразий с такими ограничениями относятся  $k$ -симметрические лоренцевы многообразия, которые были исследованы А. С. Галаевым [2]. В данной работе рассматривается уравнение солитона Риччи на 3-симметрических лоренцевых многообразиях. Показана разрешимость уравнения в произвольной размерности. Приведена схема получения общего решения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hamilton, R. S. The Ricci flow on surfaces // Contemporary Mathematics. 1988. V. 71, P. 237–261.
2. Galaev A. S. Classification of third-order symmetric Lorentzian manifolds // Classical Quantum Gravity. 2015. V. 32

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОНДОВЫХ РЫНКОВ

Г. А. Ярошенко

Алтайский государственный университет

Научный руководитель — И. В. Пономарев, к.ф.-м.н., доцент

**Ф**ондовый рынок — это механизм, обеспечивающий переход денежных средств из одного сектора экономики в другой. Например, есть компания, которая выпускает определенный товар, и для продолжения производства ей не хватает денег. Чтобы эти деньги получить, предприятие от своего имени выпускает на фондовый рынок некие ценные бумаги. При этом другая компания, имеющая необходимую сумму денег, эти бумаги покупает. Таким образом происходит перераспределение капитала между предприятиями и отраслями.

**Фондовый рынок — это сложная система**, которая подчиняется определенным законам и играет важную роль в экономике каждого государства.

Хочу остановиться на конкретном методе прогнозирования фондовых рынков — методе японских свечей, который изобрел в XVIII веке Хомма Мунэхис для торговли рисом. Считается, что этот метод был открыт западу Стивом Нисоном в его первой книге «Японские свечи: графический анализ финансовых рынков», ставшей бестселлером. Однако на несколько лет раньше его опередил Сейки Шимицу, который выпустил в 1986 году первую англоязычную книгу про свечи под названием «The Japanese Chart of Charts» (Японская схема графиков).

Типы японских свечей можно условно разделить на бычьи свечи (зеленые или белые), у них цена закрытия всегда больше, чем цена открытия, и противоположные им по значению медвежьи свечи (красные, иногда черные). В некоторых случаях тело свечи может вовсе отсутствовать, если цена открытия за период равна цене закрытия, то есть на конец периода цена не изменилась. Такие свечи принято называть доджи.

Каждая свеча на графике обозначает диапазон движения цены за определенный период, также называемый таймфреймом. Сама свеча состоит из тела, как правило, белого или черного цвета и двух теней (хвостов), сверху и снизу от тела. Тень свечи обозначает максимум и минимум цены за период. Другая крайность, когда у свечи отсутствует одна или обе из теней. Так происходит, когда цена открытия и закрытия периода и есть ее максимальное и минимальное значение.

По одному виду свечи мы можем определить поведение покупателей и продавцов и, соответственно, оценить их дальнейшие намерения. Размер свечи — это первый параметр, на который стоит обратить внимание. Чем больше относительный размер тела свечи, тем сильнее давление покупателей или продавцов. Свеча с большим белым телом говорит о преобладании бычьих настроений. Это означает, что на конец периода преобладали покупатели. Темная свеча говорит о преобладании продавцов.

Короткие свечи, наоборот, говорят о формировании консолидации или застоя. Обычно такое происходит, когда количество покупателей и продавцов примерно равно и рынок еще не решил, в каком направлении ему двигаться дальше.

Таким образом, большую роль играет относительное позиционирование свечи. Большая белая свеча после продолжительной нисходящей тенденции может означать изменение направления основного тренда. Если же подобная свеча пробивает уровень сопротивления, это может означать закрепление нового ценового уровня. При этом мы не можем с уверенностью сказать, что происходило в процессе формирования свечи. Движение цены от точки открытия до точки закрытия может быть как прямолинейным, так и зигзагообразным.

Таким образом можно подвести итог, что японские свечи не просто так обрели свою популярность. Это еще раз доказывает, что дело не в самой информации, а в способе ее подачи. Даже сегодня, спустя несколько веков, свечной график не теряет своей эффективности в определении желаний трейдеров.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нисон, С. За гранью японских свечей [Текст] / С. Нисон. — М.: Диаграмма, 2001. — 304 с.
2. Блог для трейдеров [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <http://av-finance.ru/tehnicheskij-analiz/analiz-yaponskix-svechej-osnovy.html> (13.02.2014)
3. Школа трейдинга на Форексе [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://pro-ts.ru/teoriya/tehnicheskij-analiz-foreks/1601-kak-chitat-yaponskie-svechi-na-grafike> (25.02.2015)

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ВО ВРЕМЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИЛЬЗ ПАТРОНОВ**

*А. Е. Пугин*

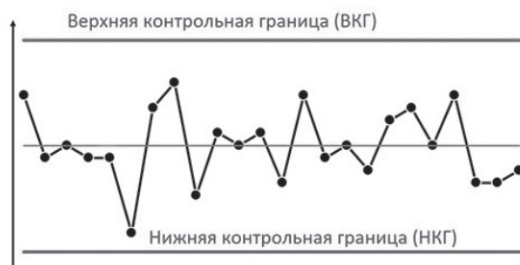
*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Н. П. Щербаков, к. т. н., профессор*

**В** настоящее время во время массового или серийного выпуска изделий важен вопрос статистического контроля выпускаемых изделий, поскольку если во время производства партии своевременно не будет выявлен брак, то в итоге готовые изделия будут выходить за рамки допусков и не будут иметь необходимых механических свойств. А если мы выпустим патрон стрелкового оружия, у которого гильза не будет иметь необходимых свойств, то такой патрон опасно будет использовать во время стрельбы, поскольку гильза может разорваться в патроннике ствола и произойдет прорыв пороховых газов в казенную часть ствола и обжечь руки стрелку, или послужить причиной поломки оружия [1].

Гильза — это наиболее ответственная часть унитарного патрона, поскольку благодаря ей патрон можно собрать в единое целое. Главной целью гильзы является obturation пороховых газов во время выстрела. А это значит что точность изготовления гильзы, а следовательно контроль параметров гильзы во время производства требует большого внимания.

В производстве для контроля различных размеров часто применяют контрольные карты Шухарта. Контрольные карты Шухарта используются для статистического контроля стабильности процесса, и представляет собой график с помощью которого выявляются точки выхода процесса из стабильного состояния, что позволит спрогнозировать поведение исследуемого процесса в ближайшее время и предупредить появление брака. Для построения графика необходимо провести измерения размеров (например: диаметра или разностенности полуфабриката) через установленные интервалы времени или при взятии выборки [2]. Границы выборки обычно выбираются по максимальному и минимальному значению допуска на проверяемый размер. Общий вид контрольной карты Шухарта приведен на рисунке 1.



*Рисунок 1 — Общий вид контрольных карт Шухарта*

Кроме количественных данных контрольные карты Шухарта можно так же применять и для альтернативных. Поскольку в производстве большинство параметров полуфабриката гильзы измеряется различными калибрами, то может быть только два варианта: годен или не годен. В этом случае карты строятся по количеству годных и не годных деталей в выборке [3].

При производстве гильз, в случае выхода процента брака выше нормой указанной в технологическом процессе бракуется вся произведенная продукция за межпроверочный период времени, что приводит к дополнительным затратам на привлечение дополнительной рабочей силы для рассортировки, поскольку в забракованной продукции имеются и годные изделия.

Предлагаются следующие варианты совершенствования контроля:

1. Ужесточение полей допусков для выборок. В случае выхода измеряемых значений за ужесточенные границы периодичность контроля повышается, что позволит произвести замену инструмента вовремя.

2. Изменять значения размера выборки и периода контроля в зависимости от положения контролируемого параметра на контрольной карте Шухарта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. — СПб.: Балт. гос. техн. ун-т. 2005. — 374 с.

2. ГОСТ Р ИСО 7870–2:2013 «Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта» (ISO 7870–2:2013 «Control charts — Part 2: Shewhart control charts», IDT).

3. Н. П. Агеев, Г. А. Данилин, В. П. Огородников. Технология производства патронов стрелкового оружия, Ч1, Ч2. — СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2006. — 533 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ ВТУЛКИ ПЛУНЖЕРА ТОПЛИВНОГО НАСОСА

*С. А. Наполов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. А. Аскалонова, к. т. н. доцент*

**Т**опливная аппаратура является наиболее ответственной частью любого насоса. Одной из деталей которого является втулка плунжера топливного насоса.

Для центрального отверстия диаметром 8 мм допуски на круглость и на профиль продольного сечения основного отверстия находятся в пределах 0,0005–0,0003 мм.

В настоящее время на ООО УК «Алтайский завод прецизионных изделий» в качестве финишной операции используют метод притирки с использованием доводочной пасты (3–5 микронметра). Данный метод является опытной технологией и позволяет выполнить все необходимые требования по чертежу, но он является очень трудоемким и его нельзя подвергнуть автоматизации, из-за чего все операции приходится выполнять в ручную, что является экономически не выгодным способом обработки в условиях массового производства. Поэтому совершенствование технологии за счет автоматизации финишной обработки является актуальной темой.

В настоящее время на предприятии ООО УК «Алтайский завод прецизионных изделий» ведется закупка оборудования для внутреннего шлифования и хонингования втулки плунжера на финишных операциях, которое решит ряд проблем связанных с автоматизацией финишных операций. Таким оборудованием является хонинговальный станок-автомат с ЧПУ фирмы «Degen» и шлифовальный станок фирмы «Bahmuller».

Для данных станков поставщики предлагают свой инструмент. Закупать инструмент из-за границы экономически не выгодно, поэтому исследование направлено на выявление недостатков конструкции импортной хонинговальной головки с дальнейшей ее доработкой и заменой на отечественный инструмент.

Рассмотрим наиболее распространенную конструкцию хонинговальной головки для обработки отверстий малых диаметров (8–10 мм), которая представлена на рисунке 1 [1, 4]. Такая конструкция хона для обработки малых отверстий является на данный момент самой распространенной. Она проста и поэтому имеет огромную базу для всевозможных доработок и усовершенствований.



Ее недостатком является неполное использование объема алмазного слоя брусков и их неравномерный износ. Объясняется это тем, что базирование брусков осуществляется по пазам корпуса головки и возможен их перекося в пределах зазора между бруском и пазом корпуса, что приводит к неравномерному износу. Кроме того, сопряжение конической поверхности брусков с усеченным конусом разжимного штока не обеспечивает надежного контакта, что снижает точность радиальной подачи брусков [2, 3]. Поэтому существующую конструкцию необходимо усовершенствовать и в конечном итоге разработать аналог импортного инструмента.

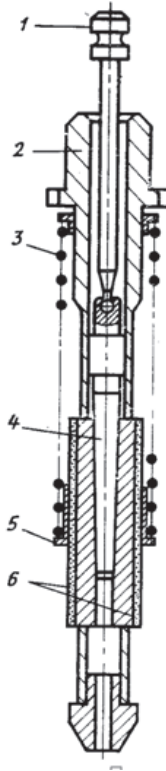


Рисунок 1 – Хон для обработки отверстий малых диаметров

Разработанная на кафедре машиностроения конструкция хона выполняет необходимые требования по точности и жесткости. Реализация данной конструкции (рисунок 2) стала возможна с использованием станков с ЧПУ коим и является новоприобретенный станок фирмы «Degen».

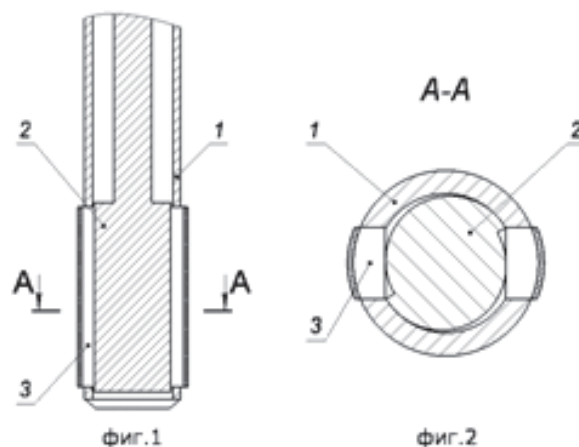


Рисунок 2 – Хонинговальная головка разработанная на кафедре технологии машиностроения

Дальнейшие исследования будут направлены на замену импортных хонинговальных брусков отечественными аналогами и на проектирование новой конструкции хона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акмаев О. К. Устранение изогнутости оси отверстия при прецизионным хонинговании //СТИН. — 2007. — № 7. — С. 21–25.
2. Чеповетский И. Х. — Основы финишной алмазной обработки. — Киев: Наукова думка, 1980. — 468 с.
3. Муратов К. Р., Гашев Е. А. Методы хонингования высокоточных отверстий //Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5.
4. Каяшев А. И., Романчук В. А. Механизм с ЧПУ для радиальной подачи хонинговальных брусков // Станки и инструмент. — 1992. — № 1. — С. 2–3.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРПУСА ФОРСУНКИ 216 НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТОИМОСТНОГО АНАЛИЗА

*В. С. Юдин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. А. Хоменко, д. т. н., профессор*

**В** условиях современного машиностроения проектирование технологических процессов является важнейшим фактором получения качественной детали с минимальными затратами на ее изготовление. Наиболее эффективный метод выявления резервов времени на изготовление деталей при исключении излишних функций является функционально — стоимостной анализ. Функционально — стоимостной анализ действующего технологического процесса позволяет определить зоны дисбаланса затрат на обработку и, как следствие, усовершенствовать технологический процесс механической обработки.

Следовательно, цель работы, заключающаяся в совершенствовании действующего технологического процесса механической обработки, путем проведения функционально — стоимостного анализа является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести функционально — стоимостной анализ действующего технологического процесса механической обработки корпуса форсунки 216.

2. Проработать все варианты технических решений.
3. Выполнить технико-экономическое обоснование решений.
4. Внедрить предложенные решения на производстве.

Для достижения задач исследования необходимо:

- 1) определение внутриобъектных функций;
- 2) выявление элементов системы для каждого элемента функций;
- 3) построение диаграммы FAST и анализ затрат на реализацию функций;
- 4) ABC анализ;
- 5) выявление зон дисбаланса;
- 6) предложение нового варианта обработки поверхности с наименьшим дисбалансом;
- 7) внедрение предложенного технического решения на производстве.

Таким образом при проведении функционально — стоимостного анализа было выявлено, что наиболее затратной в изготовлении является сверление дренажных отверстий диаметром 1.8 мм спиральными сверлами. В сфере механической обработки сверление на глубину 10 диаметров и более классифицируется как операция глубокого сверления, значительный эффект от применения ружейных сверл — это хорошее качество поверхности, оптимальная точность центрирования и малое отклонение концентричности. Ружейные сверла просты в применении и не требуют предварительной наладки. Предложение производить обработку данных отверстий цельными твердосплавными однокромочными ружейными сверлами.

Что позволит снизить затраты времени на данную операцию в 2 раза. За счет применения больших режимов резания и проектирования специального приспособления для сверления.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ КОЛЕСНЫХ ПАР С БУКСОВЫМИ УЗЛАМИ

*Е. А. Пашкова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Н. И. Мозговой, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время на количество отцепок вагонов по неисправности буксового узла при эксплуатации в межремонтный период оказывает влияние качественная сборка торцевого крепления буксы.

Опыт сборки и эксплуатации буксовых узлов на АО «Алтайвагон» показал, что главными причинами выхода их из строя (отказа) являются допускаемые нарушения технологии при сборке элементов в буксовый узел. А именно, на предприятии осуществляется поочередное затягивание всех болтов торцевого крепления, что значительно замедляет процесс сборки буксового узла и приводит к неравномерному затягиванию болтов. Человеческий фактор значительно влияет на причины отцепок вагонов по неисправностям буксовых узлов, а именно на: ослабление и обрыв болтов торцевого крепления буксы, сдвиг буксы, перегревание буксы.

Анализируя более детально браки по неисправности буксовых узлов за 2015–2017 гг., были рассмотрены все причины. Данные анализа представлены в таблице 1.

На основании вышеизложенного рекомендуется автоматизировать процесс сборки буксового узла.

Автоматизированный процесс сборки обладает более стабильными характеристиками, чем процесс, выполняемый в ручном режиме. Во многих случаях автоматизация процессов позволяет повысить производительность, сократить время выполнения процесса, снизить стоимость, увеличить точность и стабильность выполняемых операций.

*Таблица 1*

**Анализ качества выпускаемой продукции**

Код неисправности	2015 год		2016 год		2017 год	
	Выпущено 21974 вагонов		Выпущено 15741 вагонов		Выпущено 10924 вагон	
	Количество отцепленных вагонов, шт.	%	Количество отцепленных вагонов, шт.	%	Количество отцепленных вагонов, шт.	%
150, 157 — Перегревание буксы	613	2,8	358	2,3	93	0,85
151 — Сдвиг буксы	14	0,06	10	0,06	3	0,03
154 — Ослабление или отсутствие болта	7	0,03	2	0,01	2	0,02

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтайвагон [Электронный ресурс]. Барнаул, 2001–2017. URL: [http://altaivagon.ru/produksiya/vogonostroenie/krytye\\_vagony/11280](http://altaivagon.ru/produksiya/vogonostroenie/krytye_vagony/11280). (Дата обращения: 30.10.2017).

2. Скиба И. Ф. Вагоны. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1979. 303 с.

3. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм).

4. Инструкция по техническому обслуживанию вагонов в эксплуатации (инструкция осмотрику вагонов) ЦВ-ЦЛ-408.

5. Решетов Д. Н. Детали машин, М.: Машиностроение, 1989. 496 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ 3D-ПЕЧАТИ ПО ТЕХНОЛОГИИ FDM ПОСРЕДСТВОМ КОРРЕКЦИИ КОДА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Н. В. Смыкова, О. А. Турнаева

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. О. Черданцев

3D-печать сегодня интенсивно расширяет область своего применения. Растет количество применяемых материалов и различных способов печати. Одной из наиболее распространенных технологий является технология FDM. Которая заключается в послойном наплавлении пластика. Достаточно недавно эта технология реализовывалась принтерами со стоимостью от 100 000 рублей и выше. Сегодня на рынке появляются модели 3D-принтеров доступные по цене до 20 000 рублей. Но точность печати таких моделей часто оказывается сравнительно низкой по отношению к дорогим моделям принтеров.

Для технологической подготовки изготовления детали методом 3D-печати используются программы-слайсеры. Их можно отнести к САМ — системам. Основной их задачей является преобразование 3D-модели изделия и требуемых параметров печати в управляющую программу для 3D принтера. 3D-модель представляется в виде поверхностной оболочки аппроксимированной треугольниками. Далее эта поверхность рассекается набором горизонтальных плоскостей, в результате чего получают контуры. Для каждого контура просчитывается стратегия его заполнения пластиком с требуемыми параметрами печати. К основным параметрам печати относят количество периметров, плотность заполнения, высоту слоя и скорость печати

Бюджетные принтеры имеют достаточно низкую точность изготовления и сборки. Это не трудно заметить, детально рассмотрев, места соединения элементов рамы. В следствии этого формируются погрешности печати (рисунок 1). Если рассмотреть наклон направляющих в плоскости XZ, то угол наклона направляющих определяет, насколько сдвинется слой в зависимости от высоты его положения. Зная угол отклонения направляющей, можно рассчитать коэффициент  $k_x$ , который показывает, насколько сдвигается слой в направлении оси  $x$  для определенной высоты  $z$ . Такая же ситуация складывается с наклоном направляющих в плоскости YZ. Зная коэффициенты  $k_x$  и  $k_y$ , можно скорректировать соответствующие координаты в программе и компенсировать этим влияние наклона направляющих.

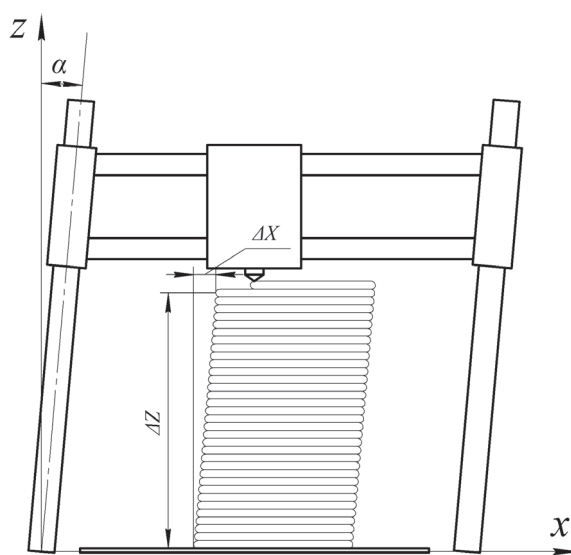


Рисунок 1 — Схема формирования погрешности

Для того, чтобы определить коэффициенты  $k_x$  и  $k_y$ , напрашивается использование прямого угла и индикаторной головки (рисунок 2), однако такой способ не подходит из-за подпружиненного основания стола принтера. Возможно использовать оптический метод контроля, для которого можно при-

менять достаточно нежесткую тестовую деталь. Однако стоимость такого измерительного оборудования сравнительно высока.

Для возможности применения индикаторной головки нами была разработана тестовая деталь в виде пирамиды. Она имеет достаточную жесткость для контактного способа измерения, её особенностью является низкий вес и соответственно низкие затраты на изготовление. Образец выполнен из PLA-пластика в виде спиральной вазы, т.е. оболочки с одним периметром. Таким образом, деталь весит 7,5 г и стоимость её печати составляет менее 10 рублей при размерах, сопоставимых с областью печати принтера.

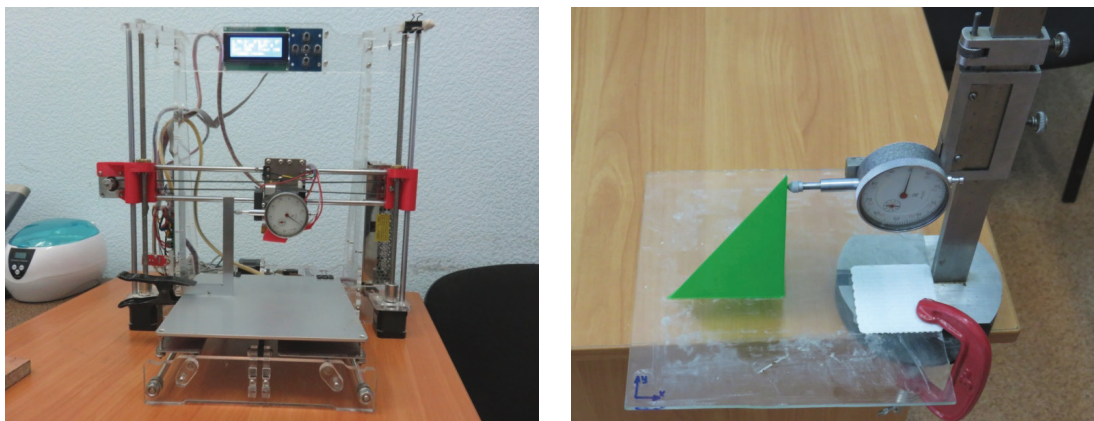


Рисунок 2 – Определение коэффициентов коррекции

Для коррекции управляющей программы нами был разработан алгоритм (рисунок 3), который позволяет получить скорректированную управляющую программу из исходной при наличии поправочных коэффициентов. Управляющая программа состоит из огромного количества кадров, которое может достигать от нескольких десятков тысяч до миллионов. Особенностью, подготовленной с помощью слайсера, программы является использование для задания перемещений линейной интерполяции на рабочей подаче. При анализе формируемой слайсером управляющей программы выявлено, что слова с адресами X, Y и Z, содержащие в себе координаты, требующие корректировки, содержатся в кадрах, начинающихся со слова G1.

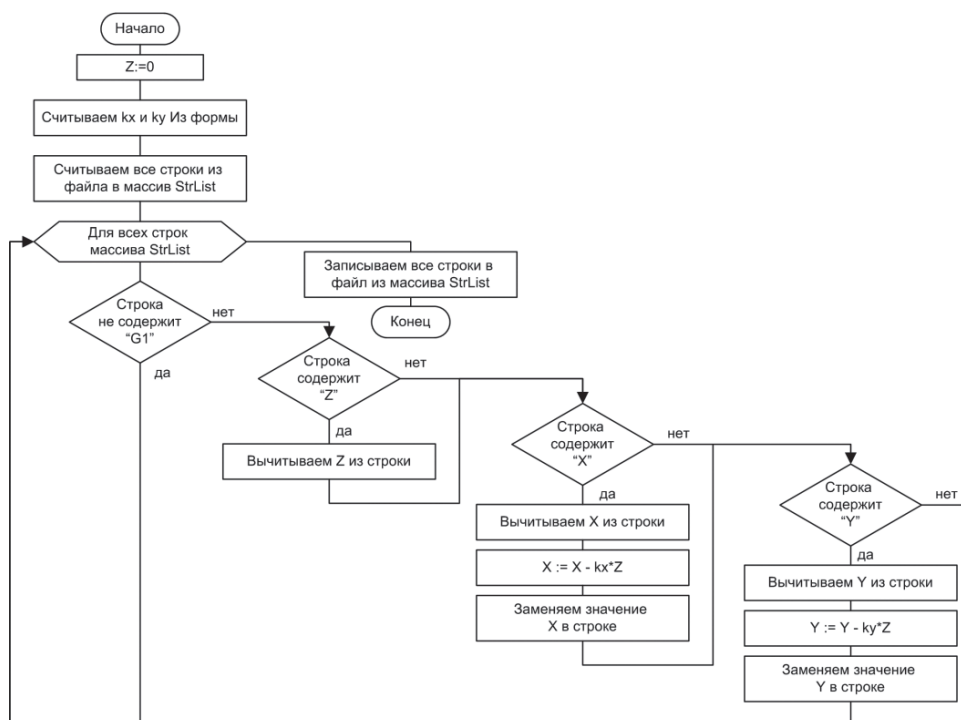


Рисунок 3 – Алгоритм коррекции G-code

Перебираются все строки, при этом постоянно отсеивается координата  $z$ , на которой осуществляется перемещение и вносится корректировка в слова с адресами  $x$  и  $y$  пропорциональная  $z$  с коэффициентами пропорциональности  $-kx$  и  $-ky$ .

По предложенному алгоритму в среде программирования Visual Studio на языке C# было разработано приложение. Пользователь может указать исходный файл для коррекции и измеренные коэффициенты коррекции. В результате работы получается скорректированный файл на языке G-code

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ликбез о точности и качестве современной 3Д печати. FDM, SLA 3D принтеры. // <https://3dprinter.ua/3d-print-quality/>.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ ОТВЕРСТИЙ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

*Н. А. Скрипченко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. А. Аскалонова, к. т. н., доцент*

Современные металлообрабатывающие предприятия сталкиваются с проблемами образования технологических поверхностей, а в частности с выбором оптимального для данных условий предприятия метода получения отверстий. В условиях котельного производства любого масштаба возникает необходимость получения точных отверстий на цилиндрической поверхности труб. От метода получения отверстий зависят дальнейшие производственные процессы, например, геометрическая точность и точность взаимного положения отверстий влияют непосредственно на качество сборки трубной системы и ее узлов (рисунок 1), а также определяют метод сборки изделия. Кроме того, на предприятиях остро стоит вопрос с отходами производства, с их дальнейшей утилизацией, что напрямую связано с экономическим обоснованием метода получения отверстий.

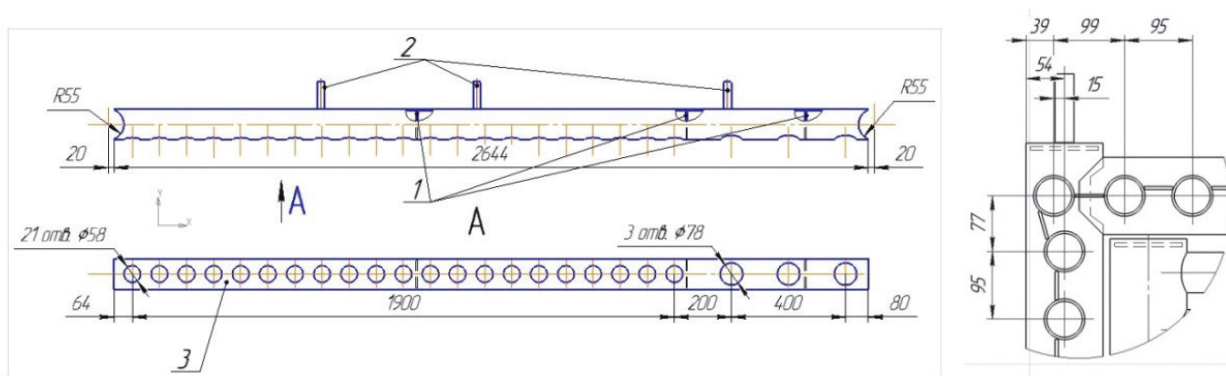


Рисунок 1 - Коллектор левый нижний; узел сборки коллекторов

Процесс плазменной резки металла основан на использовании воздушно-плазменной дуги постоянного тока прямого действия (электрод-катод, разрезаемый металл — анод). Сущность процесса заключается в местном расплавлении и выдувании расплавленного металла с образованием полости реза при перемещении плазменного резака относительно разрезаемого металла.

Применение способа воздушно-плазменной резки, открывает широкие возможности при раскросе низкоуглеродистых и легированных сталей, на одном оборудовании, при условии применения различной оснастки и соответствующих режимов резания, что можно считать высоким показателем универсальности. Кроме того, процесс протекает вне зависимости от состояния поверхности обрабаты-

ваемой заготовки. При работе плазмой практически не образовывается окалина на краях заготовки, не происходит перегрева кромок и, соответственно тепловых деформации, благодаря чему допускается не производить последующую обработку полученных кромок. Также можно производить раскрой металла, размещая детали с минимальными отступами, повышая коэффициент использования материала заготовки.

Однако при нарушении технологии процесса плазменной резки могут возникнуть дефекты, которые сказываются на качестве изделия, на основном и вспомогательном времени, величине издержек производства. При несоблюдении скорости, положения плазмотрона относительно заготовки, величины силы тока образуются, а так же при несвоевременной замене расходных материалов возрастает риск возникновения дефектов, процент брака изделий, возможны сбои в работе оборудования, поломки, аварии, что негативно влияет на темп работы производства, приводит к увеличению издержек. Чтобы минимизировать проблемные аспекты применения плазменной резки, предлагается применить статистические методы исследования для определения оптимальных режимов обработки заготовок плазмой, в условиях мелкосерийного производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев К. В. Плазменно-дуговая резка. М.: Машиностроение, 1974.
2. Исследование и оптимизация электроплазменной резки металлов / Киселев Ю. Я. и др. Кишинев: Штиинца. 1981.

## ВИБРАЦИИ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

*М. А. Москалёв*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — С. Л. Леонов, д. т. н., профессор*

**О**дной из первоочередных задач, стоящих перед машиностроительными производствами является повышение их эффективности. Оно позволяет предприятиям оставаться конкурентоспособными на рынке, расширить номенклатуру изделий, уменьшить сроки освоения новой продукции. Увеличение эффективности производства достигается путем сокращения материальных, временных и трудовых затрат, совершенствования технологического процесса механической обработки, увеличения качества обработанных поверхностей.

Появление вибраций при механической обработке металлов является источником преждевременного износа или поломки режущего инструмента, повреждений оснастки и шпиндельных подшипников, к тому же она приводит к ухудшению геометрической и поверхностной точности изделия. [1]

Вибрации, возникающие при резании, разделяют на вынужденные и автоколебания.

Вынужденные — это колебания, возникающие под действием внешних периодических возмущающих сил. К таким силам относятся: неуравновешенность вращающихся масс; прерывистый процесс резания; погрешности изготовления и сборки передач станка; ритмичной работы других машин, расположенных близко к станку. Интенсивность таких колебаний зависит от величины и частоты возмущающей силы и явления резонанса. Данные колебания легко устраняются, уменьшением величины возмущающих сил и повышением жесткости узлов станка.

Автоколебания — это незатухающие самоподдерживающиеся колебания. Они характеризуются тем, что силы, поддерживающие колебательный процесс системы, возникают в процессе резания. При автоколебаниях возмущающая сила создается и управляется самим движением и исчезает сразу же после его прекращения. Причинами появления автоколебаний при обработке резанием являются изменение силы резания; возникновение наростов, вызывающих изменение силы резания; упругие деформации заготовки и инструмента; изменение площади поперечного сечения срезаемого слоя металла; изменение сил трения на рабочих поверхностях инструмента.

В свою очередь автоколебания подразделяются на низкочастотные (от 50 до 500 Гц) и высокочастотные (от 800 до 6000 Гц).

Низкочастотные автоколебания возникают при обработке на низких скоростях резания. Их частота близка к частоте собственных колебаний заготовки или узлов станка. Данные колебания создают волнистость обработанной поверхности.

Высокочастотные автоколебания возникают при обработке на больших скоростях резания. Их частота близка к частоте собственных колебаний режущего инструмента. Последствия — мелкая рябь на обработанной поверхности.

Появление автоколебаний можно предупредить выбором соответствующих режимов резания, выбором инструмента определенной геометрической формы, правильной установкой заготовки и инструмента на станке, обработкой заготовок на больших скоростях резания [2].

Эффективным способом прогнозирования вынужденных и автоколебаний на этапе технологической подготовки производства и расчета геометрических параметров качества обработанных поверхностей является математическое моделирование.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васин С. А. Прогнозирование виброустойчивости инструмента при точении и фрезеровании. Серия «Библиотека инструментальщика». — М.: Машиностроение, 2006. — 384 с.: ил.
2. Дальский А. М. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. — М.: Машиностроение, 1977. — 664 с.: ил.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ГРАВИРОВАНИИ ФРЕЗАМИ

*А. Е. Труфанов, Д. Е. Соломин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. Д. Гончаров, к. т. н., профессор*

**В** ходе планирования эксперимента в качестве объекта изучения была выбрана коническая однозаходная твердосплавная гравировальная фреза с углом при вершине 15 градусов и величиной перемычки 0,1 мм (рисунок 1).

Особенностью конической однозаходной фрезы является различная скорость резания, на разных диаметрах режущего инструмента. Разобьем профиль режущего инструмента на участки с шагом 0,05 мм (рисунок 1)

Исходя из общей формулы определения скоростей резания, мы получаем формулу для частного случая:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} \Rightarrow V_i = \frac{\pi \cdot (D + 2X_i) \cdot N}{1000}, \quad (1)$$

где  $D_0 + 2X_i$  — величина диаметра режущего инструмента, на разной глубине.

Величина приращения определяться по формуле

$$X_i = h_i \cdot \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

Так как мы определяем величину приращения с одной стороны режущего инструмента, то величину угла будем брать в размере  $\frac{1}{2}$  угла  $\alpha$ , а затем величину приращения умножим на 2.

При помощи пакета Microsoft Excel произведем расчет величины приращения, скорости режущего инструмента и сведём данные в таблицу. На основе полученных данных построим график изменения скорости режущего инструмента, от глубины гравирования (рисунок 2).



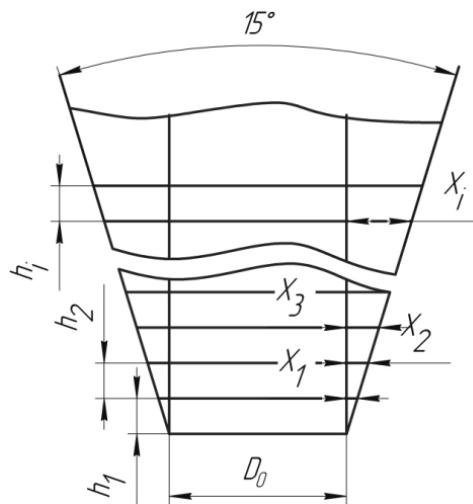


Рисунок 1 – Схема профиля режущего инструмента где  $X_1, X_2 \dots X_i$  – величина приращения на диаметр режущего инструмента,  $h_i$  – шаг высоты режущего инструмента,  $D_0$  – величина перемычки

Расчет скорости резания производим с частотой вращения  $24000 \text{ мин}^{-1}$ .

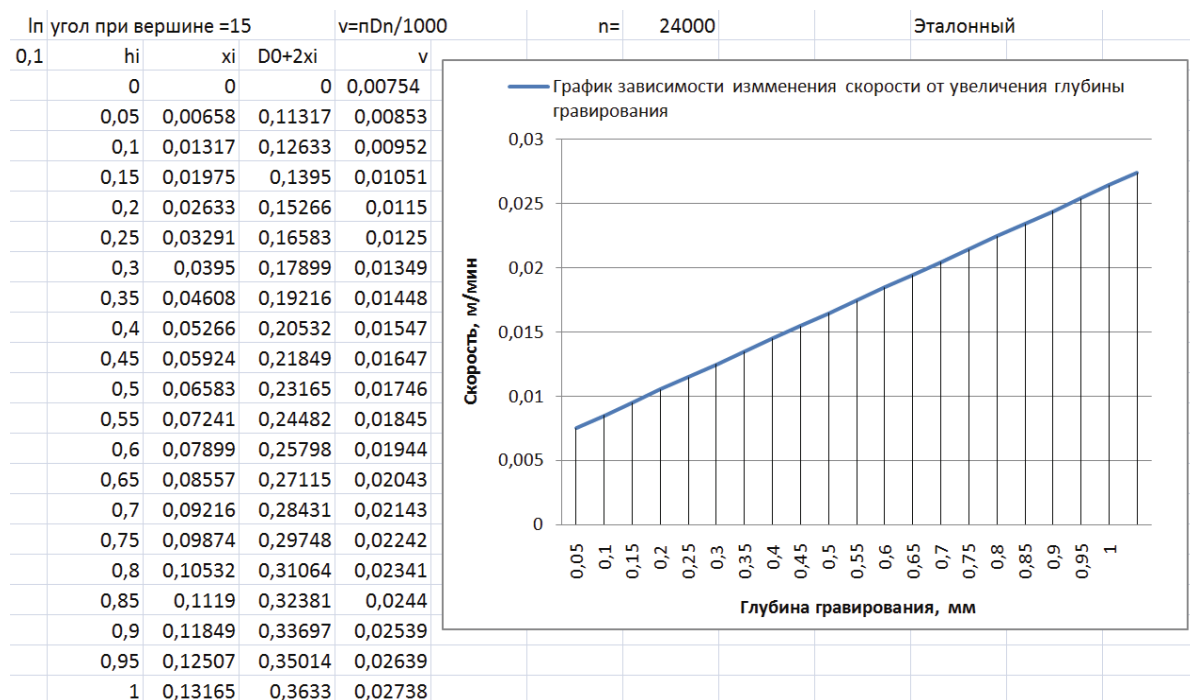


Рисунок 2 – Расчет скоростей резания в Microsoft Excel

Исходя из данного математического расчета можем сделать вывод, что скорости резания очень малы, скорость резания не постоянна

В дальнейшем планируем произвести расчет математической модели режимов резания для гравировальных фрез.

## ВОЛНИСТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ

Ш. Джумаев

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – С. Л. Леонов, д. т. н., профессор

Около двух третей всего времени, затрачиваемого на металлообработку, приходится на процесс изготовления отверстий различного диаметра в деталях. Выбор наиболее подходящих инструментов и приемов механической обработки являются ключевым фактором успешного изготовления отверстий заданных размеров и требуемого качества наиболее экономически эффективным способом.

Концевые фрезы являются наиболее распространенными в общей массе инструментов используемых на современных обрабатывающих центрах, для изготовления деталей машин, 60% которых имеют отверстия различных видов и, особенно, большого диаметра. Обработка этими инструментами во многих случаях наиболее экономичный способ получения отверстий.

При фрезеровании на волнистость обработанной поверхности влияют большое количество факторов: геометрические параметры инструмента, режим резания, параметры технологической системы и др. Основным источником волнистости поверхности при фрезеровании является прерывистый характер резания. При этом волнистость образуется за счет геометрического копирования зубьев фрезы в материале поверхности заготовки. Профиль обработанной поверхности рассчитывается как огибающая траекторий движения зубьев.

На рисунке 1 показаны траектории движения зубьев фрезы при обработке отверстия. Эти траектории определяются выражениями:

$$\begin{cases} x = R \cos \omega_1 \tau + r \cos \left( \omega_2 \tau - \frac{2\pi}{N}(i-1) \right) = R \cos \phi_1 + r \cos \phi_2 \\ y = R \sin \omega_1 \tau + r \sin \left( \omega_2 \tau - \frac{2\pi}{N}(i-1) \right) = R \sin \phi_1 + r \sin \phi_2 \end{cases} \quad (1)$$

Для расчета огибающей разработан алгоритм, в котором для каждого углового положения зуба находится его расстояние от центра отверстия, а затем выбирается максимальное значение.

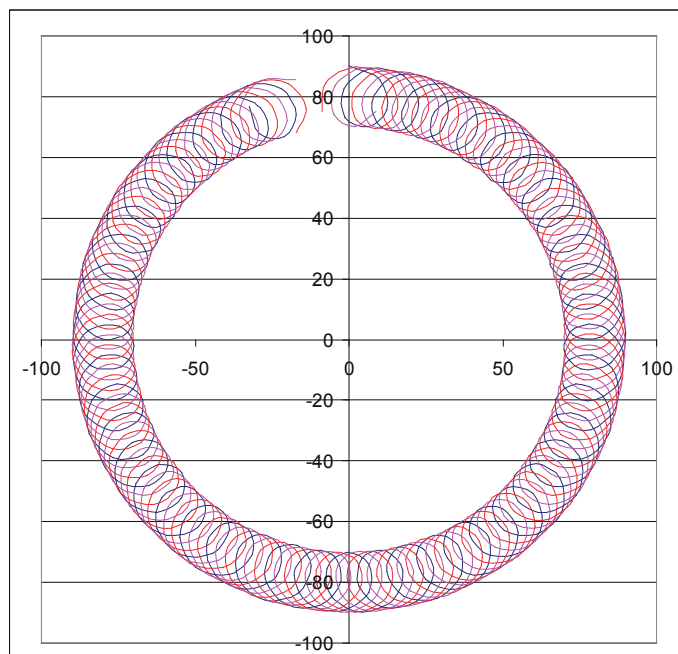


Рисунок 1 – Траектории движения зубьев трехзубой фрезы

При увеличении количества зубьев фрезы волнистость обработанной поверхности снижается. Разработанная модель позволяет количественно оценить величину снижения волнистости. На рисунке 2 показан пример этой зависимости.

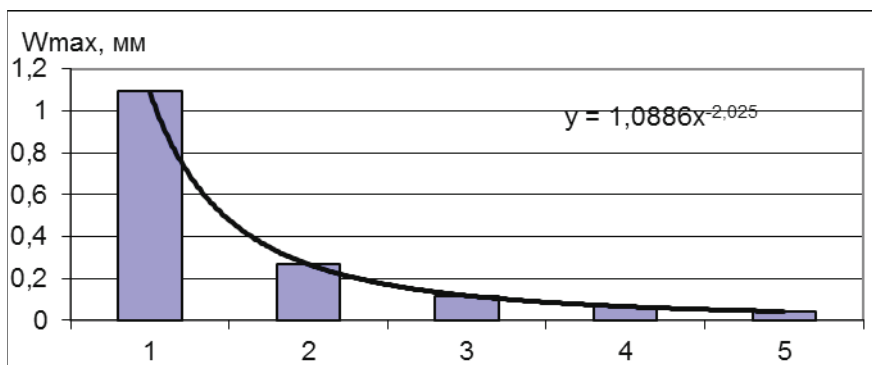


Рисунок 2 – Волнистость обработанной поверхности в зависимости от количества зубьев фрезы

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов С. Л., Белов А. Б. Моделирование процесса фрезерования отверстий на станках с ЧПУ, «Ползуновский вестник» № 1–1 2012. С. 177–180.

## УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ

*Е. В. Кочетков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – А. М. Марков, д. т. н., профессор*

**О**дной из острых проблем современного машиностроения является решение задачи снижения материалоемкости деталей машин и механизмов. В связи с этим применяются тонкостенные конструкции корпусов, крышек и т. п.

Обработка тонкостенных деталей имеет ряд особенностей [1]. В первую очередь большая вероятность возникновения брака при механической обработке, например, деформации стенок деталей из-за недостаточной жесткости, неравномерность толщины стенок при фрезеровании из-за их механической и тепловой деформации под воздействием силы резания и т. п. [1,2]. Для обеспечения технических требований технологи назначают «щадящие» режимы резания, применяют специальную технологическую оснастку в виде дополнительных опор, люнетов и т. п. (рисунок 1), многопроходную обработку, позволяющую разделить припуск между переходами и тем самым снизить величину силы резания, но эти методы приводят к увеличению себестоимости механической обработки.

В современном машиностроении все чаще применяются композиционные материалы. Они не уступают металлам по физико-механическим свойствам и имеют небольшой вес, что обеспечивает снижение общей массы конструкции [3]. При обработке этих материалов возникает ряд трудностей — это повышенный износ режущего инструмента, как из-за повышенной истирающей способности обрабатываемого материала, так и из-за его очень низкой, практически нулевой, теплопроводности. Это в свою очередь приводит к деструкции материала от тепловой энергии, возникающей при воздействии силы резания.

Решить задачу снижения материалоемкости деталей машин при применении как металлических тонкостенных, так и изготовленных из композита корпусных деталей, может использование высокоскоростной механической обработки (ВСО). Она позволяет добиться высокого качества поверхностей,

а так же повысить производительность за счет снижения основного времени обработки [4]. Для реализации ВСО необходимо использовать соответствующее оборудование: станки с высокой частотой вращения шпинделя и режущий инструмент, позволяющий обрабатывать на высоких скоростях резания. Кроме того, при проектировании технологической операции необходимо выбрать такое значение скорости резания, которому соответствуют условия обработки, обеспечивающие снижение силы резания.



Рисунок 1 – Приспособления для обработки нежестких деталей

Примером проявления эффекта снижения силы резания при увеличении скорости резания являются зависимости скорость — сила резания, полученные Д. Соломоном (рисунок 2).

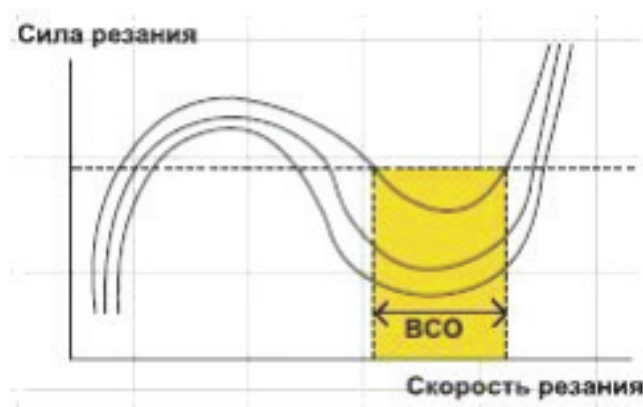


Рисунок 2 – Кривые Соломона: зависимость сил резания от скорости резания

Для успешного применения ВСО необходимо установить взаимосвязь между величиной скорости резания, значениями деформации стенок заготовки, температурой в зоне резания и градиентом ее распространения. Такие зависимости могут быть получены на основе математического моделирования напряженно-деформированного состояния зоны контакта инструмента и заготовки с учетом физико-механических свойств материала заготовки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подпоркин В. Г. Обработка нежестких деталей. Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. Москва. 1959.
2. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. — М.: Машиностроение, 1975. 344 с.
3. Мозговой Н. И. Стеклопластик и особенности его механической обработки. Все о стеклопластиках / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, М. Доц // Саарбрюкен, 2012.
4. Ярославцев В. М. К вопросу о возможности применения высокоскоростной обработки полимерных композиционных материалов [Электронный ресурс] // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2015. № 3. 2015. С. 59–70. — Режим доступа к статье: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-vozmozhnosti-primeneniya-vysokoskorostnoy-obrabotki-polimernyh-kompozitsionnyh-materialov>.

## ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОРПУСА ФОРСУНКИ

*А. И. Шилов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — М. И. Маркова, к. т. н., доцент*

**К**орпус форсунки предназначен для ориентации распылителя, топливоподводящей и дренажной трубок в головке блока цилиндров дизельного двигателя. Конструктивной особенностью корпуса гидромеханической форсунки является наличие пересекающихся отверстий: отверстия под фильтр до 5 мм диаметром и топливопроводящего отверстия диаметром 1,8 мм. Топливопроводящее отверстие изготавливается ружейным сверлом на специальных сверлильных станках. При вскрытии отверстия 1,8 мм в отверстие 5 мм, металл за счет деформации, происходящей из-за сил резанья, не срезается полностью, а частично остается на кромке пересечения отверстий. В процессе эксплуатации форсунки с заусенцем, он под действием пульсирующего давления, отпадает и потоком топлива уносится в распылитель. Форсунка выходит из строя.

Существуют несколько методов удаления заусенцев. Самым распространенным методом в мелкосерийном и единичном производстве является механический метод, когда слесарь при помощи специального инструмента вручную спиливает заусенцы и притупляет острые кромки. Затем на специальной установке через отверстие пропускается воздух под давлением 4–7 атм. вперемешку с песком.

Одним из производительных методов обработки является автоматизированное удаление заусенцев на станке с ЧПУ. Для этого метода обработки используется специализированный инструмент. После сверления в отверстие заходит специальный инструмент и зачищает заусенец.

Метод удаления давлением: деталь устанавливается в специальную установку, через обрабатываемое отверстие пропускается рабочая жидкость под давлением порядка 700 атм.

Метод удаления взрывом. Обработка производится во взрывной камере. В камеру загружают детали и герметично закрывают, после этого камеру наполняют взрывоопасным газом и воспламеняют. Происходит взрыв, в результате повышения температуры заусенец обгорает.

Одним из наиболее эффективных методов удаления заусенцев является электрохимический метод [1, 2]. Метод основан на растворении металла под воздействием электрического тока. Деталь выступает в качестве анода. Через обрабатываемое отверстие пропускают под давлением электролит. На пересечении отверстий, которое необходимо обработать, устанавливают электрод (катод). Под воздействием электрического тока происходит растворение металла в необходимой зоне.

Преимуществом метода является то, что твердость материала и его структура на поверхности остаются без изменений, микротрещины не образуются. Внедрение данного метода в серийное производство изготовления форсунки приведет к снижению трудоемкости производственного процесса. Для решения такой задачи необходимо:

- подобрать средства технологического оснащения;
- провести исследования электрохимической обработки для удаления заусенцев в отверстиях корпуса форсунки;
- экспериментальным путем установить режимы обработки;
- установить влияние режимов обработки на качество обработанных отверстий;
- внести изменения в технологию изготовления корпуса форсунки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков З. И., Исаков В. М., Исаков Д. В., Шамин В. Ю. Электрофизические и электрохимические методы обработки: Учебное пособие для студентов-заочников. Компьютерная версия. — 2-е изд., перер. и доп. — Челябинск: ЮУрГУ, 2006. — 89 с.

2. Справочник по электрохимическим и электрофизическим методам обработки // Г. Л. Амитан, И. Е. Байеупов, Ю. М. Барон и др.; Под общ. ред. В. А. Валосатого. — Л.: Машиностроение. Л, 1988. — 719 с.: ил.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*А. А. Маркова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – М. И. Маркова, к. т. н., доцент*

**В**о многих отраслях жизнедеятельности человека все чаще находят применение композиционные материалы.

Большим преимуществом композиционных материалов является возможность получения не только однослойных, но и многослойных композиций.

Использование многослойных композиционных материалов не ново, однако конструкции их совершенствуется год от года, ширится диапазон используемых для этой цели материалов.

Каждый из слоев многослойного композиционного материала имеет различные физико-механические свойства и главной задачей в исследованиях слоистых композиционных материалов является оценка влияния физико-механических свойств каждого слоя на общие физико-механические свойства композиции.

Многослойные композиционные материалы могут применяться для получения широкого спектра изделий в различных условиях эксплуатации.

Например, конструкция подъемной платформы вертикального перемещения, плита которой может быть выполнена из многослойного композиционного материала [1].

Платформа эксплуатируется под воздействием различных климатических условий (дождь, снег, лед) на открытом воздухе и с нестабильным температурным диапазоном. Во время эксплуатации возможны сжимающие и растягивающие нагрузки.

Композиционный материал, включает три слоя, состоящие из различных компонентов.

Каждый слой обеспечивает заданные свойства [3]. Первый слой – антифрикционные свойства и износостойкость, второй слой – прочность, третий слой – амортизирующие свойства.

Для изучения свойств композиционного материала на первом этапе исследования проводились испытания для определения влияния состава композиционного материала на его физико-механические характеристики [2].

Исследовались стеклоткани двух марок (СТ-1 и СТ-2), полученные на основе алюмомагнийселекатного стекла.

В результате механических испытаний и испытаний образцов по параметру водопоглощения были определены значения, которые лежат в допустимых пределах.

Далее исследовано влияние технологических режимов изготовления композиционного материала на его физико-механические свойства с помощью испытаний по определению параметров температурно-влажностного воздействия [4]. Анализ полученных результатов показывает, что наибольшее влияние на физико-механические свойства композиционного материала оказывает температура. Кипячение в течении двух часов положительно сказывается на снижении влагопроницаемости и не приводит снижению предела прочности при изгибе и растяжении, а также изменению модуля упругости при растяжении

Была разработана технология получения композиционного материала с заданными эксплуатационными характеристиками для изготовления плиты из композиционного материала.

Предлагаемый технологический процесс состоит из трех основных технологических операций. Содержание переходов технологических операций и используемое оборудование приведено на слайде.

Дальнейшие исследования связаны с разработкой методики оценки физико-механических свойств разнородных композиционных материалов и ее апробация на примере плиты из композиционного материала для подъемной платформы вертикального перемещения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55555–2013 Платформы подъемные для инвалидов и других маломобильных групп населения. Требования безопасности и доступности. Часть 1 Платформы подъемные с вертикальным перемещением.

2. Мелехина М. И., Кавун Н. С., Ракитина В. П. Влияние химического состава и структуры стеклянных наполнителей на свойства эпоксидных стеклопластиков / Труды ВИАМ — Электронный научный журнал. — № 10. — 2012

3. Конев А. М. и др. Основные требования промышленной безопасности к материалам аппаратов из стеклопластика / Конев А. М., Ярмин А. А., Курков А. Н., Честных М. Н., Шакуров А. Ф., Силиванов В. В., Ведин Е. А. Проблемы современной науки и образования. 2015 № 11 (41). С. 103–106.

4. Сатдинов Р. А. и др. Анализ температурно-временных параметров режимов отверждения ПКМ с заданными характеристиками. / Сатдинов Р. А., Истягин С. Е., Вешкин Е. А. / Труды ВИАМ — Электронный научный журнал. 2017 № 3 (51).

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ГРАВИРОВАЛЬНЫМИ ФРЕЗАМИ

Д. Е. Соломин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент

Проведены поисковые эксперименты по гравированию полос длиной 50 мм, на заготовке из стали 45. Были проведены три серии экспериментов: 1 серия — без смазочно-охлаждающей жидкости; 2 серия — со смазочно-охлаждающей жидкостью Blasocut 2000 Universal; 3 серия — с применением масла индустриального.

Гравирование производилось на фрезерно-гравировальном станке Lunx 3D-020, гравером из твердого сплава, диаметром  $D2 = 3,125$  мм, углом  $A = 7,5^\circ$ , размером  $T = 0,1$  мм (рисунок 1). Гравирование выполнялось с подачей,  $S = 5$  мм/мин, частотой вращения шпинделя,  $n = 24000$  мин<sup>-1</sup>, глубиной резания  $t = 0,3$  мм. Перед каждым проходом производили замер гравера на электронном микрометре МКЦ 25–50 мм



Рисунок 1 — Гравер

*Первая серия экспериментов.* Без применения смазочно-охлаждающей жидкости.

Было произведено 4 полных прохода, длиной 50 мм и один длиной 2 мм, после которого произошла поломка гравера. Стойкость режущего инструмента составила 40 минут.

*Вторая серия экспериментов.* Гравирование со смазочно-охлаждающей жидкостью. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости использовалась эмульсия Blasocut 2000 Universal

Было проведено 14 полных проходов длиной 50 мм и один неполный, длиной 21 мм, после которого произошла поломка гравера. Стойкость режущего инструмента составила 144,2 мм.

*Третья серия экспериментов.* Гравирование со смазочно-охлаждающей жидкостью. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости использовалось масло индустриальное И60.

Было выполнено 23 прохода по 50 мм и один проход по 20 мм, после которого произошла поломка гравера.

Выводы

1. Определена зависимость износа режущего инструмента от пути резания при гравировании стальной детали без применения смазочно-охлаждающей жидкости. Стойкость гравера составила 202 мм.

2. Определена зависимость износа режущего инструмента от пути резания при гравировании стальной детали в масляной ванне. Стойкость гравера составила 1170 мм.

3. Установлено, что гравирование в масляной ванне увеличивает стойкость гравера в 6 раз.

4. Проведенные исследования износа твердосплавного инструмента представляют интерес для решения вопроса обрабатываемости резанием труднообрабатываемых буквенно-цифровых надписей на деталях машин и приборах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов. — М.: Высш. шк., 1985, — 304 с, ил.

2. <https://vunivere.ru/work20247>.

## АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

*А. В. Собачкин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — И. И. Ятло, к. т. н., доцент*

**П**овышенная надежность топливной аппаратуры обеспечивается высокой точностью изготовления её деталей с получением диаметрального зазора порядка 1–3 мкм между рабочими поверхностями. Это требование достигается применением сталей, которые после термической, химико-термической и обработки холодом обладают твердостью более HRC 60, хорошей шлифуемостью и способностью доводки поверхностей до параметра шероховатости  $Ra$  0,04–0,08 мкм.

При реальных условиях эксплуатации топливной аппаратуры минимизация износа зависит от упругости и стойкости к деформациям поверхностного слоя не меньше, чем от твердости. Поэтому необходимыми условиями повышенной износостойкости являются максимальные значения критериев стойкости к упругой деформации (индекс пластичности), стойкости к пластической деформации и упругого восстановления. Управлять этими свойствами возможно нанесением тонкопленочных покрытий с оптимальными значениями твердости и модуля упругости, имеющими одновременно повышенные антифрикционные свойства (низкий коэффициент трения, минимальные длительность приработки, тепловыделение при трении, износ трущихся поверхностей).

Дополнительно такие покрытия могут обеспечивать снижение уровня возникающих напряжений, залечивание поверхностных микродефектов, предотвращать растрескивание, минимизировать трибохимические эффекты, быть термостойкими и диэлектрическими. При этом выбор и использование покрытий основываются на обеспечении максимальной адгезии к подложке.

Основными технологическими процессами изготовления деталей топливной аппаратуры являются традиционные операции механической и термической обработки, обработки холодом, шлифования, полирования, хонингования и доводки. Чтобы минимизировать возможную дефектность основного материала целесообразно наносить покрытия на заключительной стадии изготовления деталей. Окончательной операцией при изготовлении высокоточных деталей топливной аппаратуры является доводка алмазными порошками и пастами, в результате которой удаляются локальные прижоги и грубые риски, полученные в процессе шлифования, однако даже сверхтонкая доводка любых кристаллических материалов не исключает дефектность поверхности и наличие микротрещин.

Для создания в поверхностном слое сжимающих напряжений, обеспечивающих схлопывание микротрещин, целесообразно использовать специальную финишную обработку, например, химическое осаждение покрытий из паровой фазы. Для залечивания поверхностных дефектов в процессах осаждения наиболее оптимальным является нанесение покрытий в аморфном (стеклообразном) состоянии, так как применение «замороженной жидкости» позволяет максимально эффективно заполнять впадины шероховатой поверхности, залечивать микродефекты и трещины поверхностного слоя.



Детали топливной аппаратуры эксплуатируются в условиях повышенных нагрузок, скоростей и температур при контакте с поверхностно-активными соединениями топлива, при этом пленка топлива в условиях минимальных зазоров имеет тенденцию к разрыву, что приводит к схватыванию выступов одной поверхности трения с другой. С целью придания антисхватывающих свойств поверхностям трения целесообразно использовать химически инертные покрытия, например, алмазоподобные.

Таким образом, в качестве оценки износостойкости деталей топливной аппаратуры в зависимости от качества материалов и технологий их изготовления может служить анализ физико-механических свойств поверхностного слоя, трибологических характеристик в условиях трения скольжения, параметров шероховатости и результатов испытаний на микроабразивный износ.

## ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРУЮЩЕГО ПРОТЯГИВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

*Р. В. Никишин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — И. С. Буканова, к. т. н., доцент*

**П**ри применении процесса деформирующего протягивания (ДП) для изготовления многослойных трубных изделий решаются основные задачи машиностроительных и металлообрабатывающих производств — экономия затрат труда и металла, получение обработанной поверхности высокого качества.

При раздаче ДП деформирующий инструмент пластически деформирует внутреннюю поверхность стенки детали, увеличивает наружный и внутренний диаметры детали, исправляет неточности геометрии, выглаживает и упрочняет поверхность изделия, что повышает ее износостойкость. Обработка деталей таким способом позволяет исключить обработку резанием, упростить технологический процесс изготовления деталей. В поверхностном слое формируются остаточные сжимающие напряжения, что благоприятно для повышения усталостной прочности деталей [1]. Применение твердосплавных элементов протяжек и специальных смазок позволяет значительно расширить области применения этой операции для обработки заготовок из углеродистых, средне- и высоколегированных сталей, труднообрабатываемых металлов и сплавов, производить малые (поверхностные) и большие (сквозные) деформации, достигающие 20% диаметра, получать высокую точность заготовок и шероховатость обработанной поверхности  $Ra = 0,05$  мкм.

Анализ существующих расчетных схем показал, что механика (ДП) многослойных цилиндрических заготовок является малоизученной. При этом для технологической практики существующие точные решения упругопластической раздачи многослойных изделий отличаются большой сложностью и мало пригодны для технологической практики. Поэтому актуальной является разработка инженерных расчетных схем, позволяющих определять основные параметры технологического процесса, в том числе изменения размеров многослойных заготовок при их обработке. Это позволит свести к минимуму припуски на мехобработку на дальнейших технологических операциях. Накопленный практический опыт получения двухслойных цилиндрических изделий на отечественных предприятиях показал отсутствие единых методик расчетов процессов ДП для получения изделий с регламентированными качественными характеристиками, удовлетворяющими техническим и эксплуатационным условиям работы деталей, в том числе определяющими прочностью сцепления слоев.

Для однослойных заготовок подробно исследовано влияние технологических параметров в зоне контакта с инструментом на коэффициент трения, ширину контакта и контактное давление. Однако для ДП многослойных заготовок таких данных нет.

Недостаточность теоретического обоснования расчетов технологических показателей ДП на основе известных закономерностей и условий деформирования цилиндрических заготовок сводит ре-

шение задач при проектировании технологического процесса к опыту отдельных предприятий. Решение проблемы проектирования технологических процессов ДП, создание единой расчетной базы, в настоящее время не может ограничиться различными эмпирическими моделями, построенными на анализе и обобщении производственного опыта. Поэтому, повышение технологических показателей процесса ДП многослойных изделий путем разработки расчетных методик определения прогнозируемых параметров качества изделия с учетом влияния основных технологических факторов является актуальной научно-технической проблемой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самилкин Д. В. Повышение эффективности деформирующе-режущего протягивания на основе совершенствования схемы обработки. — МАМИ, 1989. — 169 с.

## ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК МЕТОДАМИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

*Р. Н. Воробьев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — И. С. Буканова, к. т. н., доцент*

Исследования и практика эксплуатации машин показывают, что для обеспечения надежности изделий в течение длительного времени наиболее эффективными методами повышения качества поверхностей широкого круга деталей в машиностроении являются упрочняюще-чистовые и формообразующие методы, основанные на деформационном механизме формирования поверхностного слоя. Так, в производстве ответственных деталей типа гильз, корпусов гидравлических и пневматических цилиндров, втулок, колец широко применяются процессы дорнования отверстий. Проскураков Ю. Г., Розенберг О. А., Монченко В. П. и другие исследователи приводят многочисленные примеры успешного внедрения этих процессов в производство деталей автомобилей, тракторов, комбайнов, авиационной техники [1, 2].

Изделия различных конструкций из трубчатых заготовок нередко используются для работы в условиях повышенных нагрузок. Например, корпуса гидравлических цилиндров подвергаются внутреннему давлению в десятки и даже сотни мегапаскалей. Прочность материала таких изделий можно существенно повысить пластическим деформированием. Весьма эффективны составные конструкции корпусов, состоящие из двух и более концентрично посаженных друг на друга цилиндров, скрепленных внутренними силами упругости. Наиболее перспективным методом сборки составного корпуса является дорнование отверстий.

Дорнование применяется главным образом для изготовления отверстий высокой точности. В отличие от резания, где наиболее важным фактором является жесткость технологической системы, обеспечение требуемой точности отверстий при дорновании неразрывно связано с условиями деформационного процесса и с особенностями геометрии очага деформации. Требуются знания, позволяющие прогнозировать точность получаемых отверстий по размеру, форме и взаимному расположению поверхностей на основе закономерностей изменения упругопластических деформаций.

Большинство теоретических исследований в области деформирования тонкостенных труб дорнованием представлено решениями, основанными на принципах раздачи трубы равномерным внутренним давлением [3 и др.]. Методы расчетов отдельных параметров процесса дорнования зачастую логически не связаны и предназначены для решения частных вопросов. Искусственно вводятся дополнения и допущения с целью приближения расчетных результатов к экспериментальным. На практике многие решения не позволяют правильно оценить наиболее важные параметры дорнования. В частности, теоретические значения контактных давлений на порядок и более отличаются от действительных. Таким образом, создание единой методики расчетов всех основных параметров обработки трубчатых заготовок для различных условий дорнования является актуальной задачей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одинцов Л. Г. Упрочнение и отделка поверхностным пластическим деформированием: Справочник. М: Машиностроение, 1987. — 328 с.
2. Проскуряков Ю. Г. и др. Дорнование отверстий тонкостенных деталей в обоймах/ Акименко Ю. А., Суханов Э. С. и др.//Вестник машиностроения. 1971-№ 12. — С. 37–41.
3. Расчет напряжений в составных цилиндрах /Кузьминых А. А., Якупов Р. Г., Камалов Р. Х.// Кузнечно-штамповочное пр-во. 1997. — № 1. — С. 3–6.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЫЛЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ В ПИЩЕВОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

А. С. Шипулин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. А. Федоров, к. т. н., доцент

**П**ищевое машиностроение — динамично развивающаяся сфера производства оборудования для пищевой промышленности. Материалы, применяемые в пищевом машиностроении, должны отвечать общим требованиям, предъявляемым к материалам, находящимся в контакте с пищевыми продуктами. Такие материалы не должны содержать токсичных элементов, вступать в реакцию с продуктами, разрушаться под действием пищевых сред, моющих или дезинфицирующих средств и смазочных материалов. Высокая коррозионная стойкость — одно из основных требований к материалам пищевого машиностроения [1].

В качестве полимерного покрытия, удовлетворяющего таким требованиям, используется фторопласт-4 (тефлон), получивший широкое распространение в пищевой промышленности. Отличительными свойствами фторопласта-4 являются антипригарность, антифрикционность, низкая адгезия, защита поверхностей от коррозии, высокие износостойкость и теплостойкость [2]. В пищевом машиностроении фторопласт-4 универсален во всех отношениях, так как его применение позволяет снизить абразивное изнашивание деталей пищевых машин (например, шнеки для транспортировки зерна, покрытые тефлоном), улучшить качество производимой продукции (не происходит разрушения структуры зерна), исключить прилипание продуктов (тестомесы), обеспечить антипригарность при термообработке продуктов.

Однако, в технологии нанесения фторопласта-4 на поверхность низкая адгезия является существенным недостатком, который способствует постепенному отслаиванию покрытия, вследствие чего актуальна проблема адгезии соединения металл-полимер. Качество покрытия зависит от комплекса факторов, таких как: подготовка поверхности (очистка, создание необходимой шероховатости) и метод нанесения покрытия.

Существуют различные способы нанесения фторопластов на металл: газопламенное напыление, плазменное напыление, электростатическое напыление, лазерное напыление. Технологические преимущества плазменного напыления заключаются в эффективном управлении энергетическими характеристиками напыляемых частиц и условиями формирования покрытия за счет гибкости регулирования режимов работы плазматрона. Плазменное напыление характеризуется высокими коэффициентами использования порошка (до 85%) и прочностью сцепления покрытия с основой (до 80 МПа), низкой пористостью; отсутствием ограничений по размерам напыляемых изделий; низким термическим воздействием на напыляемую основу [3].

Подготовка поверхности перед напылением заключается в очистке от загрязнений и придания шероховатости 10–60 Rz. Такая подготовка осуществляется дробеструйной обработкой, пескоструйной обработкой или нарезанием рваной резьбы. Однако первые два метода технологически не совершенны, а нарезание рваной резьбы подходит только для тел вращения [4].

Таким образом, для повышения адгезии фторопласта с основой необходимо совершенствование технологического процесса напыления, которое заключается, в том числе, в поиске технологичных ме-

тодов обработки поверхностей перед напылением, использовании подслоя (грунтовка, клей), оптимизации режимов процесса напыления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мачихин С. А. Требования функциональной пригодности оборудования для пищевой промышленности [Электронный ресурс] / С. А. Мачихин, А. Н. Стрелюхина, А. М. Васильев // Пищевая промышленность № 3 2015.. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/trebovaniya-funktsionalnoy-prigodnosti-oborudovaniya-dlya-pischevoy-promyshlennosti>
2. ГОСТ 10007–80. Фторопласт-4. Технические условия. Введ. 30.06.1981. — М.: Стандартинформ, 2008. — 15 с.
3. Сафронова Е. А. Разработка технологии и оборудования для нанесения защитных композиционных покрытий способом плазменного напыления. / Е. А. Сафронова, Е. О. Одинаев, В. А. Федоров. // Ползуновский альманах № 4/2 2011. — С. 122–125.
4. Электронная библиотека [Электронный ресурс] / Электронная библиотека машиностроения: Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/newtechnolog/20-plazmennoe-napylenie-pokrytiy.html>

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ НА ОБРАЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

*Е. К. Пушкина*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. С. Буканова, к. т. н., доцент*

**П**ри обработке нежестких деталей наряду с геометрическим копированием погрешности формы, которое обусловлено упругими деформациями элементов технологической системы, имеет место копирование пространственной погрешности. До последнего времени причиной копирования пространственной погрешности считали остаточное напряженное состояние детали. Его причисляли к отрицательным факторам технологической наследственности, снижающим точность нежестких деталей. Действительно уровень остаточных напряжений в заготовке оказывает решающее влияние на величину технологических остаточных деформаций при удалении больших и неравномерных припусков [2]. Поэтому на уменьшение остаточных напряжений в типовых технологических процессах изготовления нежестких деталей тратились значительные усилия.

Снижение уровня остаточных напряжений традиционно достигалось термической и вибрационной стабилизирующими операциями. Делалось это с единственной целью — уменьшить вероятность образования технологических остаточных деформаций, вне зависимости от того благоприятные или неблагоприятные с точки зрения эксплуатационных свойств изделия сформированы остаточные напряжения. При этом термические (отпуск, отжиг, нормализация и т. п.) и упрочняющие (обкатывание, алмазное выглаживание, обдувка дробью и др.) операции по той же причине считали технологическими «барьерами», ослабляющими влияние напряженного состояния на точность детали. Однако многочисленные исследования [1, 3] показали, что в большинстве случаев напряженное состояние детали преодолевает технологический «барьер» в виде термической и упрочняющей обработки за счет увеличения пространственной погрешности. Этот факт доказывает, что напряженное состояние нельзя считать фактором технологической наследственности, оказывающим отрицательное действие на точность, т. к. само по себе напряженное состояние не отражает наследственную взаимосвязь остаточных напряжений и деформаций.

В этой связи представляется необходимым в качестве отрицательного фактора технологической наследственности использовать неравномерное изменение напряженного состояния детали. Это верно

по своей сути, т. к. равномерное изменение напряженного состояния детали не приводит к образованию пространственной погрешности и, следовательно, не оказывает влияния на точность обработки. Кроме того, этот фактор в полной мере отражает взаимосвязь остаточных напряжений и деформаций и соответствует действительным причинам образования пространственной погрешности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букатый С. А., Дмитриев В. А., Папшев Д. Д. Оптимизация режимов упрочнения по допускаемым деформациям деталей // Вестник машиностроения. — 1990. — № 8. — С. 58–61.
2. Дальский А. М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. — М.: Машиностроение, 1975. — 223 с.
3. Кувалдин Ю. И., Васильевых Л. А. Изменение пространственных погрешностей валов при термической обработке. // Известия ВУЗов. — Машиностроение. — 1987. — № 9. — С. 111–115.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»

*Л. И. Северина*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент*

**В** условиях ограничительных санкций для России как никогда актуальным является импортозамещение. Импортозамещение может способствовать развитию малого и среднего бизнеса и промышленности в целом, но для этого требуется организовать производство таким образом, чтобы готовая продукция полностью удовлетворяла запросы российского рынка. Одним из способов повышения эффективности организации производства является система «Бережливого производства», («БП»). «БП» включает в себя методы, нормы, правила, принципы которые используют как вспомогательный инструмент для активации всех возможных ресурсов предприятия снижая потери.

Метод «БП» позволяет без лишних вложений снизить издержки производства, сократить время производственного цикла во всех структурах. Но несмотря на всю целесообразность применения данной системы есть сложности в адаптации к российским производственным условиям. Так, например, Абрамкина Т. М., Беляева И. И. [1,2] и др. в качестве основных препятствий внедрения «БП» в России выделяют: отсутствие точной и полезной информации о сути и о применении «БП», недостаток финансовых ресурсов, нехватка времени у руководства предприятиями, низкая вовлеченность персонала в процесс.

Объектом исследования являются российские промышленные предприятия.

Предметом исследования методы внедрения системы «Бережливого производства» на предприятии.

Цель исследования — обосновать необходимость внедрения «Бережливого производства» на примере конкретного предприятия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) Изучение и анализ теоретико — методического материала, на основе опыта по внедрению на зарубежных и отечественных предприятиях.
- 2) Выявление особенностей управления организацией «Бережливого производства».
- 3) Разработка методов для внедрения «Бережливого производства» на предприятиях г. Барнаула.
- 4) Обоснование эффективности работы системы «Бережливого производства»
- 5) Апробация на одном из машиностроительных предприятий г. Барнаула.

Таким образом, было выяснено что система «Бережливого производства» не до конца изучена, и требует более детального рассмотрения. Необходимо учесть все возможности и особенности этого инструмента.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамкина, Т. Н. Проблемы внедрения «бережливого производства» на отечественных предприятиях [Электронный ресурс] / Т. Н. Абрамкина // Научно-методический электронный журнал «Концепт». — 2013. — Т. 3. — С. 2721–2725. — Режим доступа: <http://e-koncept.ru/2013/53547.htm>. — Загл. с экрана.
2. Беляева, И. И. Результаты применения Бережливого производства 105 в российских компаниях [Электронный ресурс] / И. И. Беляева // Издание о бизнесе и технологиях. — Режим доступа: [http://www.equipnet.ru/management/articles/articles\\_906.html](http://www.equipnet.ru/management/articles/articles_906.html), свободный — Загл. с экрана.

## МЕТОДЫ ФОРМОБРАЗОВАНИЯ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН

*А. В. Фрейзе*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент*

**В** различных машинах и механизмах широко применяют зубчатые передачи.

Формообразование зубьев колес и шестерен может реализовываться различными методами.

1. Нарезание зубьев шестерен методом обкатки.

2. Нарезание зубьев шестерен методом копирования.

По этим методам накоплены статистические данные по достигаемой степени точности зубьев шестерен [1]. В настоящее время распространяются и другие методы формообразования зубьев шестерен: метод 3D-печати, электроэрозионный метод. Однако дальнейшее распространение методов формообразования зубьев шестерен 3D-печатью и электроэрозией сдерживает отсутствие статистических данных по достигаемой степени точности этими методами. Рассмотрим формообразование зубьев шестерен методом 3D-печати.

3. Формообразование зубьев шестерен методом 3D-печати.

В АлтГТУ проведены исследования по определению степени точности шестерни, полученной 3D-печатью экструзионным методом.

Для определения норм кинематической точности и плавности работы на 3D-принтере MakerBotReplicator 2X напечатаны зубчатые колеса диаметром 90 мм, модулем 3 мм, числом зубьев 28, с коэффициентом смещения 0. Образцы печатались при следующих режимах: тип; диаметр сопла экструдера — 0,4 мм; высота слоев — 0,25 мм; температура экструдера — 230 °С; температура стола — 120 °С; скорость печати 90 мм/с, материал — пластик PLA.

Колебание длины общей нормали определяли с помощью зубомерного микрометра МЗ 50–1 ГОСТ 6507–90. Показатели, характеризующие кинематическую точность и плавность работы цилиндрических зубчатых колес, определяли на межцентромере. Радиальное биение зубчатого венца определяли в контрольных центрах. Величина пятна контакта определяли по следам пасты Tuschierhaste на боковой поверхности зубьев шестерни к зубьям измерительного колеса при взаимной их обкатке на межцентромере.

Радиальное биение зубчатого венца колеса  $F_{rr}$  составило 120 мкм. Колебание длины общей нормали,  $F_{vnr}$  составило 82 мкм. Колебание кинематической точности составило 25 мкм. Плавность работы — 20 мкм. Величина пятна контакта по высоте составила 23%, по длине не менее 28%. Согласно проведенным измерениям установлено, что зубчатое колесо, изготовленное экструзионным методом печати может соответствовать 11 степени точности [2].

4. В настоящее время в АлтГТУ проводятся исследования по определению степени точности зубьев шестерен электроэрозионным методом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якимов А. В., Смирнов Л. П., Боршинов Ю. А. Качество изготовления зубчатых колес. — М.: Машиностроение, 1979. — 191 с.

2. Балашов А. В., Заборцева М. Н., Елюбаева А. С., Ахметкали Б. К. Повышение точности зубчатых колес, полученных 3D-печатью. *Инновации в машиностроении: сборник трудов IX Международной научно-практической конференции / под. ред. А. М. Маркова, А. В. Балашова, М. В. Доц, — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2018. — С. 326–333.*

## ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПАЗОВ И ТОРЦОВ В ДЕТАЛЯХ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

*А. В. Садовой*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Н. П. Щербаков, к. т. н., доцент*

Обработка пазов и торцов деталей из конструкционных сталей методом фрезерования в настоящее время сопряжена с рядом трудностей, одной из которых является низкая стойкость режущего инструмента — фрез. Это обусловлено рядом технологических и организационных факторов, таких например, как неверно заданные технологические режимы резания, неподбранная оптимальным образом геометрия режущей части инструмента, выбор режущей части инструмента без учета физико-механических свойств обрабатываемого материала и другие.

Низкая стойкость фрез ведет к удорожанию производимой продукции и увеличению трудоемкости ее изготовления. В этой связи решение задачи повышения стойкости фрез при обработке пазов и торцов в деталях из конструкционных сталей является актуальным.

Конструкционные стали представляют собой особые виды сплавов, которые применяются для изготовления различных деталей конструкций и механизмов, которые используются при производстве станков, машин и всевозможного оборудования. Физические и механические качества и свойства конструкционных сталей обусловлены составом сплавов, в которых нередко содержатся всевозможные вредные примеси. Самыми опасными из химических элементов, влияющих на прочностные характеристики конструкционных сталей, являются сера и фосфор, которые придают сплавам хрупкость и ломкость. [1]

Обыкновенные и качественные конструкционные стали являются углеродистыми, однако содержание вредных химических веществ в них является незначительным. Именно этим объясняется их мягкость и легкость в механической обработке. [1]

К высококачественной конструкционной группе относятся практически все виды легированных сталей, которые отличаются повышенными прочностными характеристиками.

Фрезы — это разновидность режущих инструментов, которые используют для обработки плоских и криволинейных поверхностей, выборки канавок, уступов, пазов, нарезания резьбы и зубцов. Дисковые фрезы относятся к наиболее распространенной и широко используемой группе инструментов.

Процесс обработки материала осуществляется множеством лезвий, расположенных на теле фрезы. Фреза вращается и зубья, контактируя с поверхностью, снимают слои материала определенной толщины. Зубья фрезы изготавливают из различных режущих материалов. Ими могут служить быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика.

В зависимости от конструкции фрезы она может быть сборной, цельной и составной.

Объектом настоящих исследований является режущий инструмент — фрезы дисковые, оснащенные ножами с пластинками твердого сплава (см. рисунок 1), используемые для обработки деталей, имеющих в своей конструкции пазы и торцы и изготовленные из стали марок Ст 3, Ст 35, 40Х, 95Х18.

Предварительный производственный статистический анализ стойкости указанных выше фрез позволил наметить пути экспериментальных исследований, определиться со структурой математической модели стойкости режущего инструмента, а также с комплексом других организационно-технологических мероприятий, позволяющих решить проблему повышения стойкости фрез.

Мы предполагаем, что оптимизация режимов резания и геометрии режущего инструмента приведет к желаемым результатам.



Рисунок 1 – Фреза дисковая

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://studfiles.net/preview/4695181/page:4/>

## УЛУЧШЕНИЕ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗДЕЛИЯ 7НЗ7

*Р. И. Куппа*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель – М. И. Маркова, к. т. н., доцент*

**С**трелковое оружие — это изделие, предназначенное для нанесения на расстоянии ущерба различной степени тяжести живому существу и технике.

Принцип работы стрелкового оружия состоит в том, что при сгорании взрывчатого металлического вещества, например пороха, образуется сила давления газов, которая способствует выбросу боевого снаряда, например пули, из ствольного канала. Патрон состоит из гильзы, капсюля, порохового заряда и пули. Параметры пули влияют на основные тактико-технические характеристики патрона калибра 7,62x54R. К таким характеристикам относятся скорость полета пули и кучность стрельбы. Конструктивно пуля состоит из оболочки, сердечника и рубашки. Технологический процесс изготовления пули включает в себя технологические процессы изготовления деталей пули (сердечника, оболочки, рубашки) и технологический процесс сборки пули [1].

Технологический процесс изготовления сердечника содержит операции: плавление, выдавливание проволоки, старение, отрезка заготовки, штамповка, протирка. Технологический процесс изготовления оболочки содержит операции: вырубка и вытяжка; отжиг и травление; контроль визуального кол-



пака; вытяжка; обжим в три стадии; обрезка; расправка; контроль. Технологический процесс сборки пули: запрессовывание сердечника в оболочку; загибка; обжим; калибровка; накатывание канавки; контроль длины, массы и высоты конуса; протирка и продувка. Каждый из деталей пули обладает размерами с повышенными допусками (рисунок 1,2), соблюдение которых обеспечивает высокое качество изделия (улучшенные баллистические параметры).

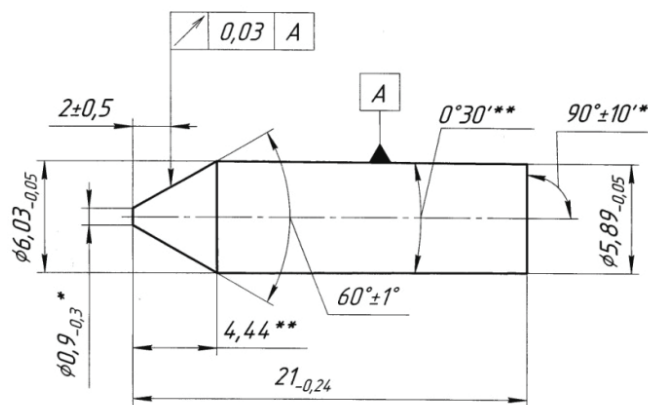


Рисунок 1 – Сердечник пули

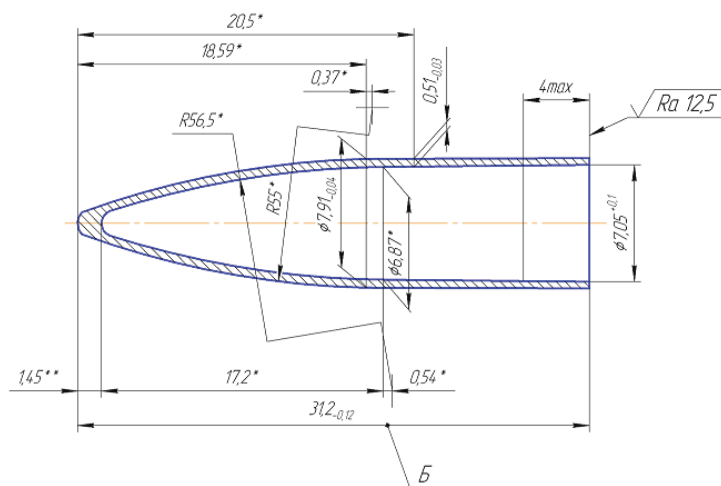


Рисунок 2 – Оболочка пули

Одной из основных характеристик патронов стрелкового оружия является кучность стрельбы [2]. Кучность стрельбы способствует поражению цели при одиночной и автоматической стрельбе. Повышение кучности стрельбы — одна из важнейших проблем, решаемая при проектировании и производстве патронов. Существенное влияние на кучность стрельбы оказывают технологические погрешности изготовления деталей пули и сборка пули. Наибольшее влияние на образование эксцентриситета масс, а соответственно и на рассеивание пуль при стрельбе, оказывает неточность изготовления пульных оболочек, в особенности наличие разностенности, определяемой допуском на толщину стенки. Разностенность формируется на этапе изготовления оболочки на операциях вытяжки.

Для изготовления рубашки применяет инструмент, обеспечивающий высокую точность изготовления (рисунок 3).

Однако, даже при получении размеров в пределах допуска на все детали пули, может оказаться, что при сборке пули их масса будет сильно различаться, что приведет к низкой кучности при стрельбе. Таким образом, основная задача технологического процесса сборки пули, когда размеры всех деталей пули изготовлены в пределах допуска, обеспечить сборку изделия одинаковой массы. Для достижения данного требования предлагается разработать методику комплексной селективной сборки пули изделия 7Н37, что в дальнейшем позволит улучшить тактико-технических характеристики изделия.

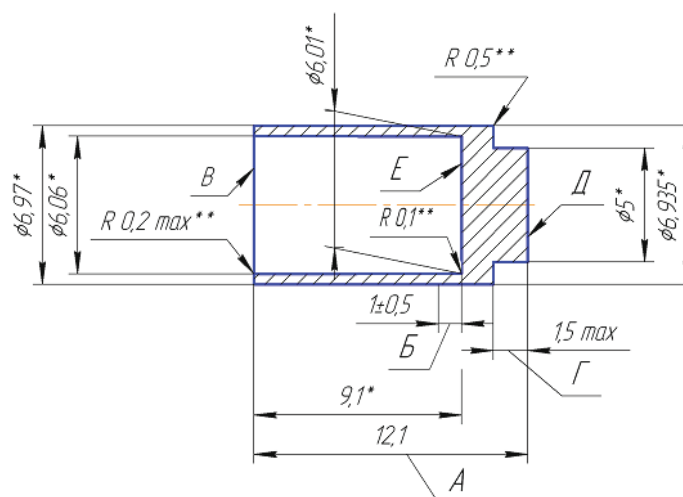


Рисунок 3 – Рубашка

Методика комплексной селективной сборки включает в себя:

- формирование групп деталей пули по массе и размерам (таблица 1);
- разработку алгоритма выборки деталей из групп для сборки пули по массе в пределах допуска.

Таблица 1

## Группы деталей

Деталь	Группа	Масса, г	Биение, мм	Разностенность, мм
1	2	3	4	5
Оболочка	1	2,5–2,55	До 0,08	До 0,03
	2	2,56–2,60		
	3	2,61–2,65		
Рубашка	1	11,70	—	До 0,05
	2	11,75		
	3	11,80		
	4	11,85		
	5	11,90		
	6	11,95		
Сердечник	1	7,20–7,25	—	—
	2	7,26–7,30		
	3	7,31–7,35		
	4	7,36–7,40		
	5	7,41–7,45		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилин Г. А. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию: учебник / Г. А. Данилин, В. П. Огородников, А. Б. Заволокин; Балт. гос. тех. ун-т. СПб., 2005. 377 с.
2. Балаганский И. А. Основы баллистики и аэродинамики: учебное пособие / И. А. Балаганский. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. — 200 с.

## ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ, СТОЙКОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ЭЖЕКТОРНЫХ СВЕРЛ

*Т. И. Мурадов*

*Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — В. А. Хоменко, д. т. н., профессор,*

*Консультант — Ю. В. Федоров, к. т. н., доцент*

На основе изучения и анализа литературных источников, вопросов конструирования и изготовления эжекторных сверл, а также опыта их эксплуатации в производственных условиях установлено, что их работоспособность, стойкость и производительность работы зависят от большого числа факторов, влияние которых не поддается количественной оценке и описанию с помощью математических моделей. Поэтому для выявления этих факторов использован метод экспертных оценок, дающий в подобных случаях наиболее надежные и статистически обоснованные результаты.

Экспертиза должна осуществляться путем индивидуального опроса каждого эксперта с помощью специальных опросных листов. Опросные листы посвящены существу исследуемой проблемы и включают сорок пять факторов, объединенных для удобства проведения экспертных оценок и последующей статистической обработки результатов экспертизы в девять групп по пять факторов в каждой [1].

Основные группы факторов, определяющие работоспособность, стойкость и производительность работы эжекторных сверл:

1. Материал рабочей части сверл, его качество, надежность крепление режущих и направляющих элементов;

2. Физико-механические свойства обрабатываемого материала и условия работы сверла;

3. Оптимальное расположение, точность установки и правильность заточки режущих элементов;

4. Оптимальное расположение, размеры и геометрия рабочей части направляющих элементов;

5. Конструктивные параметры и точность изготовления корпуса сверла;

6. Обеспечение необходимых условий охлаждения, смазки и транспортирования стружки;

7. Точность изготовления, настройки и величина износа системы СПИД;

8. Кинематические характеристики, точность и жесткость станка;

9. Организация работы и эксплуатации инструмента и оборудования [2].

На основе синтеза межгруппового и внутригруппового ранжирования была получена единая системы расположения всех рассмотренных факторов. Наиболее значимыми факторами оказались следующие:

1. Правильный выбор марки твердого сплава для изготовления режущих элементов;

2. Надежность крепления режущих и направляющих элементов на корпусе;

3. Выбор оптимального расположения режущих элементов на корпусе;

4. Правильность заточки передних и задних углов, стружколомов на режущих элементах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. П. Статистические методы анализа экспертных оценок. М., Наука, 1977;

2. Звонцов И. Ф., Серебrenицкий П. П., Схиртладзе А. Г. Технологии сверления глубоких отверстий: учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЗАГОТОВОК КАМЕР ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Н. В. Гордиенко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – А. В. Балашов, к. т. н., доцент

Камеры пневматических шин используются в самолетах, автомобилях, тракторах, зерноуборочных комбайнах, квадрациклах, мотоциклах, велосипедах, тележках и другой технике. Главным преимуществом камерных шин является их ценовая доступность. При боковом порезе возможно заменить не всю покрышку, а только камеру. Кроме того, камерные шины подходят к любым дискам. Автокамерное производство занимает одно из основных мест в изготовлении пневматических шин.

Процесс изготовления камер пневматических шин включает ряд операций. К основным операциям относятся шприцевание резинового рукава, подготовка и установка вентиля, стыковка заготовки, вулканизация сырой камеры, укомплектование вентиля.

На специальных червячных прессах выдавливаются рукава, из которых затем нарезаются заготовки для камер. Процесс стыкования камер пневматических шин производится на полуавтоматических стыковочных станках. Сущность стыкования камер на станках состоит в плотном сдвигании в торец и сдавливании свежесрезанных и плоско сложенных концов автокамерного рукава [1].

Перед стыкованием автокамеры выдерживают на тележках или на люльках подвесного конвейера в течение 30–45 мин, после чего заготовки подвергают внешнему осмотру и обрезают концы их на специальном станке. Так как усадка заготовки происходит неравномерно в середине и на концах, то приходится обрезать оба конца. Для этого рукав, сложенный пополам, укладывают на стол станка и обрезают, руководствуясь метками на столе.

Следует отметить, что несмотря на длительную вылежку, рукава после стыковки дают дополнительную усадку по длине. Поэтому завышают длину перед стыковкой, увеличивают допуск на стыкованную заготовку и ограничивают пригодность стыкованных заготовок для вулканизации по времени.

Для определения усадок шприцованных рукавов, заготовки снимались прямо от ножа агрегата и сразу определялись необходимые размеры (рисунок 1).

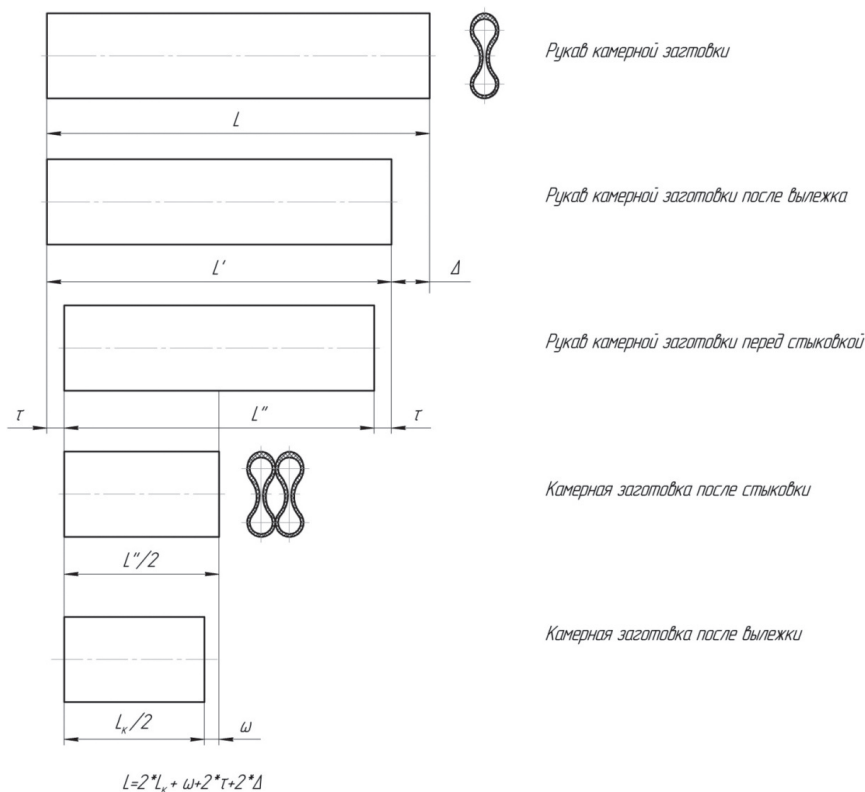


Рисунок 1 – Схема измерений размеров

На операцию стыковки рукава подаются с часовой вылежкой на складе. Усадку стыкованных заготовок определяли с момента стыковка в течении трех часов. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Усадка и размеры камер пневматических шин

№ п/п	Усадка	Размеры камер пневматических шин				
		1200–18	260–508	220–508	640–15	600–13
1	Усадка шприцованных рукавов:					
	через 1 час,%	10	11	12,5	13	14
	через 24 часа,%	11	12,5	14	15	16,5
	через 24 часа, мм	240	290	320	260	280
2	Усадка стыкованных заготовок:					
	через 1 час,%	1,2	2,7	3,0	-	-
	через 3 часа,%	2,5	4,5	5,0	-	-
	через 3 часа, мм	20	40	45	-	-
3	Длина рукавов перед стыковкой, мм	1760±10	1900±10	1900±10	1340±	1140±10
4	Длина стыкованной пополам сложенной заготовки, мм	850±10	905±10	905±10	650±10	545±10

По результатам практических измерений, расчета процента усадки выведен расчетный коэффициент  $K$ , необходимых для определения рациональной длины стыкованной заготовки.

Длина стыкованной заготовки может определяться по формуле:

$$L = \pi \cdot D \cdot K, \quad (1)$$

где  $L$  — длина стыкованной заготовки;  $D$  — внутренний диаметр вулканизационной формы;  $K$  — расчетный коэффициент, выведенный путем практических замеров.  $K = 1,068$  — расчетный коэффициент для среднегрузовых размеров.  $K = 1,075$  — расчетный коэффициент для легковых размеров.

Сформированы рекомендации для стабилизации усадок и сохранения размеров автокамерной заготовки:

1. При вылежке на складе рукава хранить только в 1 ряд.
2. Подавать рукава на стыковку не менее с часовой вылежкой на складе и небольшими партиями.
3. Время хранения стыкованных рукавов не более двух часов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозеров Н. В. Технология резины. — М.: Химия, 1979. 470 с.

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

### **3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТОЧЕНИЯ СТЕКЛО- И УГЛЕПЛАСТИКА**

*А. Д. Кононов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Н. И. Мозговой, к. т. н., доцент*

**В** настоящий момент времени нельзя представить человеческий труд без использования различных научных технологий. Многие процессы уже автоматизированы и не нуждаются в постоянном присутствии человека, а некоторые просто облегчают его труд в разы. Как известно 3D модели создаются в САD-системах (или в САD/САМ-системах) и с их помощью можно создать исследуемую модель, подобрать к ней необходимый инструмент, способ обработки, увидеть нагруженные и уязвимые участки и т. д. Тем самым максимально обезопасить будущее производство, сделав для начала все необходимые операции с 3D моделью.

Углепластик — это композиционный многослойный материал, представляющий собой полотно из углеродных волокон, которые кладутся слоями и переплетаются между собой. Для придания большей прочности угол плетения волокон каждый раз изменяют, а слои скрепляют между собой эпоксидными смолами. Данная конструкция отличается высокой прочностью, жесткостью и малой массой, часто прочнее стали, но гораздо прочнее ее. Широкое применение нашел в таких отраслях как:

- Самолетостроение.
- Медицинская техника.
- Автомобилестроение.
- Спортивный инвентарь: клюшки, шлемы, велосипеды.

Наибольшее распространение при производстве стекло- и углепластиков получили следующие методы:

- Ручная «влажная» формовка.
- Намотка.
- Инжекция (RTM).
- Прессование.
- Вакуумная пропитка (RFI).

Наибольшую прочность такие композиты имеют при оптимальном соотношении армирующих волокон и связующего материала.

В масштабах производства при обработке данного материала можно столкнуться с проблемой реализации, так как если применять специальный режущий инструмент, оснащенный твердыми сплавами можно столкнуться с проблемой получения качественной поверхности, так как из-за существенных отличий в физико-химических свойствах металлов и пластмасс. При которой образуется значительная шероховатость поверхности, элементы которой создают концентраторы напряжений, что значительно влияет на прочностные характеристики готовой детали. Все эти проблемы можно избежать или выбрать иной путь их решения, что в очередной раз показывает на сколько полезны данные системы в производстве.

Выбирая САD-системы моделирования оснастки для производства стекло- и углепластиков необходимо учитывать технологические особенности изделий, создаваемых из композитных материалов.

Вполне вероятно, что можно попросту не учесть особенностей технологии производства, но благодаря 3d-графике и моделированию в целом можно избежать дополнительных расходов на производство, уменьшить риски, да и в целом сделать такие сложные процессы как точение углепластика более надежными, так как САД-системы напрямую способствуют достижению этой цели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия — свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Углепластики>- Загл. с экрана.
2. В. Н. Подураев. Резание труднообрабатываемых материалов: Учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 1974, с. 574.

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР, КАК СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*А. Д. Смолёнова*

*Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова  
Научный руководитель - С. Л. Леонов, д. т. н., профессор*

Системы автоматизированного проектирования (САПР) стали обычным инструментом конструктора и технолога на промышленном предприятии. Новейшие САПР представляют основу конкурентоспособности предприятия в условиях, когда сроки являются основным требованием заказчика. На данный момент программные средства компьютеризации являются такими же важнейшими ресурсами производственного процесса, как персонал, сырье и оборудование. Покупка программного продукта для промышленного предприятия является одним из затратных аспектов организации производства, программы могут стоить дороже оборудования, потому что создание интеллектуального продукта с новыми возможностями требует огромных финансовых затрат для многолетних научных, исследовательских и практических работ целого коллектива. Приобретение дорогостоящих систем требуют персонала особой квалификации, но помимо этого необходима еще и интеграция чертежной графики с существующими технологическими и расчетными приложениями, что позволяет решить более качественно до 80% конструкторских, при меньших временных и ресурсных затратах.

Программы для проектирования не только заменяют старые бумажные методы конструирования, но и предоставляют всевозможные средства автоматизации, что ускоряет и облегчает разработку и повышает стабильность получаемых результатов. Одним из преимуществ САПР в оптимизации производства является параметрическое геометрическое моделирование (ПГМ), которое и позволяет сократить время на прорисовку однотипных моделей.

Долгие годы существовали системы программного обеспечения САПР, которые предлагали продукты, в основном отвечающие за выпуск только чертежно-конструкторской документации. Они не имели функции твердотельного моделирования и не были способны создавать твердотельные модели без возможности корректировки данных в случае необходимости отслеживания наилучшего варианта для модели. За эту функцию отвечает технология разработки геометрической модели на основе ПГМ, подразумевающая использование параметров моделей, управляя ими, при этом САПР сам находит путь построения и изменения модели. На данный момент ПГМ является основной современной технологией выполнения проектно-конструкторских работ в машиностроении, которая умеет создавать чертежно-конструкторскую документацию на основе объемной твердотельной модели. Один из популярных на данный момент программных продуктов, является Autodesk Inventor, разработанный американской компанией Autodesk, который позволяет создавать сложные трехмерные твердотельные прототипы промышленных изделий. [1]

Процесс моделирования начинается с выбора плоскости, в которой будет строиться двухмерный эскиз. Впоследствии этот эскиз можно тем или иным способом легко преобразовать в твердое тело.

При этом не нужно сразу точно выдерживать требуемые размеры, достаточно примерно соблюдать пропорции эскиза. Позже, если потребуется, можно будет изменить значение любого размера и наложить связи (такие как параллельность, перпендикулярность, касательность и т. д.), ограничивающие взаимное расположение отрезков, дуг, окружностей и т. п.

Твердотельное параметрическое моделирование детали базируется на создании дерева построений, отражающего этапы формирования модели. Дерево построений позволяет легко найти путь к задаваемым параметрам и тем самым отредактировать модель в любой момент работы. Исходные данные, добавляемые к текущей модели или вычитаемые из нее, формируются на базе плоского эскиза, выполненного в желаемой из трех плоскости. К ним относятся тела вращения и выдавливания, тела, полученные сопряжением произвольно ориентированных сечений или сдвигом. Сохраняется неразрывная связь «эскиз — твердое тело», которая дает возможность при необходимости корректировать модель через изменение её эскиза с помощью редактирования нужного параметра, наложенных размеров и геометрических связей, привязывая его к значению другого параметра и т. д. Можно изменить любой параметр модели и через несколько секунд увидеть результаты полной перестройки модели.

Возможности моделирования включают в себя не только основные функции превращения эскиза в деталь (выдавливание, вращение, сдвиг и т. п.), но построения трёхмерных фасок, сопряжений, отверстий, резьбу, которые не требуют отдельного построения эскиза. Но есть также возможность построения вспомогательных плоскостей и осей, с помощью которых создаются достаточно сложные поверхности для различных формообразующих операций или границ отсечения части тела.

Визуализации и создание реалистичных изображений с использованием теней, регулированием характеристик материала детали, ее шероховатости и проекции позволяют работать в режиме реального времени и наглядно просмотреть возможности и недочеты модели в объеме.

Созданные детали могут объединяться в сборку с заданием ограничений взаимного расположения деталей относительно друг друга (соосность, совмещение, совпадение точек и плоскостей и др.)

На основе трехмерного объекта возможно автоматическое создание чертежа детали с соблюдением единой системы конструкторской документации, состоящего из основных и вспомогательных видов, сложных разрезов и сечений. Поддержка многочисленных форматов обмена позволяет использовать любой чертежно-графический редактор.

Применение параметрического геометрического моделирования позволяет значительно снизить трудоемкость разработки геометрических моделей за счет редактирование параметров модели без вынужденных манипуляций в случае ошибки и за счет отслеживания подходящих вариантов и пропорций без создания новой модели. За счет ПГМ возможно повторное использование разработанных ранее моделей, которые регулярно используются в производстве, либо задействованы в нескольких сборочных единицах оснастки. Это помогает решить большое количество геометрических задач в процессе проектирования, проследить их актуальность, надежность и пригодность для использования в других элементах производства. На базе САПР возможно создание библиотеки типовых конструкторских элементов (болтов, шайб, гаек и много другого), которые соответствуют ГОСТ или стандартам предприятия.

Параметрическое геометрическое моделирование в программном продукте Autodesk Inventor позволяет автоматизировать процесс создания, редактирования и усовершенствования однотипных деталей в режиме электронного документооборота. Для безбумажных технологий это наиболее актуально, так как нет необходимости вносить изменения в бумажные носители конструкторской документации, достаточно отредактировать 3D-модель и все связанные документы (сборки, чертежи) будут автоматически перестроены. [2]

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов С. А., Смолянинов В. В., Терентьев М. Н. Способы создания параметризованной геометрической модели // режим доступа к статье: <http://cosmos-mdc.cosmos.com.ru/articles/param.html>.
2. Ермилов В. В. Вариационное параметрическое геометрическое моделирование в САПР на основе онтологий: автореф. дис. — Ижевск. 2008. — 178 с.



## ТОКАРНЫЙ СТАНОК С ЧПУ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*И. С. Потапов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент*

Современные композиционные материалы, такие как стеклопластики, получили широкое распространение во многих сферах и областях промышленности в связи с их особенными характеристиками и относительно низкой себестоимостью. По своим прочностным свойствам многие композиционные материалы приближаются к изделиям из металлов и их сплавов.

Механическая обработка композитов сопряжена трудностями. Это, в первую очередь, износ инструмента из-за абразивного воздействия, низкая теплопроводность, высокие упругие свойства, и анизотропия физико-механических характеристик, которые вызывают нестабильность резания. Неверно подобранные режимы резания композиционных материалов приводят к разрушению целостности материала из-за его расслаивания.

Для механической обработки деталей из композиционных материалов в АлтГТУ разрабатывается специализированный токарный станок с ЧПУ. В настоящее время проанализированы технические решения токарных станков с ЧПУ, синтезировано техническое решение токарного станка с ЧПУ для обработки деталей из композиционных материалов, разработаны отдельные элементы токарного станка с ЧПУ.

Проведенный анализ конструктивных решений токарных станков с ЧПУ производства ведущих станкостроительных компаний России позволил их классифицировать по следующим признакам: расположение шпинделей: вертикальное; горизонтальное; изменяемое; количество шпинделей: один; два; более двух; наличие приводного инструмента: имеется; отсутствует; количество суппортов: один; два; более двух; наличие задней бабки имеется; отсутствует.

В результате синтеза конструктивных решений станков с ЧПУ было получено техническое решение малогабаритного обрабатывающего центра, оснащенного системой удаления стружки, мелкодисперсной пыли из зоны обработки. Предусмотрена система адаптивного управления режимами обработки композиционных материалов. Конструкция станка приведена на рисунке 1.

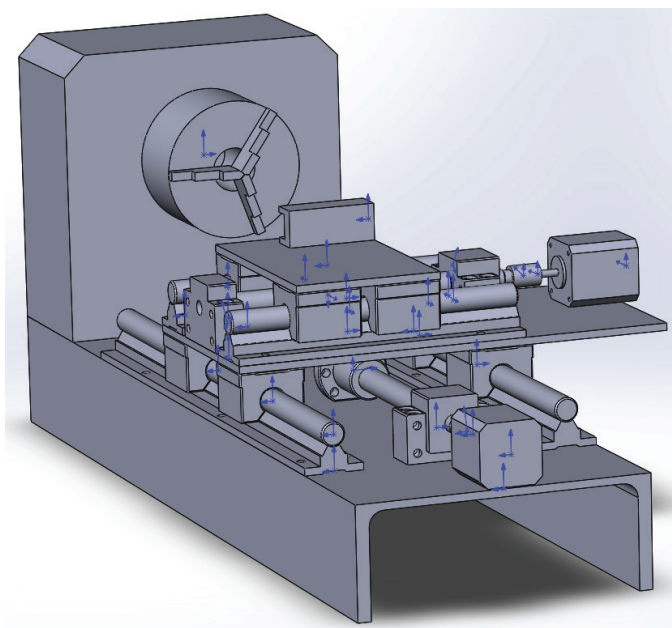


Рисунок 1 – Токарный станок с ЧПУ для обработки композиционных материалов

Токарный станок с ЧПУ спроектирован из модульных элементов. Поэтому для проектирования элементов станка применялась САД-система с параметрическим моделированием (рисунок 2).

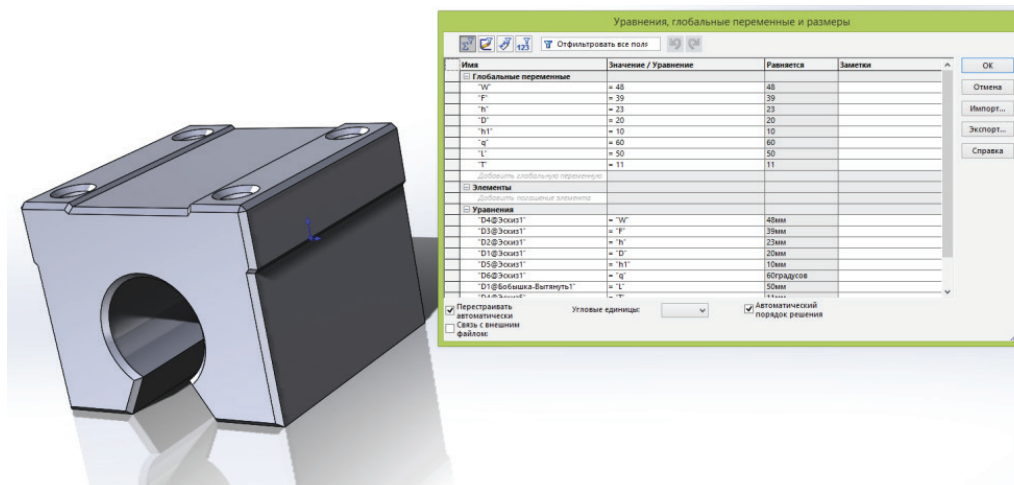


Рисунок 2 – Параметрическая модель опоры суппорта токарного станка с ЧПУ

При проектировании токарного станка с ЧПУ использовались следующие принципы: принцип уравновешенности (симметричности кинематической схемы и конструкции); принцип разделения функций (обработка резанием, автоматическая смена инструмента, установка заготовки); принцип многофункциональности (обтачивание, фрезерование, сверление, растачивание); принцип автономности; принцип кинематической линейности.

Создание токарных станков с ЧПУ по разработанной компоновке позволит повысить эффективность обработки композиционных материалов.

## ПРОВЕДЕНИЕ МАГНИТОПОРОШКОВОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С. Д. Саблин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – В. С. Киселев, к. т. н., доцент

**В** современном машиностроении классическими материалами считаются металлы и их сплавы. Благодаря сварочному процессу можно создать неразъемное соединение двух или более компонентов практически любого изделия.

Современные методы позволяют минимизировать возможность возникновения ошибки при производстве сварочных работ, однако дефекты в сварных швах — распространенное явление. В настоящее время с развитием сварочных технологий разрабатываются и совершенствуются технологии контроля сварки. В статье дан обзор магнитопорошкового метода контроля сварочных соединений на объектах котельного оборудования (далее — МПК), его сущность и область применения. Также проанализированы нормативные документы, регулирующие его реализацию.

Объектами МПК являются разнообразные полуфабрикаты, детали, узлы, элементы конструкций и изделий, сварные соединения, в том числе с защитными или защитно-декоративными покрытиями, включая объекты, находящиеся в конструкции летательных аппаратов, механизмов, машин, оборудования, транспортных средств и другой техники.

Котельное оборудование относится к группе опасных производственных объектов (ОПО), ввиду чего ремонтные работы такого оборудования и его изготовление строго контролируется с соблюдением требований нормативной технической документации. Помимо зарегистрированных требований к ремонту или изготовлению изделий существуют ГОСТы по контролю их качества — ГОСТ Р 56512–2015 «Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы»,

являющимся основным документом для магнитопорошкового метода дефектоскопии, в котором указана область его применения, перечень терминов и определений и их сокращений, перечислены технические возможности метода, а также приведены рекомендации по выбору аппаратуры и магнитного индикатора.

В зависимости от задачи можно выбрать аппаратуру из обширного списка наиболее подходящих устройств. Технические средства, относящиеся к средствам измерений, подлежат периодической метрологической поверке.

Магнитный индикатор выбирается так же, как и аппаратура, — в зависимости от поставленной задачи. В качестве магнитных индикаторов при МПК применяют магнитные порошки, суспензии, аэрозоли, воздушные взвеси и магнитогумированные пасты. Для проверки работоспособности аппаратуры и ее калибровки следует выбрать стандартные образцы.

В ГОСТ Р 56512–2015 также представлены рекомендации по выбору стандартных образцов. Контрольные образцы не являются средствами измерений и периодической метрологической поверке не подлежат.

В зависимости от предмета контроля могут различаться и методы дефектоскопии. При МПК объектов применяют два способа контроля:

- способ остаточной намагниченности (СОН);
- способ приложенного поля (СПП).

Подготовка к проведению магнитопорошкового контроля включает:

- подготовку объектов к контролю;
- проверку работоспособности дефектоскопа;
- проверку качества магнитного индикатора.

По результатам контроля составляется протокол.

Нормы оценки качества при магнитопорошковом контроле должны соответствовать нормам для визуального контроля

В РД-13–05–2006 «Методические рекомендации о порядке проведения магнитопорошкового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах» изложены положения метода МПК с учетом специфики оборудования, применяемого на ОПО.

В соответствии с п.18.8 РД 153–03.1–003–01 (РТМ-1с) нормы оценки качества при магнитопорошковом контроле должны соответствовать нормам для визуального контроля (п. 18.3.4 и табл. 18.2).

Достаточная материальная база и стандартизация метода позволяет осуществлять высокотехнологичный контроль над проведением сварочных работ при ремонте или изготовлении котельного оборудования, вследствие чего повышается уровень качества оказываемых услуг и выпускаемой продукции.

## АКТИВНАЯ ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

*Д. Ю. Пастухович*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. И. Ятло, к. т. н., доцент*

**П**ри внедрении автоматизированных систем управления оборудованием и технологическими процессами на первый план выдвигаются условия по повышению технического уровня и качества продукции машиностроения, средств автоматизации и приборов. Ожидается значительный рост экономичности и производительности выпускаемой техники, ее надежности и долговечности.

Надежная работа технологических систем особенно важна в отраслях специального машиностроения, где выпуск некачественной и ненадежной продукции может стать причиной тяжелых последствий. Износ инструмента приводит к росту сил резания и, тем самым, способствует снижению техно-

логической надежности операций лезвийной обработки по обеспечению требуемой точности и качества, особенно на заключительных этапах изготовления деталей.

Вероятностный характер распределения стойкостных свойств режущих инструментов создает неопределенность результата обработки, которая не должна иметь места при изготовлении дорогостоящих деталей машин. Таким образом, прогресс в современных технологиях объективно сопряжен с решением серьезной проблемы обеспечения технологической надежности операций и диагностируемости состояния технологического процесса при лезвийной обработке труднообрабатываемых материалов.

Опираясь на текущую информацию от датчиков физических параметров процесса, диагностическая система станка должна правильно оценивать состояние режущего инструмента в каждый момент времени, давать ближайший прогноз на поломку и формировать сигналы для системы принятия решения, которая должна вырабатывать управляющие воздействия для осуществления оптимального управления резанием, что позволит выявить резервы производительности, стойкости инструмента и технологической надежности операций.

Для построения современных диагностическо-информационных систем необходимо решать вопросы, связанные с получением первичной информации о технологическом процессе и его состоянии в первую очередь по электрическим параметрам, характеризующим контактную зону технологического процесса.

Активная диагностика состояния режущего инструмента на основе измерения электрической проводимости до сих пор не осуществлена ни в одном серийно выпускаемом станке. Все известные разработки носят пока экспериментальный характер [1, 2]. Объяснение этому факту следует искать в новизне данного направления. Отсутствует опыт расчета и проектирования диагностических систем технологического процесса. Недостаточно сведений о технологических преимуществах нового метода контроля, полученных в ходе прямых экспериментов. Поэтому исследования, посвященные актуальным вопросам автоматизации процессов резания путем применения диагностики состояния режущего инструмента являются актуальными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зориктуев В. Ц., Постнов В. В., Мигранов М. Ш. Диагностика процесса лезвийной обработки. — Автоматизированные технологические и мехатронные системы в машиностроении / Сб. научн. трудов, Уфа, УГАТУ, 1997. — С. 131–132.
2. Зориктуев В. Ц., Хузии И. С. Электропроводимость контакта «инструмент-деталь» — физический и информационный параметр в станочных системах. — М.: Машиностроение, 1998. — 176 с., ил.

## ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННОГО И СИЛОВОГО РЕЖИМОВ ХОЛОДНОЙ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ СЕРДЕЧНИКОВ ПУЛЬ

*В. В. Копейченко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. И. Ятло, к. т. н., доцент*

**И**сследованию процесса поперечно-клиновой прокатки тел вращения и разработке специализированных прокатных комплексов посвящены работы многих авторов [1, 2 и др.] Однако рассматриваемые авторами вопросы характерны для горячей поперечно-клиновой прокатки. Вопросы технологии, оборудования и инструмента для холодной поперечно-клиновой прокатки изучены недостаточно. Это в значительной степени относится к процессу поперечно-клиновой прокатки, применяемой при формировании острия сердечников пуль.

Важной технологической операцией, определяющей эффективность процесса и качество изделий, является операция острения сердечника.

Операция острения сердечника способом поперечно-клиновой прокатки имеет ряд особенностей: цикличность процесса, возникающие знакопеременные деформации и большие конечные деформации в вершине острия. Кроме того, процесс поперечно-клиновой прокатки реализован на широко распространенном действующем кузнечно-прессовом оборудовании, имеющем в составе резьбонакатные автоматы, которые предназначены для накатки резьбы на стержневых крепежных изделиях из низко- и среднеуглеродистых сталей, а не марок У10 и У20, которые применяют при изготовлении сердечников. Последнее обстоятельство обуславливает необходимость совершенствования режимов деформации и параметров технологического инструмента, в значительной степени адаптированных к производственным условиям. Выбор рациональных деформационных режимов ограничен минимально допускаемыми конструктивными изменениями параметров существующего инструмента резьбонакатного устройства данного автомата.

Успешное внедрение способа поперечно-клиновой прокатки, прежде всего, связано с определением и выбором рациональных параметров прокатно-клинового инструмента и режимов деформации, что влияет на качество изделий, ресурсосбережение, производительность и усилие деформации, а, следовательно, энергозатраты.

Из аналитического обзора следует, что каждое конкретное изделие требует индивидуального исследования, учитывающего конструкцию самого изделия и особенности условия процесса поперечно-клиновой прокатки, в том числе и холодной. Поэтому при совершенствовании технологии острения сердечников необходимо учитывать цикличность процесса, форму и размеры изделия, материал изделия, параметры конструкции технологического инструмента и оборудования, что в совокупности обуславливает особенности пластической деформации при острении сердечников методом поперечно-клиновой прокатки.

В связи с этим, актуальным является проведение исследований деформационно-силовых параметров процесса холодной поперечно-клиновой прокатки с целью повышения эффективности процесса острения сердечников.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клушин В. А. Влияние геометрии инструмента на точность деталей, получаемых поперечно-клиновой прокаткой. Абразивная обработка и обработка металлов резанием и давлением. Минск, Наука и техника, 1975, С. 80.
2. Манин В. П., Пыхтунова С. В. Анализ конечных деформаций при поперечно-клиновой прокатке конусообразных тел вращения. Труды четвертого конгресса прокатчиков. Т. 2. — М., 2002. — С. 183.

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ ХОЛОДНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

*Г. Г. Ильиных*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — И. И. Ятло, к. т. н., доцент*

**Ч**истовая обработка сквозных и глухих цилиндрических отверстий в деталях из стали, чугуна и цветных металлов продолжает оставаться трудоемкой операцией технологического процесса механической обработки, что связано, прежде всего, с пониженной жесткостью инструмента, затруднениями с удалением стружки и плохим отводом тепла из зоны резания в отверстие обрабатываемой детали.

Достижение высокой точности и низкой шероховатости поверхности возможно при применении процессов резания лишь с помощью таких трудоемких операций, как хонингование, притирка или доводка.

В настоящее время на машиностроительных предприятиях все более широко применяются процессы дорнования и раскатывания отверстий, в основу которых положен метод холодного пластического деформирования поверхностного слоя металла без снятия стружки.

Применение значительно менее трудоемких, по сравнению с резанием, операций холодного пластического деформирования значительно уменьшает высоту шероховатостей обрабатываемой поверхности (чистовая обработка или отделка), повышает точность формы и размеров детали (размерная обработка или калибрование), улучшает физико — механические свойства поверхности отверстия (упрочняющая обработка).

На практике часто удается сочетать чистовую обработку с одновременным улучшением физико — механических свойств материала поверхности или значительным повышением точности размеров дорнованных отверстий.

Диаметры отверстий, обрабатываемых методом холодного пластического деформирования поверхностного слоя металла без снятия стружки, колеблются в пределах от 1 до 600 при значительной длине обрабатываемых деталей. Считавшиеся до некоторого времени предельными значения временно го сопротивления и твердость, свыше которых обработка металлов в холодном состоянии не рекомендовалась, оказались заниженными. Практика имеет примеры по чистовой обработке поверхности сталей, закаленных до твердости выше HRC 55. В настоящее время метод дорнования с успехом применяется при обработке цилиндрических отверстий в деталях с симметричными стенками, изготовленными из различных марок легированных сталей, высокопрочных чугунов и алюминиевых сплавов. С применением дорнования достигаются высокая точность и чистота поверхности; повышаются износостойкость и усталостная прочность деталей, особенно ослабленных отверстиями как концентраторами напряжений; увеличиваются прочность прессовых посадок и стабильность в работе подвижных посадок; повышается статическая прочность цилиндров, работающих под высоким внутренним давлением.

Дорнование можно использовать как промежуточную операцию перед термообработкой. Размерная точность отверстий закаленных деталей возрастает при этом в 1,6–2,3 раза, а это позволяет уменьшить припуск на последующих операциях хонингования или черновой доводки. Наконец, с изготовлением качественного инструмента, у которого рабочие элементы выполнены из твердого сплава, операция дорнования начинает применяться как черновая при обработке литых и штампованных поверхностей.

По сравнению с раскатыванием дорнование обеспечивает: значительно больший диапазон рабочих натягов; более высокую производительность процесса; менее жесткие требования к точности размера и классу шероховатости поверхности отверстия на предшествующей операции; конструктивно простой в изготовлении и эксплуатации инструмент, обладающий значительной размерной стойкостью. Поэтому в большинстве случаев дорнование является экономически более перспективным видом обработки, чем раскатывание.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕДНО-ХИМИЧЕСКОЙ ПРИСАДКИ НА СТЕКЛО-МЕДНОЙ ПОДКЛАДКЕ ДЛЯ МОНТАЖНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ**

*Е. А. Булыгина*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — В. С. Киселев, к. т. н., доцент*

**П**рименение медно-химической присадки (МХП) на стекло-медной подкладке для монтажной автоматической сварки стыковых соединений стальных конструкций мостов позволило решить целый ряд задач.

Комбинированные стекло-медные подкладки включают собственно подкладку из листовой меди по ГОСТ 859 марки МО+МЗ, обычное оконное листовое стекло толщиной 3 мм и плотную стеклоткань марок Т-10 или Т-11 по ГОСТ 19170 или марок ТСТ-16, ТСТ-15 по ТУ 11–118–75. [1]

Медные подкладки должны поджиматься снизу стальной полосой толщиной  $10 \div 12$  мм. Элементы медных подкладок соединяются между собой встык, при этом между стыками следует установить зазоры  $1,0-2,0$  мм (тепловой зазор), которые закрываются при сварке стыка за счёт теплового расширения медных подкладок вдоль свариваемого шва, исключая деформацию последних из плоскости.

На таких комбинированных подкладках удалось добиться высококачественного формирования валика автоматного шва толщиной до 16 мм включительно, что позволило практически полностью исключить его механическую обработку в потолочном положении.

Данная комплексная технология автоматической монтажной сварки позволила снизить трудоемкость процесса почти на 70%, а значит, существенно увеличить темпы строительства стальных мостов.

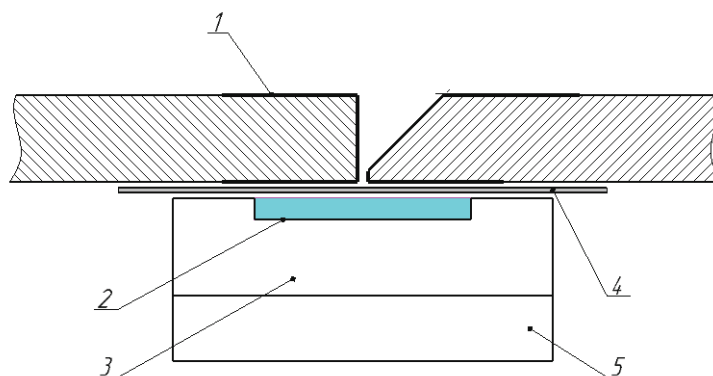


Рисунок 1 — Автоматическая сварка стыкового соединения на стекло-медной подкладке: 1 — зона зачистки; 2 — стекло; 3 — медная подкладка; 4 — стеклоткань; 5 — стальная прижимная пластина.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамлин Г. А. Производство конструкций стальных мостов. — М.: Транспорт, 1994. — 398 с.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ

*И. М. Маркелов, С. А. Банных*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент*

**Т**емпература резания материалов применяется многими для исследования влияния условий резания на усадку стружки, силы и мощности резания, стойкость режущих инструментов, а также для расчета или экспериментального определения скоростей резания, обеспечивающих необходимую теплостойкость [1].

Метод измерения температуры с помощью искусственных термопар является удобным и широко применяется в современных исследованиях.

Схема метода искусственной термопары приведена на рисунке 1. Датчик температуры, состоящий из двух сваренных с одного конца между собой разнородных электропроводящих элементов встраивается в державку резца.

Недостатками представленной схемы является сложность установки датчика в державку резца и невозможность определения температуры в зоне образования стружки, так как измерение температуры фактически производится не на поверхности контакта резца и стружки, а на некотором удалении от них.

Для определения температуры различных точек на передней и задней поверхностях инструмента, на поверхности стружки, заготовки предложено методом конечных элементов выполнить термиче-

ский анализ с последующим сравнением температуры, определенной термопарой. Планируется смоделировать процесс резания с различными граничными условиями, с заданием различной тепловой мощности в зоне резания. Далее необходимо выбрать из полученных результатов, то температурное поле, которое соответствует температуре в точке нахождения термопары.

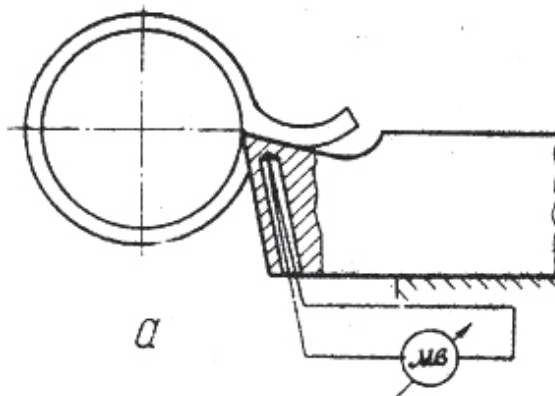


Рисунок 1 – Схема измерения температуры резания методом искусственной термопары

Таким образом, по найденному температурному полю можно определить температуры в необходимой точке зоны резания.

Предложенная методика определения температуры в зоне резания может быть применена для определения температурного поля не только для процессов обтачивания, но и для других методов обработки материалов резанием, например вращающимся инструментом. Для этих методов датчик термопары устанавливается на поверхности детали, а не в инструменте. Методом конечных элементов формируются температурные поля. Затем отбирается температурное поле с температурой в точке нахождения датчика, равной измеренному значению температуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кушнер В. С., Сторчак М. Г., Воробьев А. А., Жавнеров А. Н., Крутько А. А. Совершенствование расчета температуры при резании на основе термомеханического подхода. Омский научный вестник. 2009. № 1. С. 10–14.

2. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://libraryno.ru/kontrol-nye-voprosy-k-tret-ey-glave-terpofiz/>.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

**В. А. Тимонин**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель – В. С. Киселев, к. т. н., доцент

Современные заводы и предприятия далеко продвинулись за счет современных технологий. Сейчас робототехнические комплексы применяются для сварки, укладки, покраски и прочих операций, требующих многократного повторения и высокой точности.

Цель — проанализировать актуальность применения робототехнических комплексов (РТК) в машиностроительном производстве г. Барнаула, на примере предприятия АО «Алтайвагон», Алтайский край, г. Новоалтайск.

На данном предприятии РТК применяется для сварки изделия «Крышка люка», полувагона 12–296–01, который в свою очередь предназначен для перевозки инертных насыпных, крупнокусковых грузов,



не требующих защиты от атмосферных осадков. Объем выпуска данного типа вагона на Алтайвагоне около 7000 в год [1].

Технической особенностью РТК является применение функции поиска смещения заготовок. Функция поиска реализована по методу касания сварочной проволокой заготовок, установленных на оснастке (кондукторе). Схема сенсора определяет момент касания заготовки в момент появления на сварочной проволоке низкого потенциала.

Все рабочие параметры робота и оборудования по сварке программируются заранее на каждый тип изделия. Оператор производит управление производственным процессом с панели оператора, размещенной на контроллере, либо с дополнительного выносного пульта управления из соответствующей рабочей зоны. Запуск рабочего процесса происходит посредством вызова соответствующей программы для данного типа обрабатываемого изделия [2].

Количество изделий, изготовленных на РТК за одну рабочую смену, вдвое превышает норму сварщика, который заваривает то же изделие.

Считаю, что РТК можно применить на АО «Барнаульский вагоноремонтный завод», для сварки изделий, а именно «Крышка люка» полувагона модели 12–9780.

Вывод: число роботов в современной промышленности возрастает ежегодно. И это нормально, так как они экономят деньги работодателей, а рабочим облегчают трудную и монотонную работу. РТК работают круглосуточно и безостановочно, намного точнее людей — у них нет чувства усталости, их сенсоры и системы позиционирования способны сохранять точность до сотых долей миллиметра. Пока мы видим их еще не везде, но совсем скоро их наличие трудно будет не заметить.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО Алтайвагон // Полувагон, модель 12–296–01. [Электронный ресурс]. — URL: <http://altaivagon.ru/produkcija/vogonostroenie/poluvagony/1229601/>.
2. Промышленные роботы FANUC для интеллектуальной автоматизации производства. [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.fanuc.eu/ru/ru/роботы>.
3. АО БВРЗ// Полувагон, модель 12–9780. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.b-vrz.ru/service/wagon1/>.

## ФОРМИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*В. М. Керкеснер*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Н. И. Мозговой, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время в зарубежной и российской научно-исследовательских институтах большое количество исследований посвящено вопросам изучения физико-механических свойств композиционных материалов для изготовления различных деталей в авиационной, приборостроительной и машиностроительной области.

Композиционные материалы в современном мире по многим параметрам превосходят аналогичные по характеристикам металлы: повышенная антикоррозионная стойкость, достаточно высокая прочность, демпфирующие и антифрикционные свойства, могут использоваться как изолирующие материалы (диэлектрики). Данные свойства способствовали его широкому использованию при замещении металлов в ответственных узлах и деталях машин на этапе разработки конструкторской документации. Эти материалы широко используются в подшипниках скольжения, в механизмах зубчатых зацеплений, магнитопрозрачных корпусах и во многом другом.

Однако нормативов по выбору режимов резания для таких материалов зачастую отсутствуют или противоречивы. Поэтому при создании баз данных по назначению режимов резания необходима классификация композитов и исследования их обрабатываемости.

Большинство композиционных материалов обладает комплексом свойств, позволяющих применять их не в одной, а в нескольких областях, в различных сочетаниях, поэтому приведенная классификация является условной. Наиболее обширной группой является группа композитов, которые можно разделить на неорганические, керамики [1, 2].

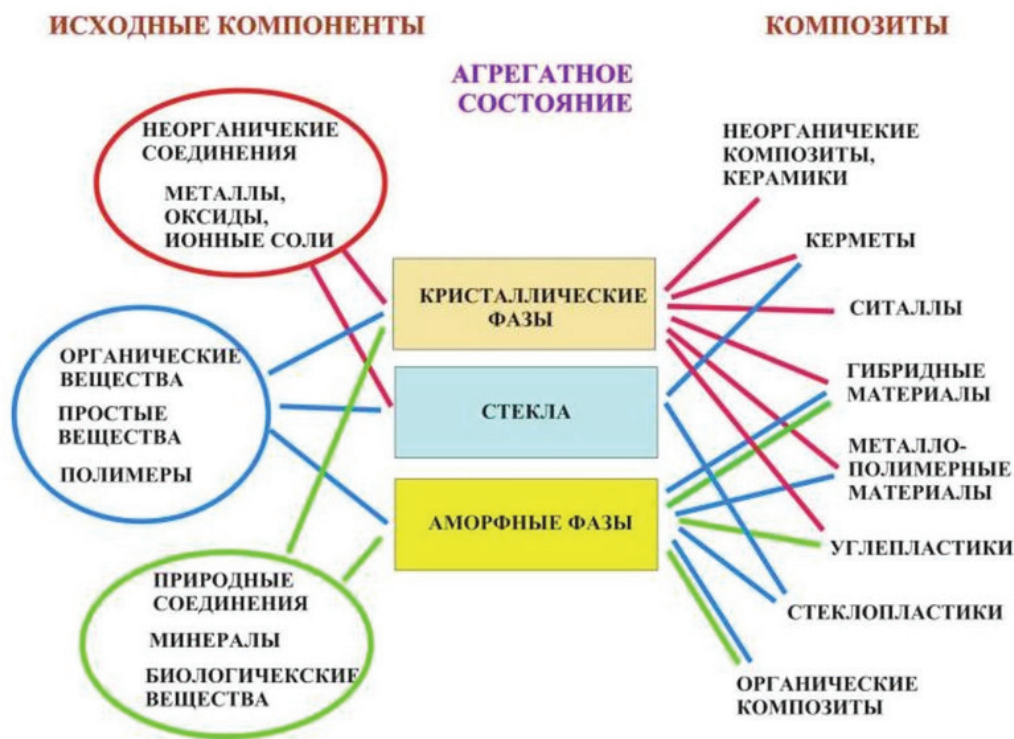


Рисунок 1 – Классификация композитов

Данная классификация используется при формировании баз данных для назначения режимов резания обработки композиционных материалов на машиностроительных предприятиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогов В. А. Современные машиностроительные материалы и заготовки: учеб. пособие для студентов высш.учеб. заведений / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 336 с.
2. Мозговой Н. И. Стеклопластик и особенности его механической обработки./ Н. И. Мозговой, А. М. Марков, М. В. Доц. LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG. Германия — 2012. 100 с.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЭКЗАМЕНОВ У СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

**В. В. Виганд**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель — В. С. Киселев, к. т. н., доцент

**А**ттестация — процедура проверки квалификации специалиста. Экзаменационный центр ООО «ГАЦ АР НАКС», г. Барнаул при ФГАУ «Научно-учебный центр «Сварка и контроль» при МГТУ им. Н. Э. Баумана» «СертиНК» проводит аттестацию специалистов в области неразрушающего контроля (НК) согласно ПБ 03–440–02 по следующим методам: ультразвуковой (УК); радиационный

(РК); магнитный (МК); проникающими веществами: капиллярный (ПВК), течеискание (ПВТ); визуальный и измерительный (ВИК).

Аттестация согласно ПБ 03–440–02 необходима специалистам, осуществляющим неразрушающий контроль технических устройств, зданий и сооружений опасных производственных объектов, подведомственных Ростехнадзору.

Различают уровни квалификации специалистов НК в соответствии с ПБ 03–440–02:

— Специалист I уровня квалификации имеет право производить настройку и регулировку аппаратуры, осуществлять контроль, выполнять операции по поиску дефектов, регистрировать и классифицировать результаты контроля, предоставлять отчет по результатам контроля. При этом специалист I уровня квалификации не производит выбор метода и средств контроля, а также оценку результатов контроля.

— Специалист II уровня квалификации имеет право самостоятельно осуществлять НК и выдавать заключение о качестве проверенных объектов по результатам контроля, вести подготовку и руководство персоналом I и II уровней, разрабатывать письменные инструкции (технологические карты) по НК.

— Специалист III уровня квалификации имеет право проведения всех операций по определенному методу НК, производит выбор технологии контроля и аппаратуры. Специалист III уровня может участвовать в приеме квалификационных экзаменов.

Область деятельности экзаменационного центра ООО «ГАЦ АР НАКС» включает в себя предаттестационную подготовку и аттестацию специалистов в области технического диагностирования, неразрушающего контроля. Для автоматизации и повышения качества проведения процедуры аттестации внедрено специализированное программное обеспечение для сдачи теоретического блока экзаменов SK-Test.

При проведении процедуры аттестации используются возможности программного обеспечения SQL-Server и Microsoft Access.

SQL — декларированный язык программирования, применяемый для создания, модификации и управления данными в реляционной базе данных, управляемой соответствующей системой управления базами данных. Программирование SQL может эффективно использоваться для вставки, поиска, обновления, удаления записей базы данных. Для работы с базами любого типа служит полнофункциональная программа Microsoft Access, в основе которой используется модель динамического обмена данными с интернет-публикациями и другими приложениями. Данная программа предусматривает использование инструментов автоматизации обработки любого типа информации, представленной в структурированном виде.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПБ 03–440–02–Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

*А. А. Ощепков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. С. Киселев, к. т. н., доцент*

**В** современном мире компьютерные технологии занимают все большее место во всех областях промышленности в том числе и в машиностроении. Благодаря внедрению компьютерных технологий в машиностроительное производство, производственный процесс стал гораздо более технологичен, экономичен и эффективен. Широкое внедрение автоматизации и роботизации позволило перейти на новый качественный уровень развития технологий сварки и наплавки на объектах

Ростехнадзора РФ. Это привело к тому, что качество выпускаемых готовых изделий со сварными соединениями повысилось. В сварочном производстве благодаря компьютерным технологиям возможно спрогнозировать тепловые эффекты, возникающие при сварке, возможные деформации металла и многое другое.

Производство сварных конструкций в различных областях машиностроения напрямую зависит от квалификации сварочного персонала, а в особенности сварщиков. Чтобы оценить уровень квалификации сварщика согласно нормативным документам, а именно ПБ 03–273–99, сварщики обязаны сдать сначала практический экзамен, а только затем теоретический. Чтобы сварщик приступил к подтверждению своей квалификации, он должен подать заявку в аттестационный центр, которая обрабатывается в системе электронного документооборота. По результатам назначаются контрольно-сварные соединения, способы сварки, электроды и способы контроля готовых сварных соединений. По результатам аттестации сварщику выдается удостоверение, подтверждающие уровень квалификации. Данное удостоверение позволит работать на объектах, подконтрольных Ростехнадзору.

Электронный документооборот позволяет упростить процедуру подготовки документов к экзамену как у сварщиков, так и у специалистов сварочного производства. Затем из электронного документооборота вся информация, касающаяся выданных удостоверений и срока их действия, передается в единый центр, в котором вся информация выставлена в открытом доступе. Это позволяет работодателям при приеме на работу проверить достоверность предоставленных документов кандидатами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПБ 03–273–99 — Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.
2. РД 03–495–02 — Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В БАРНАУЛЕ

*А. И. Распутина, А. А. Перекатова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — О. В. Дремова, ст. преподаватель*

**В** период с 2015–2025 годы действует муниципальная программа «Барнаул — комфортный город», одна из задач которой предусматривает полную ликвидацию доли аварийного и ветхого жилья в общей площади жилищного фонда (это по данным 1.07.2014 года 97 многоквартирных домов). В связи с этим объемы строительных отходов неизменно увеличиваются, а захоронение на свалках, к тому же без их рекультивации, с каждым годом все более насущная проблема. Именно поэтому рециклинг крупных строительных отходов является особенно актуальным.

Рециклинг — это процесс возвращения различного вида отходов производства в оборот или их повторное использование. Он позволяет более рационально использовать невозполнимые природные ресурсы, при том, что отходы строительной промышленности дешевле природного сырья и минимизировать экологический ущерб от производственной деятельности. Часто они почти сразу годятся для применения в качестве заполнителей.

Основной задачей при разрушении ЖБИ является полное отделение арматуры от бетона с целью переплавки, а вторичный щебень, полученный из щебня и цементного камня — для повторного использования. Бетоны, в которых используется вторичный щебень в качестве крупного заполнителя, не уступают по характеристикам тяжелым бетонам из классических материалов, а по себестоимости получаются дешевле.

На заводах железобетонных изделий нашего города имеется опыт по вторичному использованию строительного лома и арматурных стержней, изготовлению и использованию вторичного щебня из ЖБК, использованию зол при производстве свайных ростверков и в качестве наполнителя газобетона.

Было выявлено, что, несмотря на перечисленные выше преимущества, на практике рециклинг имеет ряд недостатков, таких как дополнительные затраты на покупку оборудования, большой расход электроэнергии, трудоемкость процесса, быстрый износ оборудования. Это делает вторичную переработку экономически невыгодной, следовательно, не привлекает промышленников для внедрения.

Остается надеяться, что усовершенствование методов и государственная поддержка помогут найти широкое применение технологии вторичного использования строительных отходов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 17.09.2014 года N2013 «Об утверждении муниципальной программы «Барнаул — комфортный город» на 2015–2025 годы» (с изменениями на 30 марта 2018 года)

2. Фахратов, М. А. Эффективное использование отходов бетонного лома в качестве заполнителя в производстве бетонных и железобетонных изделий [Электронный ресурс] / М. А. Фахратов, В. И. Сохряков, Е. К. Калмыкова, А. А. Белов. — Режим доступа: <http://www.ids55.ru/ais/articles/201005280230-15/80620120810093819.html>

3. Фахратов М. А. Вторичное использование бетонов в строительстве [Электронный ресурс] / М. А. Фахратов, А. А. Белов. — Режим доступа: <https://www.ecorecycle.pro/tehnologii.html>

4. Штриплинг Л. О., Туренко Ф. П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов / Учебное пособие — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. — 192 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

*Е. В. Белоусов*

*Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — В. Н. Некрасов, к. т. н., доцент*

**В** условиях современных производств постоянно увеличивается количество деталей, которые подвергаются нанесению всякого рода покрытий, для лучшего нанесения и стойкости покрытий, поверхность детали должна пройти определенную подготовку. Так же растет точность сборки, что влечет недопустимость нахождения на поверхности детали грата, окалин, ржавчины и следов воздействия других химических веществ.

Методы подготовки поверхностей деталей делятся на три группы, самое распространение механические, химические и физико-химические.

Рассмотрим подробнее методы механической очистки:

1. Ручной метод, заключается в удалении с поверхности загрязнений с помощью применения усилий рабочего, использующего различные виды инструмента: различные скребки, проволочные щетки и различный механизированный инструмент.

2. Пескоструйный метод, применяется при очистке штучных изделий, важно соблюдать требование к толщине обрабатываемой детали, толщина стенки не менее 3 мм. Для очистки применяют силикатный или кварцевый песок, в результате чего при очистке возникает большое количество пыли. Это может вызвать у рабочего болезнь легких.

3. Дробеметный метод, требуемая толщина стенок более 3 мм, так как при меньшей толщине деталь будет подвергаться короблению. Для очистки применяют дробь диаметр, который равен примерно 1 мм. Этот метод более производительен и экономичен чем пескоструйный.

4. Галтовка, распространенный метод механической очистки мелких деталей в условиях массового производства. Галтовка происходит как при взаимном трении и ударах деталей друг об друга без аб-

разива, так и с абразивом. Длительность очистки зависит от типа загрязнений и занимает от 30 до 120 минут.

5. Метод ультразвуковой очистки, происходит в ультразвуковых установках, схема которых представлена на рисунке 1.

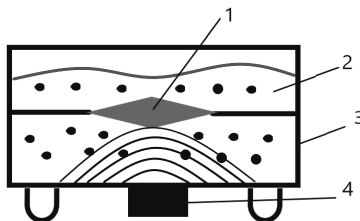


Рисунок 1 – Схема ультразвуковой установки.

На рисунке 1 представлена схема метода ультразвуковой очистки, на ней изображена 1 деталь, помещенная в зону ультразвукового воздействия, которое происходит внутри ванны 3, в среде из абразива 2, под воздействием источника ультразвука 4.

К достоинствам данного метода стоит отнести возможность обработки деталей с тонкими стенками от 1 мм, так же возможность очищения деталей имеющих сложные геометрические формы, выступающие тонкостенные элементы, пазы, глухие отверстия. В зависимости от размеров установки и мощности излучателя, данные установки можно применять как в ювелирных мастерских так и на предприятиях с массовым типом производства.

Из выше изложенного следует, что ультразвуковой метод имеет перспективы развития, что приведет к его большему распространению в производстве. Он является довольно производительным и безопасным, позволяет очищать поверхность почти от всех видов загрязнений, при применении нужного заполнителя рабочей среды устройства.

## ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТВЕРСТИЙ ДЕТАЛЕЙ ТИПА СТАНИНА В УСЛОВИЯХ ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Д. С. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – В. Н. Некрасов, к. т. н., доцент*

**С**танина — это корпусная деталь, которая является базовой деталью, на которую монтируют отдельные сборочные единицы и детали, соединяемые между собой с требуемой точностью. Точность различных элементов станины, включающая в себя такие параметры, параллельность её направляющих, перпендикулярность торцовых поверхностей относительно осей отверстий, соосность и правильность расположения отверстий, влияет в дальнейшем на правильность её соединения с другими деталями, на способность выполнять будущим станком необходимых функций. Поскольку станина является крупногабаритной деталью, то при её контроле возникает ряд сложностей. Сложности заключаются в износе контрольных пробок, клиньев, довольно низкой их универсальности при контроле расположения отверстий и соосности [2]. При контроле направляющих станин сложность представляет контроль отклонения углов наклона и поверхностей профиля направляющих. На сегодняшний день остается актуальным выявление новых наиболее эффективных и универсальных способов контроля направляющих и отверстий станин в условиях единичного и мелкосерийного производства с целью повышения оперативности и производительности самого процесса контроля.

За последние несколько десятков лет разработано и используется немало различных методов контроля направляющих и расположения отверстий у крупногабаритных деталей, размеры которых от 1,5 и более метров.

Контроль расположения отверстий включает проверку отклонений от соосности, параллельности и перпендикулярности, изменение торцового биения и межосевого расстояния. Расстояния между осями отверстий у крупных деталей определяют, устанавливая в них контрольные пробки или специальные клинья и измеряя размеры с помощью универсальных средств. Если рассматривать современные технологии контроля параллельности отверстий, то эти средства могут быть в виде специального универсального лазерного прибора способ контроля им может заключаться в физических законах об отражении лазерного пучка, направленного на специально установленное зеркало под вторым контролируемым отверстием. Соосность контролируемых отверстий контролируют гладкими или ступенчатыми контрольными оправками. Эти оправки выполняют по качеству  $h5$  и  $Ra=0,63...0,16$  мкм [3]. Здесь можно отметить что отклонение от соосности, к примеру отверстия под вал станины, приводит к нежелательным деформациям колец подшипников, вызывает повышенный нагрев узла, снижает его виброустойчивость и долговечность по точности [1].

Для измерения отклонения от плоскостности направляющих станин применяют оптические плоскомеры, например, ИС-45. Прямолинейность контролируют с помощью уровня, автоколлиматора или лазерного интерферометра. Для контроля прямолинейности направляющих с помощью брускового уровня, например, мод. 200-02, сначала выставляют станину на регулирующих опорах так, чтобы обеспечивалось нулевое положение пузырька уровня. Затем, перемещая уровень вдоль направляющих, через определенные интервалы берут отсчет по шкале уровня с ценой деления 0,02 мм. По полученным показаниям строят график, отображающий профиль направляющих, и определяют отклонение от прямолинейности. Лазерным интерферометром можно измерить отклонение от плоскостности поверхности длиной до 3000 мм. Форму профиля направляющих контролируют специальным шаблоном и набором щупов. Параллельность поверхностей можно проконтролировать с помощью уровня. Уровень сначала устанавливают на одну базовую поверхность. Станину выставляют по уровню, затем уровень переносят на другую поверхность и отсчитывают отклонение от параллельности. Отклонения от параллельности и перпендикулярности поверхностей направляющих можно измерить также с помощью измерительных головок, установленных на образцовом мостике, который перемещают по направляющим [2]. Гидростатический способ основан на принципе сообщающихся сосудов. Гидростатический уровень состоит из двух головок с жидкостью, связанных водяным и воздушным (для выравнивания давления в головках) рукавами. Замер уровня жидкости в головках ведут с помощью микрометрических глубиномеров по касанию измерительного стержня с поверхностью жидкости. Точность отсчета 0,01 мм. Обе головки устанавливают на направляющую поверхность и одну из них перемещают вдоль направляющей. Разность показаний головок в различных точках указывает величину отклонения от прямолинейности. Способ натянутой струны используется для контроля направляющих значительной длины (2,5–10 м). С помощью кронштейнов на концах направляющей над ней и параллельно ей натягивают тонкую (диаметром 0,1–0,3 мм) стальную проволоку. На мостике (суппорте) устанавливают микроскоп с отсчетной шкалой и по окуляру совмещают нулевую отметку шкалы со струной. Перемещая мостик с микроскопом вдоль направляющей, по отклонению нулевой отметки от уровня струны определяют величину не прямолинейности [3].

Из всего выше перечисленного можно сделать вывод что при контроле станин металлообрабатывающих станков применяют специальные, но недостаточно универсальные контрольные приспособления. Эти приспособления позволяют контролировать расположения отверстий и направляющие у станин разных металлообрабатывающих станков, но при этом требуется их незначительная переналадка под конкретную деталь. При всем многообразии средств и методов контроля необходимость сокращения номенклатуры, выявления и разработки новых средств и методов для увеличения положительного экономического эффекта на производстве металлообрабатывающих станков, остается крайне важной [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лутьянов А. В. Метрология//Технология машиностроения 2017. № 8. С. 46–42.
2. Карпов А. А. Интернет ресурс: <https://studfiles.net> Учебное пособие по дисциплине «Технология станкостроения», 2014. С. 14–16.

3. Интернет ресурс: <https://lektsia.com/2xc06d.html> лекция: «Дефекты и способы контроля направляющих станины». С. 4.

4. Расторгуев Г. А. Дефектация станин металлорежущих станков. Вестник машиностроения 2014 г. № 11. С. 41–46.

## СОЗДАНИЕ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

*А. С. Кротова*

*Алтайский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ*

*Научный руководитель — Н. А. Торгашова, к. э. н., профессор*

**Л**есная и деревообрабатывающая промышленность — важная составляющая экономики Алтайского края и представляет собой одну из самых перспективных отраслей промышленности в Российской Федерации. Несмотря на то, что Россия является мировым лидером по запасу древесины, вклад лесной отрасли в ВВП страны в объёме мировой торговли составляет лишь 3%. Главная причина низкой отдачи от использования леса заключается в неразвитости глубокой переработки лесных ресурсов.

Анализ Лесопромышленного комплекса России на современном этапе показывает, что для его успешного развития необходимо снижение затрат на древесное сырьё и энергию, потому что при производстве они являются наибольшими. В сумме они составляют 40–45% себестоимости производства продукции.

Для решения этой проблемы является целесообразным перейти предприятиям на собственные источники энергии — древесное топливо, уменьшить зависимость лесозаготовительных работ от природных условий, объединить мелкие предприятия в более крупные и развить на них глубокую переработку древесины.

Сравнение методов лесозаготовок показало, что наиболее эффективным методом по глубокой переработке древесины является хлыстовая технология. При этом способе заготовки леса дерево спиливается, очищается от сучьев, распиливается на нужные размеры и по лесным дорогам доставляется на склады. Это позволяет сократить количество работы на лесосеке, уменьшить затраты на очистку. Данная технология была разработана ещё в СССР и долгое время была наиболее распространённой. Но на данный момент эта технология в России мало употребляется, по причине законодательного ограничения, действующего также на правила перевозки хлыстов. Хлыстовая технология удобна и экономична, имеет высокие показатели эффективности в производительности и максимальном использовании древесного сырья.

Вместе с тем следует подчеркнуть то, что в крае недостаточно предприятий для глубокой переработки древесины, что приводит к отсутствию рынка сбыта низкотоварной древесины. Большая часть древесины заготавливается мелкими частными предприятиями, которые не способны применять глубокую переработку и использовать высокопроизводительную технику.

Запасы лесных ресурсов в Алтайском крае при создании деревоперерабатывающих предприятий в области глубокой переработки древесины позволят обеспечить потребности региона в древесине, значительно расширить экспорт продукции в другие регионы страны и за рубеж.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суханов, В. С. Судьба развития глубокой переработки древесины в руках лесозаготовителей [Электронный ресурс] / В. С. Суханов. — Электрон. журн. — 2012. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sudba-razvitiya-glubokoy-pererabotki-drevesiny-v-rukah-lesozagotoviteley>



2. Глубокая переработка древесины: в ожидании государственных инициатив [Электронный ресурс] / Н. Шварц. — Электрон. журн. — 2017. — Режим доступа: <http://lpk-sibiri.ru/forest-industry/lpk-forest-industry/glubokaya-pererabotka-drevesiny-v-ozhidanii-gosudarstvennyh-initsiativ/>

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРАВКИ И ГИБКИ ПРОВОЛОКИ

Н. А. Пчелкина

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель — А. В. Балашов, к. т. н., доцент

Сортовой прокат широко используется в машиностроении, приборостроении, строительстве и других отраслях промышленности.

На рынке прокатной продукции в условиях жесткой конкуренции к сортовому прокату предъявляются высокие требования. При этом сортовой прокат должен отвечать всем эксплуатационным параметрам, независимо от способа его получения.

Производить конкурентоспособную продукцию можно, только обладая современными высокоэффективными технологическими процессами.

Следовательно, исследования направленные на разработку технологии правки и гибки материалов с обеспечением повышенных эксплуатационных свойств и устройств для её реализации являются актуальными.

Анализ описанных устройств для правки и гибки проволоки выявил основные недостатки выпускаемых установок: высокая погрешность правки изделий из проволоки — прямолинейность 0,8 мм/100 мм; отсутствие совместной гибки, резки и правки изделий из проволоки; не возможность быстрой настройки станка из-за замены профильных роликов; не предсказуемые физические характеристики проволоки.

В АлтГТУ разработано компоновочное решение аппаратного комплекса для правки и гибки проволоки, рисунок 1.

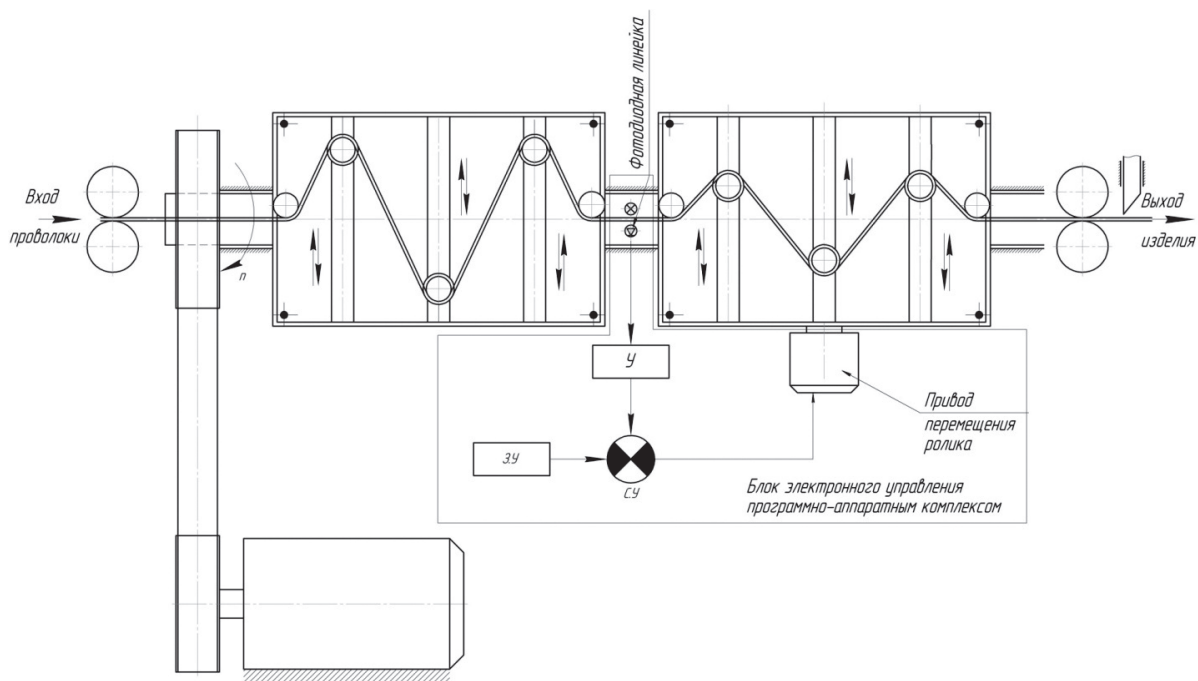


Рисунок 1 — Компоновочное решение аппаратного комплекса для правки и гибки проволоки

Аппаратный комплекс состоит из корпуса, двух вращающихся рамок, в которых расположены регулируемые натяжные ролики, привода вращения рамок блока, привода перемещения ролика, привода вращения подающих и тянущих роликов, системы резки проволоки на мерные куски и блока электронного управления программно-аппаратным комплексом.

Аппаратный комплекс работает следующим образом: проволока через подающие ролики передается в первую вращающуюся рамку, через правящие ролики. Путем многократного воздействия вращающихся роликов, проволока выпрямляется, и уравниваются внутренние напряжения. Результаты правки оцениваются с помощью фотодиодной линейки, результаты измерений которой сравниваются с заданным значением прямолинейности проволоки. При расхождении значений подается сигнал с блока электронного управления на привод положения роликов во второй рамке для дальнейшей правки проволоки. После правки проволоки происходит рубка ее на мерные куски, заданного размера.

Компоновочное решение программно — аппаратного комплекса позволяет использовать универсальное оборудование для гибки и правки проволоки различного сечения, обеспечивающее повышенную точность формы и уменьшение остаточных напряжений.

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Б. Д. Баянкин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. Б. Дорош, старший преподаватель*

**К**абельные системы электрообогрева — это энергоэффективная система преобразующая электрическую энергию в тепловую из-за теплового воздействия тока. Принцип работы заключается в том, что имеется две токопроводящие жилы между которыми находится полупроводящий материал, по мере понижения температуры количество связей увеличивается, что приводит к повышению температуры кабеля [1]. Устройство кабеля электрообогрева представлено на рисунке 1.

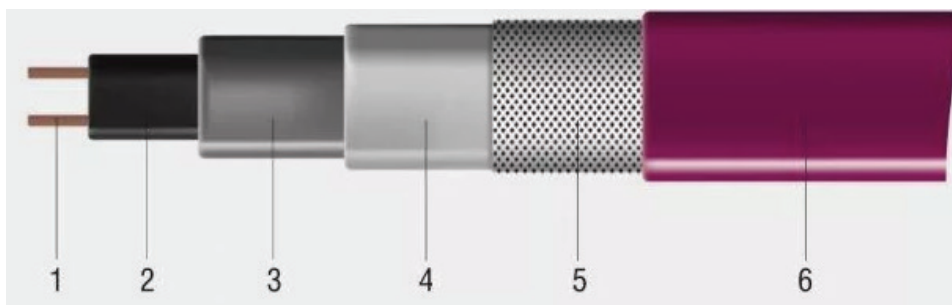


Рисунок 1 — Устройство кабеля электрообогрева: 1 — токонесущие жилы; 2 — полупроводниковый слой; 3 — первый слой изоляции; 4 — слой изоляции из полиолефина; 5 — экранирующая оплетка; 6 — защитная оболочка

В наше время они нашли широкое применение в гражданском строительстве и город Барнаул не является исключением. Использование кабелей для обогрева трубопроводов и резервуаров как снаружи, так и внутри позволяет предотвратить их замерзание, а установка таких систем на кровлю и карнизы домов, а так же на ступени уличных лестниц гражданских зданий позволяет увеличить безопасность для жителей города [2]. Альтернативой является использование многоэлектродных композиционных электрообогревателей на основе бутил-каучука обладающих достоинствами такими как:

- безопасность, данная система защищена от перегрева и коротких замыканий;
- энергоэффективность, автоматика самостоятельно регулирует температуру в заданном диапазоне;
- долговечность, за счет использования коррозионностойких материалов и прочной изоляции.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Применение данных систем электрообогрева позволяет обеспечить безопасность и решить проблемы во время заморозков в гражданском строительстве, а так же является безопасной, долговечной и энергоэффективной системой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники: учебное пособие / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 8-е изд., стер. — Лань, 2016. — 736 с.
2. Дайнеко В. А., Ковалинский А. И. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий. Минск: Новое знание, 2008. — 320 с.

## О НЕОБХОДИМОСТИ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ЗНАНИЮ ВОПРОСОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

*О. А. Беребердин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – Н. М. Гесенко, старший преподаватель*

**С**туденты кафедры ЭиАЭП в процессе обучения ежегодно проходят производственную практику в действующих электроустановках на различных промышленных предприятиях.

Работа необученных новичков в электроустановках, находящихся под рабочим напряжением, может привести к получению электротравмы.

По данным Национального исследовательского университета «МЭИ» электротравмы в среднем составляют 3% от общего числа травм, 12–13% от общего числа смертельных случаев — смертельные электротравмы.

Принято различать следующие причины электротравм: технические, организационно-технические, организационные и организационно-социальные. [1].

Практически доказано, что, если человек проинформирован об опасности поражения электрическим током, это не только, обостряет его внимание, но и снижает тяжесть электротравмы. Внимание, собранное состояние человека, создаёт особую защитную реакцию.

Учитывая всё вышеизложенное, авторами статьи предлагается организовать обучение студентов кафедры ЭиАЭП, с последующей аттестацией на 2-ю группу по электробезопасности до выхода их на производственную практику.

С этой целью был создан действующий макет на основе ячейки КСО-272, позволяющий имитировать ячейку отходящей линии электропередачи 10 (6) кВ, ячейку вводного выключателя трансформатора, питающую одну из секций понижающей ГПП и ячейку секционного выключателя. Данная ячейка содержит следующие коммутационные аппараты: высоковольтный автоматический выключатель, шинный разъединитель с одним заземляющим ножом на стороне выключателя и линейный разъединитель с одним заземляющим ножом также на стороне выключателя.

Разработанный макет позволяет обучить студентов проведению технических мероприятий, обеспечивающих безопасность работ в высоковольтных силовых шкафах.

Обучающийся должен составить бланк переключений с указанием последовательности операций. Выполнить дополнительные технические мероприятия в соответствии с предлагаемыми условиями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана труда в электроустановках / под ред. проф. В. А. Князевского: учебник для вузов. — 2-е, изд. перераб. и доп. — М.: «Энергия», 1977. — 320 с.

## О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКТОРА ТВЧ УСТАНОВОК

*С. О. Бобровский*

*Алтайский государственный аграрный университет  
Научный руководитель – А. А. Багаев, д. т. н., профессор*

**В** настоящее время эффективным способом упрочнения поверхностей рабочих органов почвообрабатывающих орудий и кормоприготовительных машин является индукционный нагрев высокочастотными установками. При этом корректная работа высокочастотной индукционной установки без срабатывания устройств защиты требует согласования параметров индуктора (активное со-

противление  $R$  и его индуктивность  $L$ ) и источника питания (в зависимости от типа индукционной установки регулируемая или нерегулируемая емкость батареи конденсаторов  $C$ ) в резонансном режиме [1,2]. Вне зависимости от типа используемых тиристорных или транзисторных схем источника питания проблема указанного согласования не является тривиальной и представляет собой достаточно сложную задачу, решение которой достигается путем определения параметров индуктора. Кроме этого знание параметров индуктора требуется для адекватной оценки тока в индукторе с целью оптимизации режимов высокочастотного нагрева деталей.

Методика определения параметров индуктора, основывающаяся на анализе осциллограмм разряда конденсатора в колебательном  $RLC$ -контуре, изложена в работах [1,2] и включает в качестве обязательного этапа зарядку накопительной емкости  $C$  с последующим ее разрядом на исследуемый индуктор с активным сопротивлением  $R$  и индуктивностью  $L$ . В работах [3–7] предложены датчик для определения тока в индукторе, методика его измерения, учтен поверхностный эффект, изложена методика калибровки амперметра.

Результатом исследований является методика и система измерения тока в индукторе ТВЧ установки, позволяющая для индуктора конкретной формы с известными параметрами измерять в амперах косвенным методом ток в индукторе ТВЧ установки. Предлагаемые методика и измерительная система позволяют проводить оптимизационные исследования по упрочнению поверхности почвообрабатывающих и режущих рабочих органов сельскохозяйственных машин путем контролирования тока в индукторе ТВЧ установки в амперах и, следовательно, оценивать мощность передаваемую установкой нагреваемой детали.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотовский Ю. И., Гутин Л. И., Таназлы Г. И., Шуляк А. А. Измерение параметров индукторов установок индукционного нагрева на режимах, близких к номинальным // Силовая электроника. — 2005. — № 1. — С. 104–106.
2. Лазаревич З., Болотовский Ю. И., Гутин Л. И., Таназлы Г. И., Шуляк А. А. Об одном варианте практической реализации системы измерения параметров индукторов установок индукционного нагрева на режимах, близких к номинальным // Силовая электроника. — 2007. — № 4. — С. 78–80.
3. Бобровский С. О. Датчик тока высокочастотной индукционной установки для предприятий Барнаула // Молодежь — Барнаул: материалы XVII–XIX городской научно-практической конференции молодых ученых. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2018. — Часть XIX. — С. 551–554.
4. Бобровский С. О., Багаев А. А. Информационно-измерительная система для измерения тока в индукторе высокочастотной индукционной установки // Аграрная наука — сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIII Международная научно-практическая конференция (15–16 февраля 2018 г.). — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. Кн. 2. — С. 154–155.
5. Бобровский С. О. Методика определения истинного значения тока в индукторе высокочастотной установки индукционного нагрева // Вестник молодежной науки Алтайского государственного аграрного университета: сборник научных трудов. — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2018. — № 1. — С. 54–57.
6. Багаев А. А., Бобровский С. О. Основные положения методики косвенного измерения тока в индукторе ТВЧ-установки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2018. — № 5 (163). — С. 171–178.
7. Багаев А. А., Бобровский С. О. Влияние поверхностного эффекта на величину тока в индукторе ТВЧ установки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2018. — № 6 (164). — С. 186–192.

## СИМИСТОРНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

*М. В. Бутакова, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – М. И. Стальная, к. т. н., профессор*

Современную промышленность трудно представить без использования электрической энергии, которая передается по сетям переменного напряжения промышленной частоты — 50 Гц. Однако иногда возникает ряд случаев, требующих использования постоянного напряжения в технологических процессах. В таких ситуациях рационально использовать автономные источники питания (аккумуляторы и батареи) или преобразователи переменного напряжения в постоянное (AC/DC преобразователи).

Так чаще всего для преобразования одного рода напряжения в другой используют полупроводниковые выпрямители. Полупроводниковые приборы являются наиболее совершенным устройством для выполнения данной задачи с использованием автоматических систем управления для регулирования уровня выпрямленного напряжения.

Одним из вариантов регулирования уровня постоянного напряжения является применение преобразователей, выполненных с использованием симисторов.

Преимуществом данных схем является возможность использования одного комплекта полупроводниковых преобразователей для осуществления реверса питающего напряжения, который, в силу особенностей конструкции симистора, способен пропускать ток в обоих направлениях при подаче соответствующего управляющего сигнала. Схемы [1, 2] симисторных преобразователей представлены на рисунке 1.

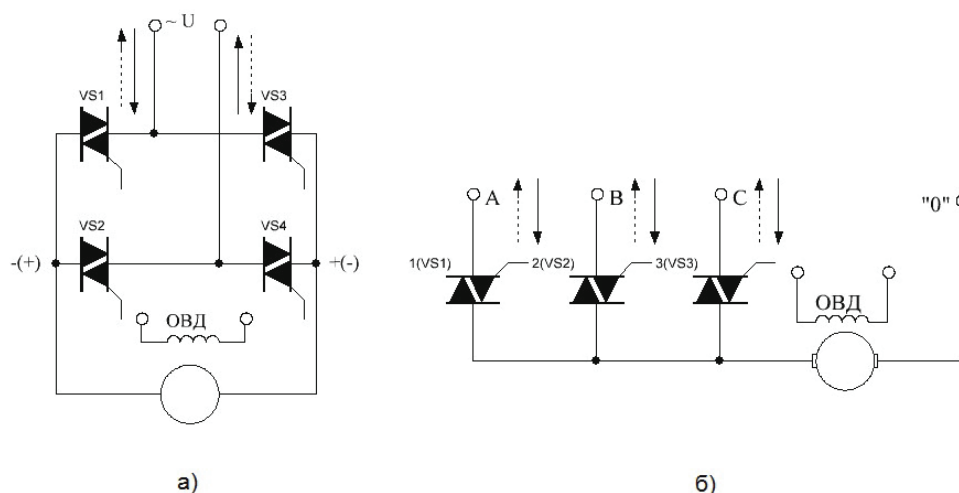


Рисунок 1 — Схемы симисторных преобразователей:

- а) реверсивный регулируемый полупроводниковый мостовой однофазный симисторный выпрямитель;  
б) симисторный реверсивный регулируемый трехфазный нулевой выпрямитель

Таким образом, развитие данного направления является весьма перспективным. Симисторы способны упростить и удешевить конструкцию системы преобразования электрической энергии, обеспечить ее надежность и эффективность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 167952. Симисторный реверсивный регулируемый трехфазный нулевой выпрямитель / Стальная М.И., Ведманкин А.В., Иванов И.А., Бутакова М.В., Сухинин С.Е.; Заявл. 19.05.2016. Оpubл. 13.01.2017. Бюл. № 2.
2. Патент РФ 166593. Реверсивный регулируемый полупроводниковый мостовой однофазный симисторный выпрямитель / Стальная М.И., Ведманкин А.В., Иванов И.А., Бутакова М.В., Сухинин С.Е.; Заявл. 19.05.2016. Оpubл. 10.12.2016. Бюл. № 34.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НА БАЗЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ

*С. В. Вакуленко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. А. Грибанов, к. т. н., доцент*

**Ц**ель работы — провести ряд мероприятий по автоматизации системы электроосвещения на примере части офисного здания для повышения энергоэффективности объекта и выполнить оценку целесообразности мероприятий, а также выявить мероприятия, в большей степени повышающие энергоэффективность здания.

В качестве объекта для проведения оценки эффективности применяется часть этажа офисного здания, в котором применяются светильники с люминесцентными лампами и стандартное управление освещением.

В качестве наиболее рациональных и целесообразных мероприятий были выбраны следующие:

- замена светильников на светильники с светодиодными лампами;
- установка датчиков движения в коридорах и проходных помещениях, что исключит человеческий фактор (забывчивость персонала) и минимизирует нецелесообразное функционирование освещения в отсутствие проходящих через эти помещения людей;
- установка высокочувствительных датчиков присутствия во всех помещениях, что позволит отключать осветительные приборы в случае отсутствия людей в помещении;
- установка контроллера, работающего по следующему сценарию: при постановке этажа на охрану, ОПС (охранно-пожарная сигнализация) передает сигнал на контроллер, контроллер отключает электроснабжение рабочих мест, что позволяет снизить затраты на электрическую энергию из-за оставленного включенным после рабочего дня оборудования.

После проведения всех мероприятий и взяв актуальные цены на оборудование, которое применяется в административных зданиях, мы получаем следующий результат, приведенный в таблице ниже.

*Таблица 1*

Мероприятие	Годовая экономия, руб.	Стоимость внедрения, руб.
Замена люминесцентных светильников на светодиодные	12060	$6345 \cdot 22 + 6 \cdot 946 = 145266$
Установка датчиков движения	590	$721 \cdot 2 = 1442$
Установка датчиков присутствия	1210	$9495 \cdot 5 = 47475$
Установка контроллера	3230	2083
ИТОГО:	17090	196266

Как мы видим, установив всё оборудование, мы получим окупаемость этого оборудования почти 12 лет при нынешней цене за электроэнергию, а учитывая то, что цены на электроэнергию только растут и вместо оборудования «Световые Технологии» возможно подобрать аналоги с более лояльными ценами, то мы получаем отличный результат модернизации. Также стоит отметить, что самым рентабельным при автоматизации является установка контроллера для управления питанием рабочих мест.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по оценке эффективности энергосберегающих мероприятий — Москва: Институт качества высшего образования НИТУ «МИСиС», 2014. — 96 с.
2. ЭТМ iPRO. Интернет-магазин. Корпоративный сайт. Каталог товаров [Электронный ресурс]: интернет-ресурс. — Новосибирск, 2017. — Режим доступа: <http://nsk.etm.ru/cat/catalog.html>
3. Световые технологии. Продукция [Электронный ресурс]: интернет-ресурс. — Москва, 2017. — Режим доступа: <https://ltcompany.com/ru/products/types/>

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*А. Е. Давыдов, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — С. Ю. Еремочкин, к. т. н., доцент*

**В** современной промышленности часто встречается, когда на предприятиях существуют некоторые отделы или цеха где, используется устаревшее оборудование. В данной статье предлагается один из возможных вариантов модернизации электропривода с асинхронным двигателем, использующим конденсаторный пуск конденсаторного пуска.

В настоящее время в области силовой электроники происходит стремительное развитие, благодаря которому сегодня можно многие системы модернизировать при помощи современных полупроводниковых приборов (IGBT и MOSFET). Данные полупроводники чаще всего применяют в частотных преобразователях, которые могут осуществлять векторно алгоритмическое управление. Такие преобразователи можно использовать на большинстве предприятий.

Существует такие предприятия на которых отсутствует трехфазная сеть питающего напряжения, или куда провести трехфазную сеть питающего напряжения является затруднительным. Решением проблемы регулирования скорости трехфазного асинхронного двигателя в однофазных электрических сетях переменного напряжения является частотный преобразователь, работающий в режиме векторно — алгоритмического управления.

Такие схемы управления асинхронным двигателем позволяют кроме пуска, регулировать частоту вращения и направление вращения электродвигателя, что является преимуществом перед использованием конденсаторного пуска.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрический привод в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] // coolreferat.com — Электрон. дан. — [Б. м.], 2017. — Режим доступа: <http://coolreferat.com/Электрический%20привод%20в%20сельскохозяйственном%20производстве>.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СО СТАРЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*А. Е. Давыдов, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — С. Ю. Еремочкин, к. т. н., доцент*

**Р**азработка системы управления трехфазным асинхронным двигателем при питании от однофазной сети является важным вопросом в разработке электропривода для сельскохозяйственных регионов.

Так для однофазного полупроводникового коммутатора для трехфазного асинхронного двигателя, представленного на рисунке 1, разработана система управления на микроконтроллере на базе процессора atmega 328.

Микроконтроллер подаёт сигналы на базы транзисторов в соответствии с программой, написанной на языке «С++». Открываясь, транзисторы, шунтируют обмотки двигателя в определенном порядке, благодаря чему получается вращающееся магнитное поле статора, представленное на рисунке 2.



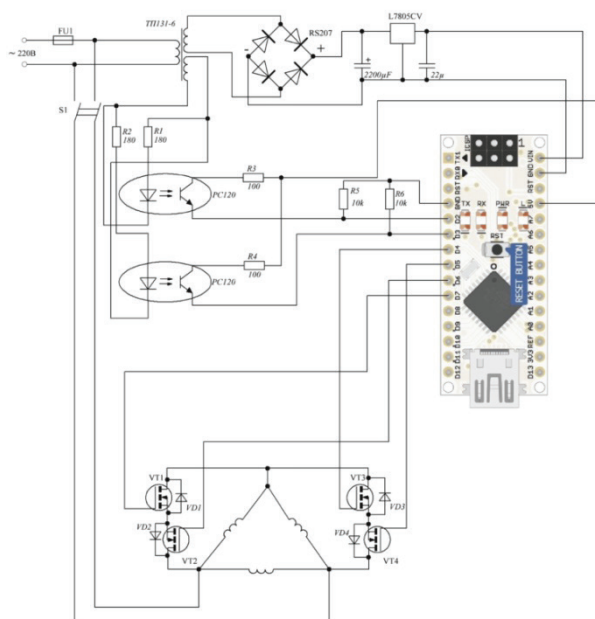


Рисунок 1 – Однофазный полупроводниковый коммутатор

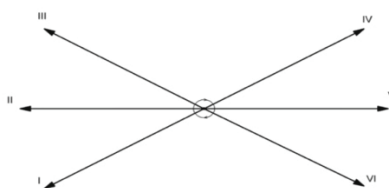


Рисунок 2 – Векторная диаграмма

Данную схему управления можно использовать для запуска асинхронного двигателя в сельском хозяйстве и частных предпринимателей, к которым подведение трехфазной сети экономически не целесообразно, но существует необходимость использования трехфазных асинхронных двигателя.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрический привод в сельскохозяйственном производстве [Электронный ресурс] // coolreferat.com — Электрон. дан. — 2017. — Режим доступа: <http://coolreferat.com/> Электрический привод в сельскохозяйственном производстве

## КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

К. Е. Дедаев

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – Т. М. Халина, д. т. н., профессор

**П**ри производстве деталей и отливок одной из задач является выпуск продукции с малым выходом брака. Определенные виды брака литейного производства влияют на шероховатость поверхности, поэтому её определение является актуальной задачей. При этом важно определить

коэффициент шероховатости поверхности отливок [1, 2]. Барнаул по количеству предприятий промышленности Алтайского края занимает первое место, важным фактором для которых является своевременное выявление и исключение бракованной продукции.

Актуальность предлагаемых метода и устройства заключается в быстром и легком получении информации о состоянии поверхности объектов на массовом производстве без вмешательства в технологический процесс.

Устройство контроля шероховатости поверхности состоит из двух корпусов, в первом — будет установлен под определенным углом  $\alpha$  высокочастотный пьезоизлучатель, подающий высокочастотный сигнал; во-втором корпусе будут расположены под таким же углом  $\alpha$  приемники, принимающие отраженный сигнал. Кроме того, во втором корпусе будут расположены микроконтроллеры для сравнения сигнала (рисунок 1).

Научная новизна заключается в создании систем диагностики без вмешательства в технологический процесс и передачи на расстояние информации о состоянии поверхности с использованием нового программного обеспечения современными информационными системами передачи данных на мобильные и стационарные устройства.



Рисунок 1 — Расположение излучателя и приемника: 1 — излучатель; 2 — приемник; 3 — шероховатая поверхность;  $\alpha$  — угол наклона

Ожидаемые технические параметры разрабатываемого устройства контроля поверхностей объектов с помощью высокочастотного акустического сигнала заключается в следующем:

- обеспечивается неразрушающий контроль изделия;
- возможность высокой скорости проведения исследований;
- выявление неровностей от 20мкм и выше;
- возможность внедрения устройства непосредственно на конвейер;
- обеспечивается помехозащищенность;
- возможность передачи полученных результатов на мобильные или стационарные устройства;
- небольшие габариты прибора.

Вышеуказанные возможности обуславливают более эффективные качественные характеристики устройства по сравнению с основными аналогами (интерференционный метод, щуповые методы).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25142–82 Шероховатость поверхности. Термины и определения — Москва: Изд-во стандартов, 1982. — 10 с.
2. Шачнев Ю. А. и др. Контроль шероховатости поверхности. [Электронный ресурс] / Ю. А. Шачнев, Н. Т. Крушняк, В. М. Ульянов, И. В. Иванина. — Электрон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 20 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/52130> — Загл. с экрана.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — М. И. Стальная, к. т. н., профессор

При разработке преобразователя частоты для асинхронных двигателей малой и средней мощности требуется исследовать разработанную схему [1], рисунок 1, на устойчивость работы устройства и определить запасы этой устойчивости. Для этого составляется структурная схема «Преобразователь частоты — асинхронный двигатель» (ПЧ-АД), рисунок 2.

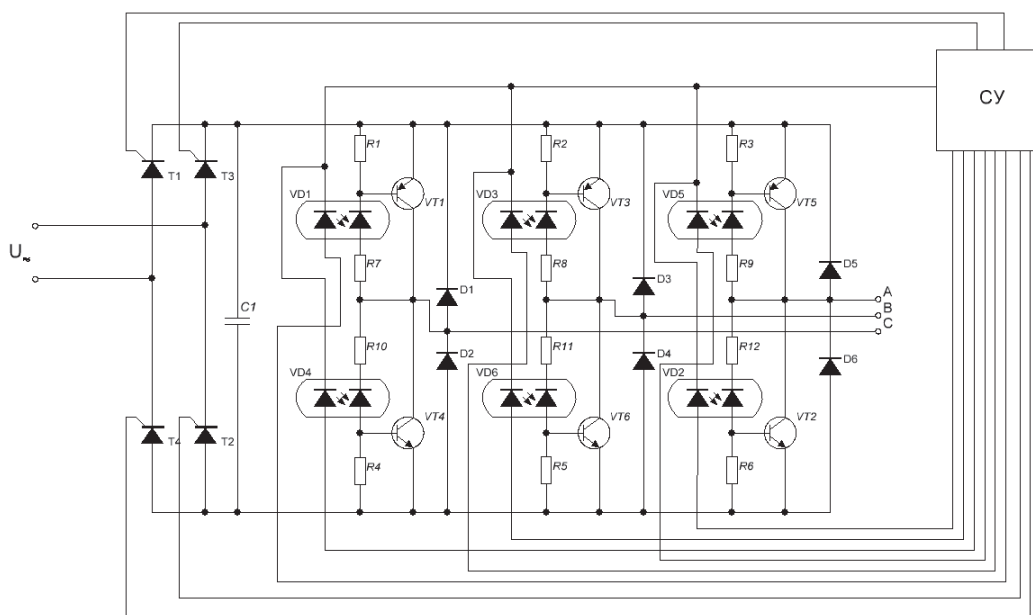


Рисунок 1 — Преобразователь частоты

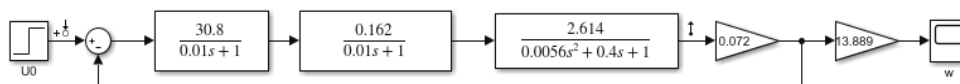


Рисунок 2 — Структурная схема ПЧ-АД

Для обеспечения соблюдения требуемых параметров устойчивости, соблюдения нормированных показателей запаса устойчивости и обеспечения требуемого времени быстрого действия был использован ПИД-регулятор, рисунок 3.

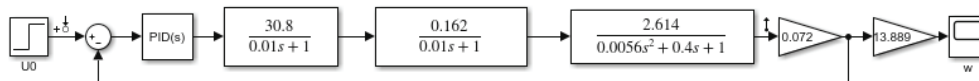


Рисунок 3 — Структурная схема ПЧ-АД с ПИД-регулятором

При анализе построенных ЛАЧХ, ФЧХ и переходных процессов с ПИД-регулятором (сплошная линия) и без ПИД-регулятора (пунктирная линия) были получены и проанализированные параметры устойчивости, и качественные показатели переходных процессов (рисунок 4). Из рисунка 4 видно, что полученные качественные показатели с ПИД-регулятором и без ПИД-регулятора сопоставимы и приемлемы: запас по амплитуде меньше 12 Дб, запас по фазе не более 45 градусов. При этом длительность

ность переходного процесса с ПИД-регулятором уменьшилась с 1,19 секунды до 0,794 секунды, также уменьшилось перерегулирование с 1,76% до 1,51%.

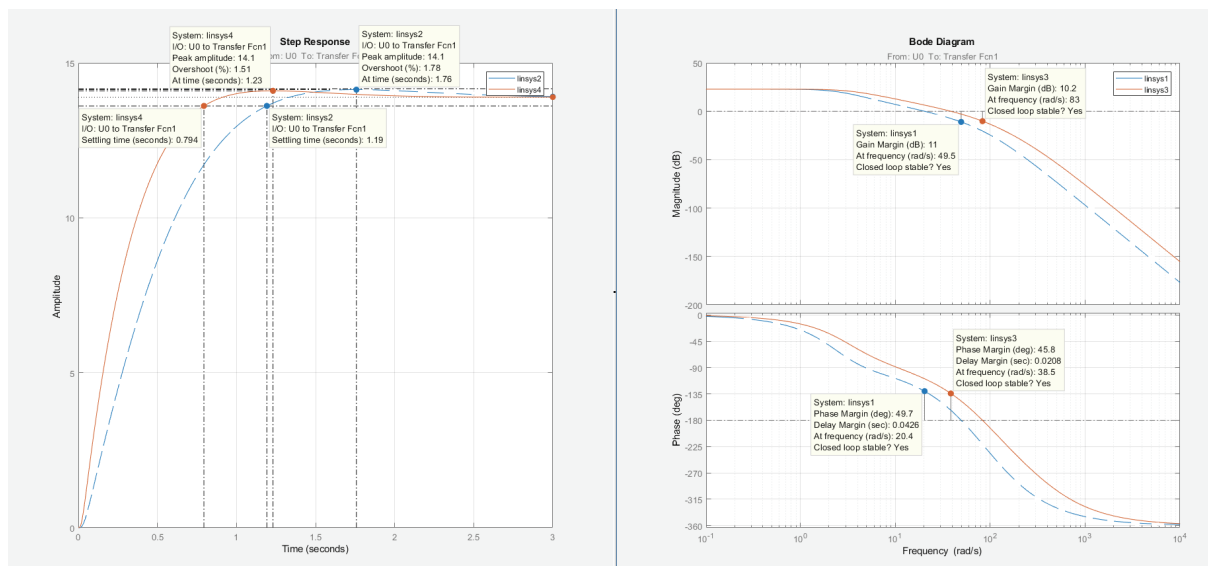


Рисунок 4 – ЛАФЧХ и переходной процесс

Использование ПИД-регулятора позволяет увеличить быстродействие разработанного устройства и обеспечить качественные показатели на требуемом уровне.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М. И., Халина Т. М., Иванов И. А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» — 2017121885; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВОЕ УСТРОЙСТВО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Е. Д. Рязанова, Т. И. Рыбалкина, И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научные руководители — Т. М. Халина, д. т. н., профессор, С. Ю. Ерёмочин, к. т. н., доцент

В промышленности широкое распространение получили электрические машины переменного тока, в том числе однофазные асинхронные двигатели, питающиеся от однофазной сети переменного напряжения. Однако основным недостатком этого двигателя является необходимость применения дополнительных устройств, обеспечивающих его пуск. Частотные преобразователи являются решением данной проблемы, так как они способны обеспечить пуск и реверс однофазного асинхронного двигателя. Стандартные частотные преобразователи сложны и дороги, поэтому желательно разработать более простые и дешевые.

Например, разработанное [1] полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя, состоящее из реверсивных полупроводниковых коммутаторов, выполненных на транзисторах VT1, VT2, VT3, VT4, предназначенных для соединения со статорными обмотками однофазного асинхронного двигателя (рисунок 1).

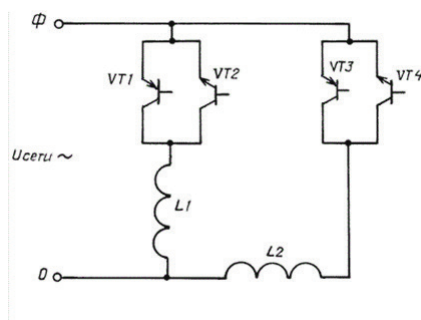


Рисунок 1 – Полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя

Для обеспечения пуска однофазного асинхронного двигателя необходимо подавать управляющие импульсы на обмотки в соответствии с векторной и тактовой диаграммой, изображенной на рисунке 2. При обратной последовательности включения векторов осуществляется функция реверса.

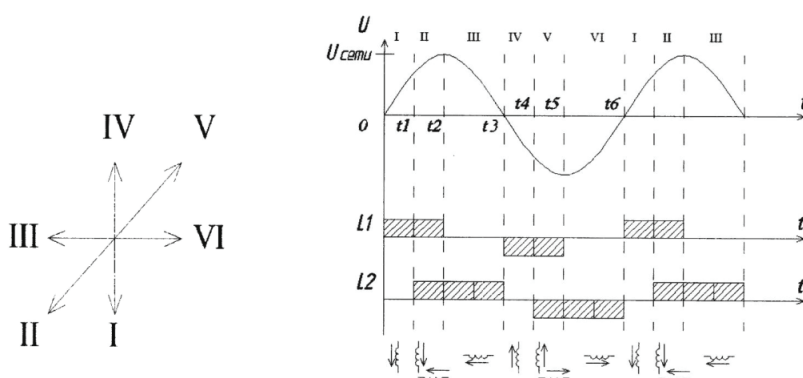


Рисунок 2 – Работа полупроводникового устройства для однофазного асинхронного двигателя

Таким образом, рассмотренный преобразователь может осуществить пуск и реверс однофазного асинхронного двигателя. При этом он обладает повышенной надежностью и простой конструкцией.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2420857 Российская Федерация, Н02Р 1/42. Полупроводниковое устройство регулирования скорости однофазного асинхронного двигателя [текст] / Стальная М. И., Черемисин П. С., Скорняков А. А., Гончаров Д. Ю. Заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. Ползунова» — 2010123977/07; заявлено. 11/06/2010; опубликовано 10/06/2011.

## КОГЕНЕРАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Е. А. Иванова, И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель — М. В. Халин, д. т. н., профессор

**К**огенерационное производство электроэнергии и тепла является энерго- и ресурсосберегающей технологией, так как позволяет использовать, превращая значительную его часть в электричество, что принципиально более ценно, чем тепло. Для получения определенного количества электрической и тепловой энергии в едином когенерационном блоке требуется меньше топли-

ва, чем требуется для генерирования одинаковых количеств обоих типов энергии с использованием отдельных традиционных технологий (например, турбогенераторных установок и паровых котлов). По сравнению с лучшими схемами раздельного производства общий расход топлива в данном случае оказывается на 20–30% меньше (рис. 1, 2) и соответственно уменьшается количество вредных выбросов в окружающую среду [1].

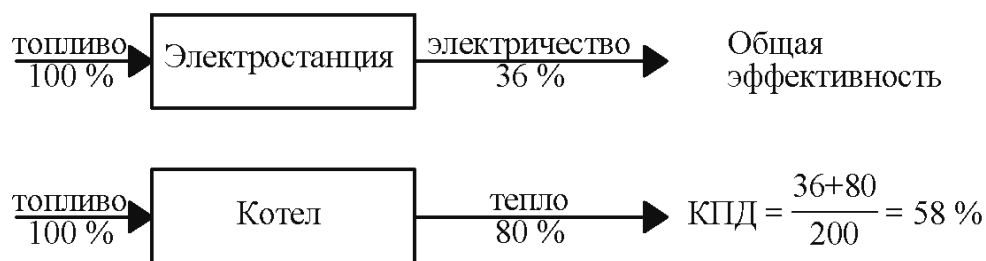


Рисунок 1 – Раздельное производство тепла и электроэнергии

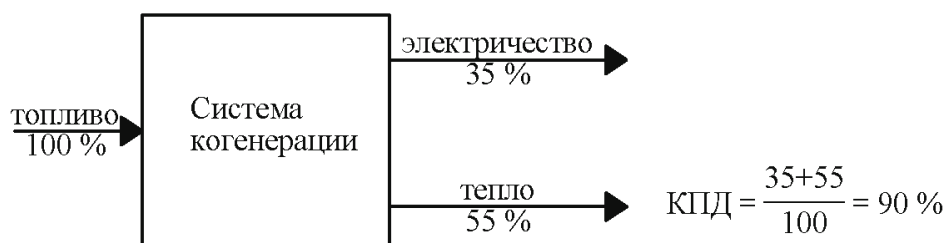


Рисунок 2 – Когенерационное производство тепла и энергии

Это связано с тем, что турбогенераторный агрегат использует значительное количество топлива для охлаждения турбины. Применение метода когенерации позволяет превращать отработанное тепло в полезную тепловую энергию (например, технологический пар).

Различные типы когенераторов имеют разные характеристики КПД и производят различное количество электричества и пара. Отношение полученного электричества к теплоотдаче является относительными пропорциями энергий (электрической и тепловой), производимых блоком когенерации.

Существующие типы когенерационных установок делятся по типу первичного двигателя: газотурбинные, газопоршневые и микротурбинные [2].

Таким образом, метод когенерационного производства тепла и энергии является наиболее эффективным, т. к. имеет больший КПД, чем при их раздельном производстве. Широкий выбор когенерационных установок позволяет подобрать необходимые мощность и маневренность, практически для любого случая. Их применение способно не только повысить эффективность центральной системы тепло-электроснабжения, но и дополнить ее, надежно и экономично обеспечивая промышленные и жилищно-коммунальные комплексы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование когенерации: Уральский Федеральный университет им. Б. Н. Ельцина [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://media.ls.urfu.ru/604/1664/3999/488>

2. Энергия ТЭК [Электронный ресурс] // Когенерационные установки. Когенерация: основные особенности и определения. Режим доступа: <http://www.energy-tek.com/techinfo/cogeneration.html> (дата обращения 20.10.2018)

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЕЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

*Е. А. Иванова, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — М. В. Халин, д. т. н., профессор*

**В** Российской электроэнергетике основополагающее место занимают теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) (свыше 60% от общей установленной мощности и выработки электроэнергии на территории России) [1].

В настоящее время тепло и электроэнергию получают с помощью устаревшего оборудования, что увеличивает стоимость их генерации на многих ТЭЦ, а также уровень загрязнения окружающей среды из-за неэффективного использования ресурсов (низкий КПД и еще большее его снижение в летний период из-за несоответствия необходимого объема выработки тепло- и электроэнергии объему потребления). Кроме того, недостаточная надежность теплосетей приводит к большим потерям тепла, при передаче по ним энергоносителя.

Ввиду существенных недостатков применяемых технологий целесообразно внедрение парогазовых (ПГУ) установок, повышающих эффективность производства тепло- и электроэнергии, т. к. их практическое применение уже происходит и имеет положительный результат реализации в ряде стран (Европа, США и др.) и в некоторых городах России.

В ПГУ используется природный газ или жидкое (дизель) топливо. При применении тяжелых сортов жидкого (и тем более твердого) топлива, значительно снижается КПД, т. к. требуется система для его очистки. ПГУ содержит два отдельных пароагрегата: паросиловой и газотурбинный. Сгоревший газ от газотурбинной установки отводится в котел утилизатор, где нагревает воду до состояния перегретого пара. В свою очередь пар приводит в действие паросиловую установку, которая передает энергию генератору.

ПГУ является самым экономичным и экологически чистым двигателем для ТЭЦ, благодаря высокому КПД — около 60%, в то время как газотурбинные (ГТУ) и парогазовые (ПГУ), получившие наибольшее распространение в России, обладают КПД до 35–40%. Обладает более высокой маневренностью, компактностью, по сравнению ПТУ, повышенной надежностью, а также почти не нуждается в охлаждении водой. Имеет умеренную стоимость установленной единицы мощности (в 1,5–2 раза ниже, чем у паровых энергоблоков такой же мощности), что связано с простым циклом и схемой (таблица 1). Кроме того, ПГУ может вводиться на производство поэтапно, что упрощает инвестирование. Целесообразно их применение в диапазоне мощностей от 6 МВт и более [2].

*Таблица 1*

**Сравнение затрат**

Тип электростанции	Срок строительства, лет	Относительная стоимость строительства	Относительная стоимость вывода из эксплуатации	Примерный срок окупаемости, лет
Газомазутная	4–5	1,0	0,35	6–8
Угольная	5–6	1,2	0,8	8–10
Парогазовая	3–4	0,65	0,35	5–7
Атомная	10–13	5,5	3,5	15–20

В настоящее время в стране разработано и может поставляться на электростанции все основное оборудование для эксплуатации парогазовых установок, (кроме некоторых типоразмеров ГТУ): котлы-утилизаторы (КУ), паровые турбины (ПТ), насосы и др.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников В. С. Расширение ТЭС блоками ПГУ. Реконструкция Пермской ГРЭС [Текст]: дис. ... Санкт-Петербург на соиск. учен. степ. магистра СПбГТУ, Санкт-Петербург, 2017.

2. Энергия ТЭК [Электронный ресурс] // когенерационные установки. Когенерация: основные особенности и определения. — Режим доступа: <http://www.energy-tek.com/techinfo/cogeneration.html> (дата обращения 20.10.2018).

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛОГОВЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ В КЛЮЧЕВОМ РЕЖИМЕ ДЛЯ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*В. М. Паксюткин, А. В. Алферов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. М. Коротких, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время благодаря возможности контролировать мощность и скорость работы двигателя, а также предотвращать перегрузку, частотные преобразователи применяются во всех агрегатах, где в течение рабочего процесса требуется регулировка его интенсивности [1]. Поэтому разработка усовершенствованной схемы частотного регулирования особо актуальна.

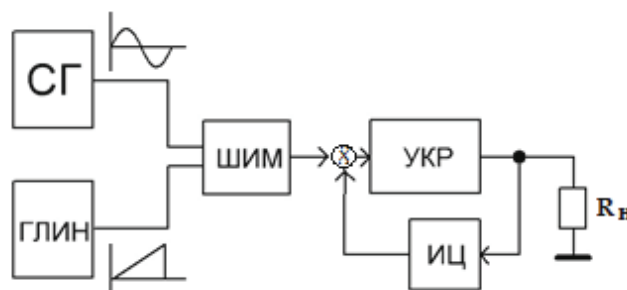


Рисунок 1 — Схема аналогового усилителя в ключевом режиме

Работа схемы. Синусоидальный сигнал и сигнал генератора линейно изменяющегося напряжения подают на входы широтно-импульсного модулятора, построенного на компараторе напряжения. Далее, шим-сигнал подается на усилитель работающий в ключевом режиме. Усиленный цифровой сигнал по току интегрируется цепью обратной связи ИЦ. Далее, преобразованный и усиленный аналоговый сигнал подается на нагрузку  $R_n$ .

К преимуществам данной схемы по сравнению с использованием аналоговых класса А, В, АВ — относятся меньшие габариты ввиду практически отсутствующего нагрева транзистора, вследствие чего нет необходимости в массивном радиаторе, большой КПД (близкий к 99%), а также малый коэффициент гармонических искажений (до 0,01%) [2]. Это позволяет использовать данный усилитель в схемах преобразования частоты вращения ротора асинхронных двигателях с большой нагрузочной способностью, если модулировать синусоидальный сигнал изменяющейся частоты (25–100 Гц). Увеличить точность обработки входного сигнала позволяет схема цифрового генератора линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН), изображенного на рисунок 2.

Выводы. В результате использования аналогового усилителя в ключевом режиме повышается КПД, повышается выходная мощность. Возникает возможность усиливать входной аналоговый сигнал НЧ, применять схему в качестве бесперебойного источника питания и частотного регулятора для управления работой асинхронного двигателя.



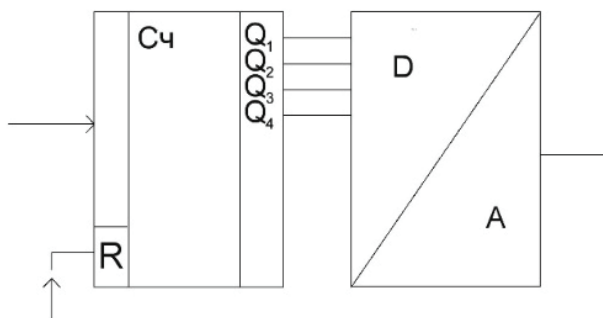


Рисунок 2 – Схема цифрового ГЛИН на двоичном счетчике и ЦАП

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Изд-во Академия, 2006, — 272 с.
2. Шкритек П. Справочное руководство по звуковой схемотехнике. Изд-во Мир, 1991, — 446 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЦИФРОВОЙ АВТОМАТИКИ В СОВРЕМЕННЫХ СТАБИЛИЗАТОРАХ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*Д. С. Панкратов, И. А. Щербинин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Алтайский государственный университет*

*Научный руководитель – В. М. Коротких, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время из-за использования мощной электротехники для промышленных и бытовых нужд, а также в результате изношенности электросетей в нашей стране, напряжения питающей сети может неожиданно изменяться на величину намного больше установленной государственными стандартами, что ведет к выходу из строя оборудования, снижению его срока службы, нарушению сложных производственных процессов, вследствие падения момента развиваемого электродвигателями переменного тока.

Для устранения подобных возможных рисков созданы стабилизаторы напряжения. Это устройства, основной задачей которых является поддержание стабильного напряжения и подаваемого тока.

Сегодня наиболее надёжными и перспективными для массового использования в промышленности и быту являются электронные стабилизаторы. Это обуславливается рядом их следующих преимуществ:

- отсутствием элементов с механическим износом, таких как сервопривод и щеточный контакт, поэтому отпадает необходимость в частом обслуживании или обслуживании вообще;
- быстродействие ограничивается лишь скоростью переключения полупроводниковых ключей и управляющих устройств;
- современная элементная база позволяет создать мощные более 10 кВт стабилизаторы напряжения с цифровым блоком управления (БУ), позволяющим сопрягать данные устройства с ЭВМ.

Электронные стабилизаторы базируются на основе автоматического трансформатора со ступенчатым переключением обмотки, которое осуществляется с помощью полупроводниковых ключей [1].

Соответственно для улучшения качества стабилизированного напряжения, за счет уменьшения шага стабилизации, либо увеличения диапазона стабилизации напряжения питающей сети, необхо-

димо увеличивать количество используемых полупроводниковых ключей. Это ведет к усложнению и удорожанию системы управления коммутацией ключей.

На рисунке 1 представлена принципиальная электрическая схема сравнивающего устройства, выполненного на основе двухуровневого компаратора. Данная схема позволяет упростить процесс сравнения напряжения питающей сети с опорным напряжением и преобразования сигнала в цифровую форму. Так же появляется возможность регулирования величины выходного стабилизированного напряжения, за счет изменения опорного напряжения компараторов.

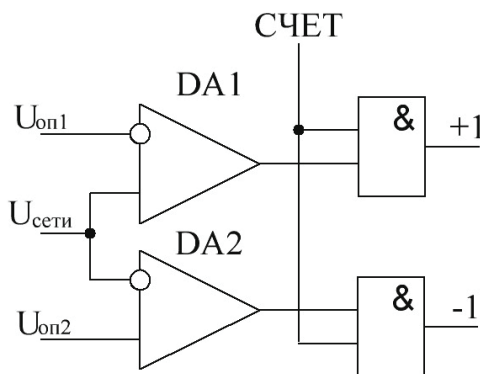


Рисунок 1 – Принципиальная схема сравнивающего устройства

Поэтому данная разработка может иметь значительный экономический эффект за счет своей универсальности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Березин О. К., Костиков В. Г., Шахнов В. А. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Три Л, 2000. — 400 с.

## ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Т. И. Рыбалкина, Е. Д. Рязанова, И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель — М. И. Стальная, к. т. н., профессор

**В** промышленности существует тенденция упрощения системы управления. Данная задача актуальна, а значит, следует создать такое устройство, которое обеспечит полный набор требуемых функций: регулирование скорости, осуществление реверса, разгон, торможение и при этом обладающее небольшими габаритами, высокой надежностью и низкой стоимостью.

Был усовершенствован классический частотный преобразователь и получен [1] транзисторный частотный преобразователь, представленный на рисунке 1.

Разработанный частотный преобразователь, является энергоэффективным, и обладает простой системой управления. Это достигается за счет уменьшения количества дополнительных изолированных источников постоянного тока в системе управления транзисторами. В то же время это значительно повышает показатель надежности системы управления, за счет использования оптопар.

Частотный преобразователь может работать в режиме автономного инвертора тока (АИТ).

Работа транзисторного частотного преобразователя с компактной системой управления в режиме работы (АИТ), представлена на рисунке 2. Кроме того, изменяя порядок включения транзисторов, можно получить реверс двигателя с торможением противовключения.

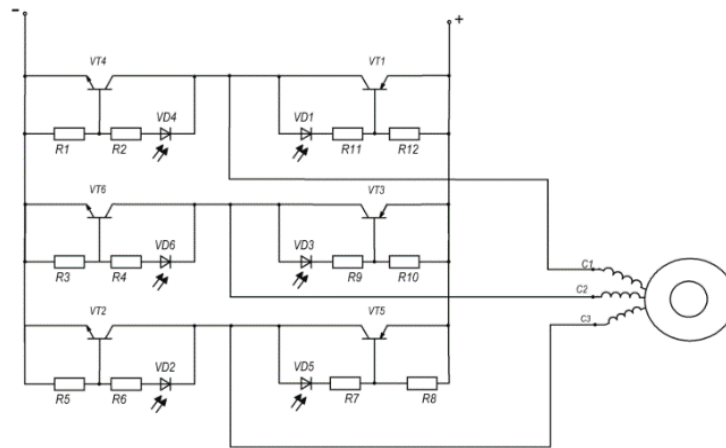


Рисунок 1 – Разработанный транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления

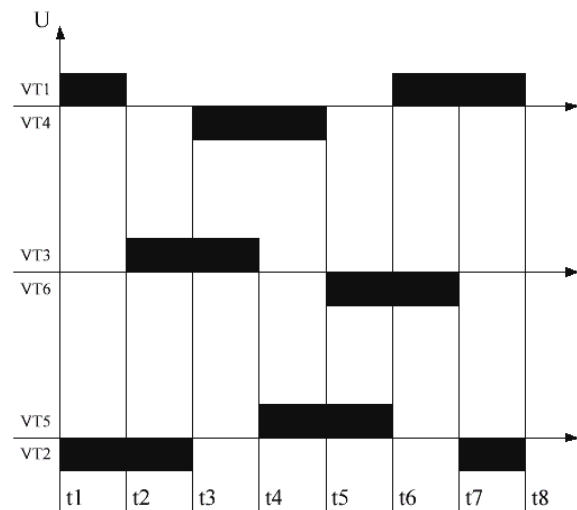


Рисунок 2 – Работа преобразователя в режиме АИТ

Из выше сказанного можно сделать вывод, что разработанный частотный преобразователь с компактной системой управления является энергоэффективным, способен выполнять свои заявленные функции для режима АИТ, а также при использовании его в качестве преобразующего устройства для трехфазного асинхронного двигателя, осуществлять реверс и торможение, обладает более простой системой управления, что обеспечивает ему более высокую надежность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М.И., Халина Т.М., Иванов И.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственной учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» — 2017121885; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

## ТРАНЗИСТОРНЫЙ ЧАСТОТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Т. И. Рыбалкина, Е. Д. Рязанова, И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель – М. И. Стальная, к. т. н., профессор

В настоящее время существует тенденция к упрощения системы управления. На современном этапе промышленности данная задача актуальна, значит, следует создать такое устройство, которое обеспечит полный набор требуемых функций: регулирование скорости, осуществление реверса, разгон, торможение и при этом обладающее небольшими габаритами, высокой надежностью и низкой стоимостью.

На основании, разработанных транзисторных ключей, состоящих из транзисторов n-p-n или p-n-p проводимостей, был усовершенствован классический частотный преобразователь и получен [1] транзисторный частотный преобразователь, представленный на рисунке 1.

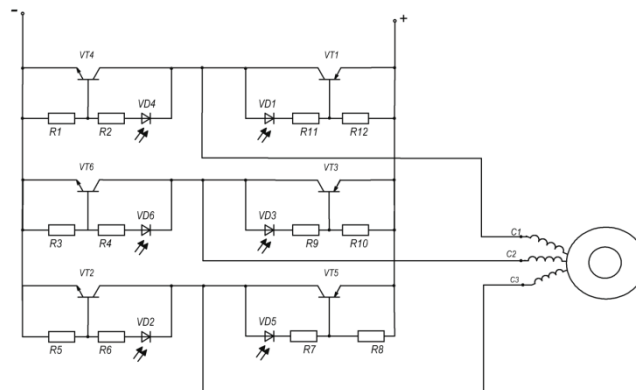


Рисунок 1 – Разработанный транзисторный частотный преобразователь

Разработанный транзисторный частотный преобразователь обладает простой системой управления. Это достигается за счет уменьшения количества дополнительных изолированных источников постоянного тока в системе управления транзисторами, что значительно повышает показатель надежности системы управления, за счет использования оптопар.

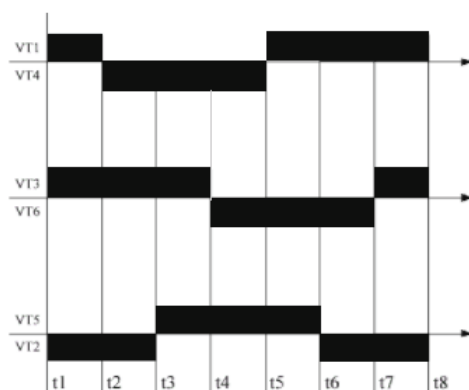


Рисунок 2 – Работа транзисторного частотного преобразователя

Транзисторный частотный преобразователь может работать в режиме автономного инвертора напряжения (АИН). Работа частотного преобразователя с компактной системой управления в режиме работы АИН представлена на рисунке 2. Меняя частотное тактирование, можно регулировать скорость двигателя в широком диапазоне, а так же меняя порядок включения транзисторов на обратный

алгоритм, представленный на рисунке 2, можно обеспечить обратное вращение асинхронного двигателя, то есть реверс.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что разработанный транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления является энергоэффективным, работает в режиме АИН, способен выполнять свои заявленные функции, при использовании его в качестве преобразующего устройства, обладает более простой системой управления, что обеспечивает ему более высокую надежность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М.И., Халина Т.М., Иванов И.А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» — 2017121885; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

## СИМИСТОРНЫЙ РЕДУКТОР ДЛЯ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

*Е. Д. Рязанова, Т. И. Рыбалкина, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — М. И. Стальная, к. т. н., профессор*

**В** современной сельскохозяйственной промышленности своё место нашли электрические машины переменного тока, а именно однофазные асинхронные двигатели. Питание данных двигателей происходит от однофазной сети переменного напряжения. Но основным недостатком однофазного асинхронного двигателя является то, что необходимо применять дополнительные устройства, обеспечивающие его пуск и реверс.

Решить данную проблему может разработанный [1] симисторный редуктор (рисунок 1), работающий по методу векторно-алгоритмического управления.

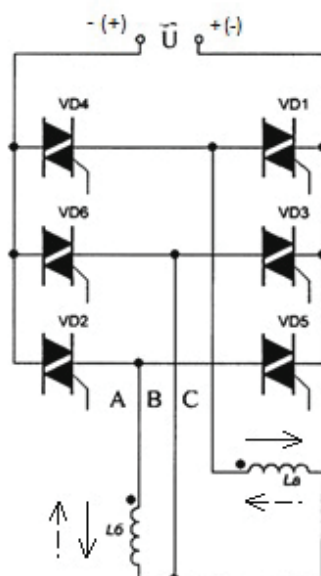


Рисунок 1 — Симисторный редуктор

Описываемое устройство состоит из симисторов, соединенных в мостовую схему и подключенных непосредственно к сети переменного однофазного напряжения, и может осуществлять пуск, реверс и работу двигателя в двух режимах. Так для работы в режиме на максимальной скорости необходимо следовать векторной и тактовой диаграмме, представленной на рисунке 2а. Работа в режиме на скорости в два раза меньшей максимальной аналогичным образом представлена на рисунке 2б. Изменяя порядок включения транзисторов, можно осуществить реверс однофазного асинхронного двигателя.

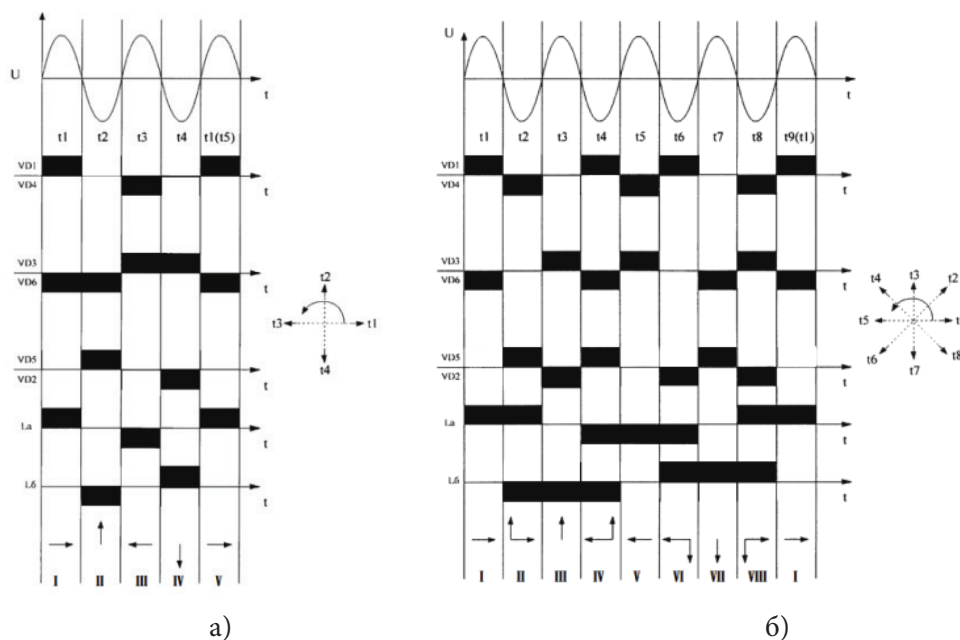


Рисунок 2 – Работа симисторного редуктора: а) работа двигателя на максимальной скорости б) работа двигателя на скорости, в два раза меньшей максимальной

Таким образом, данное устройство позволяет осуществлять пуск, реверс и регулирование скорости однофазного асинхронного двигателя, увеличивая при этом надежность и уменьшая эксплуатационные расходы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 177672 Российская Федерация, Н02Р 21/12. Симисторный редуктор, ведомый сетью однофазного переменного напряжения, для двухфазного асинхронного двигателя [текст] / Стальная М. И., Иванов Е. А., Чирской В. Е., Шарипов Н. Б.; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное высшее учебное заведение «Алтайский государственный технический университет им. И. Ползунова» — 2017125969; заявлено. 19/09/2017; опубликовано 06/03/2018.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Д. А. Самчук, И. А. Иванов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – Т. М. Халина, д. т. н., профессор

**Н**аибольший процент потребления электроэнергии в России приходится на промышленность. Промышленные предприятия содержат внушительное количество электрооборудования, которому необходимо обеспечение бесперебойного и качественного питания электроэнергией. Большую часть промышленного оборудования составляет электрический привод.

В современном мире все большую популярность приобретает управление электрическим приводом с помощью преобразователей частоты. Происходит это в силу многих причин, одними из них являются: сохранение момента двигателя на различных скоростях, возможность применения двигателей меньшей мощности (т. к. нет потери мощности при регулировании), возможность замены двигателей постоянного тока на двигатели переменного тока, возможность автоматизации электрического привода. Эти и другие факторы приводят к значительному повышению энергоэффективности привода. В следствии этого, возрастает спрос на ремонт преобразователей частоты. После ремонта необходимо тестирование. Во многих случаях тестирование преобразователя на месте его установки бывает невозможно.

Поэтому существует потребность в разработке комплексного стенда для тестирования преобразователей частоты, позволяющего получить механические и рабочие характеристики электродвигателей. Ранее уже был разработан стенд для тестирования преобразователей частоты малой мощности, показанный на рисунке 1.



Рисунок 1 – Испытательный стенд

Новый стенд разрабатывался на основе более мощных двигателей, современного и многофункционального оборудования. Создание стенда позволит тестировать преобразователи частоты большой мощности под нагрузкой на месте их ремонта, что значительно упрощает процесс обслуживания предприятий, применяющих электропривод с частотным регулированием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода: учебник для вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. — 6-е изд., доп. и перераб. — М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с.
2. Онищенко Г. Б. Электрический привод / Г. Б. Онищенко. — 3-е изд., — М.: РАСХН, 2001. — 520с:

## ИСПЫТАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

*Д. А. Самчук, И. А. Иванов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. М. Халина, д. т. н., профессор*

**Д**ля проведения эксперимента был использован преобразователь частоты Vacon 100 Flow. На клеммы питания преобразователя частоты было подано напряжение 380 В, на выходные клеммы был подключен электрический двигатель мощностью 37кВт. Для работы второго двигателя в режиме генератора необходимо подключение конденсаторов, как показано на рисунке 1.

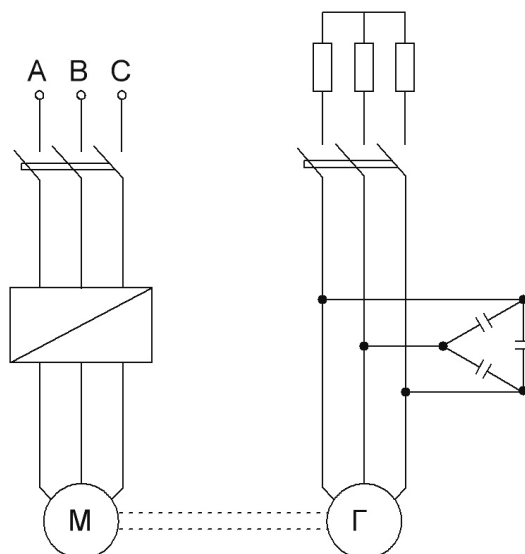


Рисунок 1 – Схема возбуждения асинхронного генератора

Также для возбуждения генератора в его цепь были включены три галогеновые лампы мощностью 500 Ватт каждая. Так как при своей работе лампы выделяют большое количество теплоты, была собрана подставка, изображенная на рисунке 2.

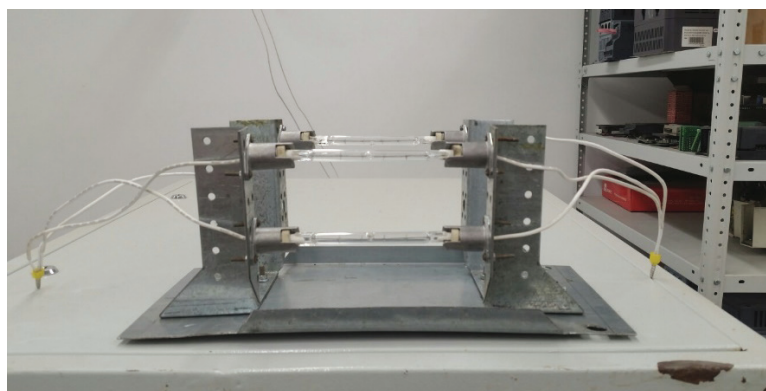


Рисунок 2 – Установка галогеновых ламп

Была проведена серия экспериментов результаты которой представлены в таблице 1. В роли нагрузки были использованы ТЭН мощность 9кВт и электрический двигатель мощностью 15кВт.

Таблица 1

### Результаты экспериментов

f, Гц	$P_2$ , Вт	I, А	U, В	$n_1$ , об/мин	$n_2$ , об/мин
50	37000	71	380	3000	2950
45	31080	67,95	348,5	2700	2560,6
40	27750	65,97	319,2	2400	2271,5
35	22200	63,2	275,5	2100	1991,3
30	18500	61,8	233,7	1800	1696,3
25	15540	59,6	202,2	1500	1504
20	12580	58,9	171	1200	944
15	10360	58,9	130	900	855,5
10	8140	56,8	94	600	560



Результаты полученные в процессе эксперимента соответствуют требуемым параметрам и установка может использоваться по назначению.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принцип работы преобразователей частоты // Преобразователи частоты (частотники), устройства плавного пуска электродвигателей. Низковольтные и высоковольтные частотные преобразователи (инверторы) производителя ООО «Эффективные системы» [Электронный ресурс]. — Электрон. текст. дан. — Режим доступа: <http://www.softstarter.ru/invertors/Princip-raboty/>.

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ МЕТОДОМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С. Е. Сухинин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — С. Ю. Еремочкин, к. т. н., доцент

При проектировании электрических приводов важным этапом является проверка их работоспособности. Одним из распространенных и недорогих способов является компьютерное моделирование. Оно позволяет исследовать устройство без построения реальной модели, но при этом позволяет снять основные характеристики работы установки при различных параметрах. Одной из программ, осуществляющих компьютерное моделирование различных систем, является MATLAB Simulink, позволяющая, в том числе, проводить исследования электрических цепей и снимать такие характеристики как: ток, напряжение, мощность, К. П. Д. и многое другое.

В статье рассматривается моделирование разработанной [1] схемы управления электроприводом продольного перемещения кран-балки с регулировкой скорости вращения двигателя методом векторно-алгоритмического управления (ВАУ). При помощи алгоритма включения транзисторов в статье создается магнитное поле с шестью векторами. Функциональная блок-схема электропривода кран-балки с векторно-алгоритмическим управлением в программе MATLAB Simulink представлена на рисунке 1.

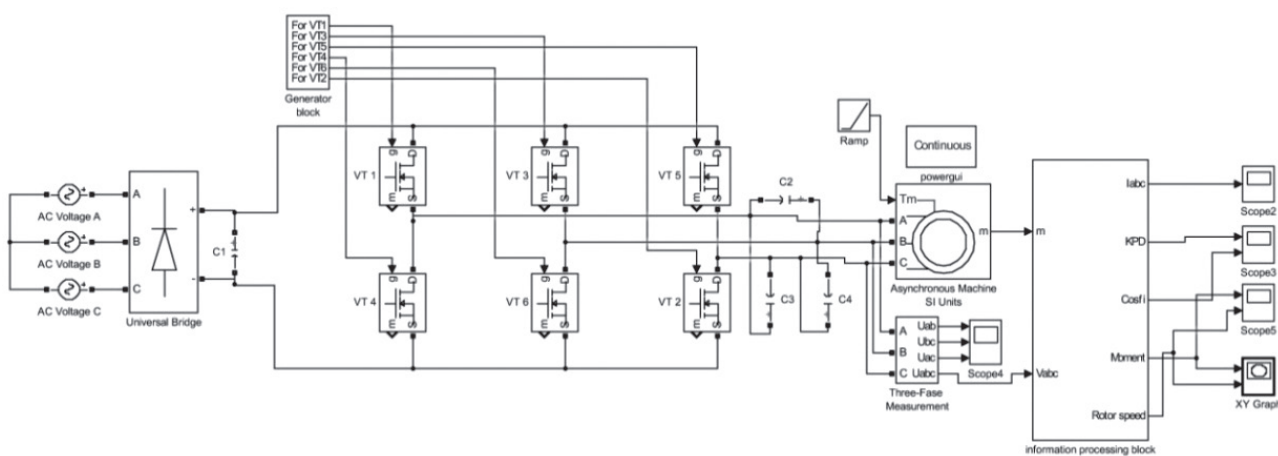


Рисунок 1 — Функциональная блок-схема

По результатам сравнения схем без системы управления, т. е. с прямым пуском, и системой управления с ВАУ, показанной на рисунке 1, были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

## Сравнение параметров исследуемых схем

Вид схемы	$M_{кр'}$ Нм	$M_{max'}$ Нм	К.П. Д.	$t_{пуска'}$ с	$I_{пуск'}$ А	$I_{раб'}$ А
Прямой пуск	12,8	19	0,65	1,5	9	1,4
ВАУ	12,8	11,5	0,65	1,1	9	1,4

Графики моментов схемы с прямым пуском и схемы с векторно-алгоритмическим управлением представлены на рисунках 2 а) и 2 б) соответственно.

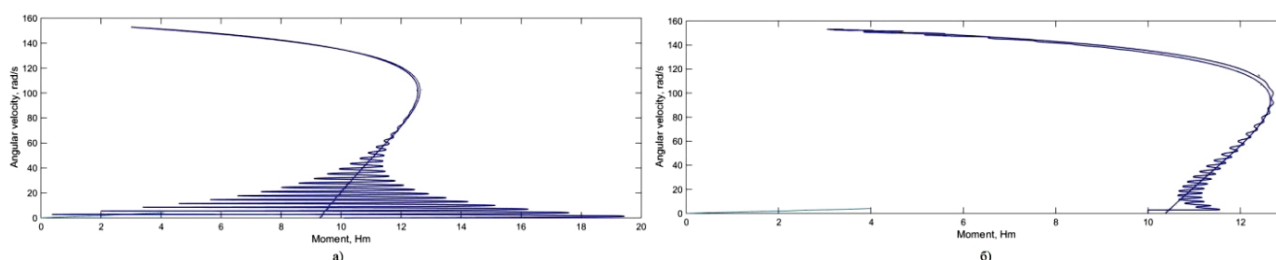


Рисунок 2 – Механические характеристики

На основании полученных механических характеристик видно, что пуск двигателя с ВАУ происходит при гораздо меньших колебаниях момента и за меньшее время пуска, что положительно скажется на работе двигателя и механизма кран-балки в целом. Таким образом, компьютерное моделирование позволило без сборки физической модели установить, что метод управления электроприводом с помощью ВАУ подходит для использования в кран-балке.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М. И., Халина Т. М., Иванов И. А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» — 2017121885; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. Е. Сухинин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель — М. И. Стальная, к. т. н., профессор

**В** промышленности сложилась тенденция на увеличение использования числа регулируемого электропривода, причем такого электропривода, где регулирование скорости осуществляется с помощью системы управления, а не с помощью редукторов или других механизмов. При использовании в электроприводе двигателей постоянного напряжения регулирование скорости осуществляется относительно легко путем изменения величины питающего напряжения. Но, как известно, наибольшее распространение в промышленности получили трехфазные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Данные двигатели имеют много преимуществ по сравнению с другими типами двигателей, такие как: надежность, дешевизна, хорошее соотношение габариты-мощность. Минусами асинхронных двигателей является малый пусковой момент и сложность в регулировании скорости вращения двигателя.

При модернизации существующего нерегулируемого электропривода с асинхронным двигателем возникает необходимость разработки недорогой современной системы управления. В статье на при-

мере электропривода кран-балки рассматривается создание регулируемого электропривода продольного перемещения с повышенной скоростью на холостом ходу (без груза).

При модернизации электропривода продольного движения кран-балки, необходимо решить каким способом будет регулироваться скорость вращения асинхронного двигателя. Одним из современных и недорогих способов является векторно-алгоритмическое управление, при котором создается определенное число векторов магнитного поля статора, при этом регулирование скорости осуществляется путем изменения, либо числа векторов магнитного поля, либо изменением частоты их тактирования. Реверс двигателя осуществляется изменением последовательности создания векторов. На рисунке 1 представлены магнитные поля статора с различным количеством векторов, созданные методом векторно-алгоритмического управления. Сплошные дуги показывают направление «вперед», пунктирные дуги — направление «назад».

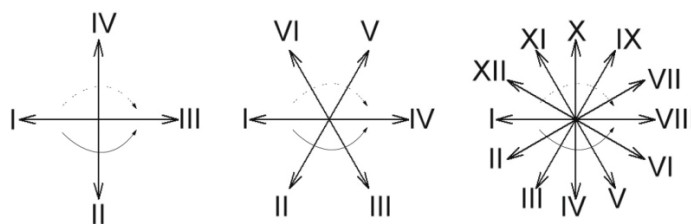


Рисунок 1 – Магнитное поле статора

На кафедре «ЭиАЭП» АлтГТУ разработан [1] один из вариантов системы управления, осуществляющих создание магнитного поля методом ВАУ.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что для модернизации электропривода продольного перемещения кран-балки, к которому предъявляются следующие требования: наличие 2–3 скоростей, наличие реверса, недопустимость значительного снижения критического момента двигателя, оптимальным вариантом будет электродвигатель с регулировкой скорости вращения методом векторно-алгоритмического управления. Данный метод позволит провести модернизацию кран-балки без изменения как конструкции кран-балки, так и без замены двигателя с минимальными экономическими затратами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 175937 Российская Федерация, МПК Н 02 Р 27/00. «Транзисторный частотный преобразователь с компактной системой управления» / Стальная М. И., Халина Т. М., Иванов И. А.; заявитель и патентообладатель федеральное государственное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» — 2017121885; заявл. 21.06.2017; опубл. 25.12.2017.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО АППАРАТА ПОДОГРЕВА ЗЕРНА

А. С. Трухин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — М. В. Халин, д. т. н., профессор

**В**опрос создания энергоэффективных технологий и технических средств предварительного подогрева и сушки зерна на зерноперерабатывающих предприятиях агропромышленных комплексов. С учётом этих обстоятельств рекомендуется внедрение электрического аппарата подогрева зерна на базе многоэлектродных композиционных электрообогревателей.

Работа системы управления ЭАПЗ состоит в следующем. В корпусе ЭАПЗ расположены три нагревательных секции с МКЭ (ЕК1, ЕК2, ЕК3), сигнализатор уровня мембранной СУМ-1 (SL1), сигнализатор движения РДД-02 (А1), шесть термопреобразователей сопротивления ДТС045 (RK). Электрошкаф выполнен в виде металлического шкафа с односторонним обслуживанием. Шкаф включает цепи управления и защиты, а также все элементы системы управления.

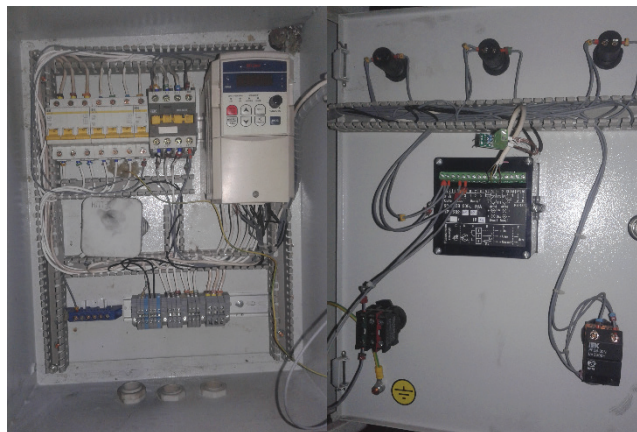


Рисунок 1 – Шкаф управления ЭАПЗ

Для подготовки аппарата к работе необходимо включить вводный автомат QF1 и автоматические выключатели QF2-QF4 цепей управления. Светосигнальная лампа HL1 загорается.

Переключатель SW1 служит для пуска процесса подогрева зерна. Поворот вправо переключателя SW1 подает питание на реле А2.1 и катушку магнитного пускателя КМ1, замыкаются контакты КМ1.1 и КМ1.2, после загорается светосигнальная лампа HL2, которая оповещает об активации нагрева МКЭ. Сразу после этого питание получает вентилятор.

При неизменной мощности происходит нагрев МКЭ до заданной температуры в 80 °С по всей плоскости нагревателя, либо до 15 °С зерна на выходе из бункера-дозатора. Измеритель-регулятор ТРМ202 осуществляет контроль над поддержанием температуры. ТРМ 202 включает либо выключает подогрев по заданным уставкам температур по обоим датчикам. Для того, чтобы включить режим работы дозатора-распределителя, необходимо нажать кнопку «Пуск» SA2.1. После нажатия происходит замыкание контакта А1.1, затем сразу же сигнальная лампа HL3, информирующая о начале работы системы, получает питание. В работу подключаются высоковольтные преобразователи частоты (ВПЧ) «IDS Drive E402T4BP/E552T4BG», который ответственен за работу двигателя электропривода дозатора-распределителя. Диапазон частот работы двигателя может варьироваться от 10 Гц до 50 Гц. Метод работы основан по принципу ПИД регулирования. ВПЧ осуществляет управление с аналогового выхода (7,8) измерителя-регулятора ТРМ202 по току 4...20 мА. Значения частоты составляют 0 Гц для 4 мА и 50 Гц для 20мА.

Для того, чтобы отключить установку, необходимо нажать кнопку «Стоп» SA2.2 и повернуть тумблер SW1 из правого положения в крайнее левое.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2277210 РФ МПКF26B3/34. Способ подогрева зернового материала [Текст] / Т. М. Халина, М. В. Халин, А. Б. Дорош; заявитель и патентообладатель Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. — № 2005100162/06; заявл. 11.01.2005; опубл. 27.05.2006, Бюл № 15.
2. Строков, М. Н. Расчет и проектирование систем подогрева зерна на основе композиционных электрообогревателей [Текст] / М. Н. Строков // Вестник КрасГАУ. — 2008. — № 6. — С. 276–282.

## СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Д. Э. Шмидт*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Т. М. Халина, д. т. н., профессор*

Системы электрообогрева нашли свое применение в самых разных областях промышленности. Системы обогрева на основе кабелей используются для поддержания температуры продукта во время его транспортировки по трубопроводам и хранения его в емкостях и резервуарах, а так же защиты транспортируемого продукта от замерзания. Особенно популярны кабельные системы обогрева емкостей и резервуаров в нефтедобывающей и нефтехимической промышленности для необходимого поддержания текучести продукта, склонного к загустению и обеспечить его непрерывную транспортировку по магистралям [1].

Альтернативной системой обогрева в промышленном строительстве является многоэлектродные композиционные электрообогреватели (МКЭ) на основе бутылкаучука (БК) пластинчатого типа, которые представляют собой систему, преобразующую электроэнергию в тепловую, и при этом обеспечивает нужную температуру на самой поверхности и соответствующие электро- и теплофизические [2].

Многоэлектродные композиционные электрообогреватели имеют ряд преимуществ, наиболее важные представлены ниже:

- обеспечение равномерного распространения температурного поля на всей поверхности электрообогревателя;
- выполнение условий электро и пожаробезопасности, а так же надежности, влагостойкости и экологической чистоты;
- обеспечение надежности управления мощностью электрообогрева и выполнения условия самостабилизации температуры;
- энергоэффективность и экономическая целесообразность применяемых средств электрообогрева [3].

Подводя итог к вышесказанному можно сказать, что многоэлектродный композиционный электрообогреватель — это альтернативная технология для нашей страны, которая нашла широкое применение в строительстве и промышленности. В ее основе лежит использование бутылкаучука пластинчатого типа для локального подвода тепла с целью компенсации теплопотерь и/или создания теплового поля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Струпинский, М. Л. Проектирование и эксплуатация систем электрического обогрева в нефтегазовой отрасли: справочная книга / М. Л. Струпинский, Н. Н. Хренков, А. Б. Кувалдин. — Инфра-Инженерия, 2015. — 323 с.
2. Гуль, В. Е. Электропроводящие полимерные композиции / В. Е. Гуль, Л. З. Шенфиль / М.: Химия, 1984. 240 с.
3. Халина Т. М., Объемный низкотемпературный многоэлектродный композиционный электрообогреватель / Т. М. Халина, В. Ю. Марсов // Энергосбережение и энергетическая безопасность регионов России: Тезисы докладов 2го Всероссийского совещания. — Томск: ЦНТИ, 2001. — С. 130–132.

## ОДНОФАЗНО-ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНЗИСТОРНЫЙ КОММУТАТОР, ВЕДОМЫЙ ОДНОФАЗНОЙ СЕТЬЮ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

И. А. Щербинин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научные руководители – М. И. Стальная, к. т. н., профессор, С. Ю. Еремочкин, к. т. н., доцент

На сегодняшний день электродвигатели переменного тока активно используются во всех сферах человеческой деятельности. Наиболее распространённым из электродвигателей переменного тока является асинхронный трёхфазный с короткозамкнутым ротором. Среди его явных преимуществ — простое устройство, неприхотливость и продолжительный срок службы, отсутствие щеточно-коллекторного узла. В итоге такие двигатели не требуют больших затрат на обслуживание в период эксплуатации.

Однако в промышленности и быту не всегда существует возможность подключения к трёхфазной питающей сети, поэтому возникают ситуации, когда необходимо наиболее выгодным способом осуществить подключение трёхфазного асинхронного электродвигателя к питающей однофазной сети. Самым простым является способ, в котором одна обмотка трёхфазного асинхронного двигателя подключена к однофазной сети через конденсатор, а две другие обмотки — напрямую к однофазной сети. Но данный способ подключения к питающей сети имеет существенные недостатки, такие как необходимость использования пускового конденсатора большой емкости, уменьшение момента развиваемого двигателем до трех раз и мощности до 40% от номинальной, необходимость изменения емкости конденсатора при изменении нагрузки на двигателе, низкая надежность.

Сегодня перспективным является питание и управление электродвигателями с помощью полупроводниковых коммутаторов, но существующие полупроводниковые коммутаторы имеют существенные недостатки, такие как пониженные значения момента и мощности двигателя, вследствие создания эллиптического вращающегося магнитного потока поля статора, а также сложную систему управления транзисторами в коммутаторах из-за необходимости учета полярности тока, проходящего через транзисторы.

На кафедре ЭиАЭП Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова разработан однофазно-трехфазный транзисторный реверсивный коммутатор, ведомый однофазной сетью, принципиальная электрическая схема которого представлена на рисунке 1.

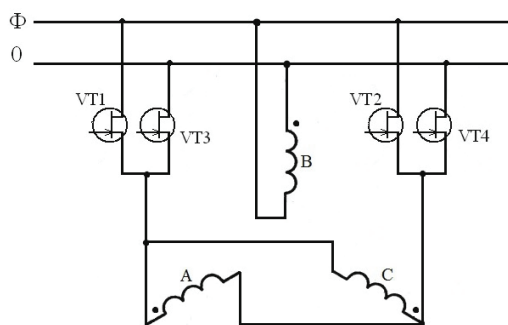


Рисунок 1 — Принципиальная электрическая схема однофазно-трехфазного транзисторного коммутатора, ведомого однофазной сетью переменного тока

Разработанное устройство устраняет отмеченные выше недостатки полупроводниковых коммутаторов, за счёт использования полевых транзисторов в качестве полупроводниковых ключей, которые способны пропускать ток в любом направлении, без необходимости учета полярности, так же отсутствует необходимость в токе управления транзисторами, так как управление осуществляется с помощью электростатического поля, что значительно упрощает систему управления [1].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стальная М. И., Еремочкин С. Ю., Вейкман Д. П. Однофазно-трехфазный полупроводниковый реверсивный коммутатор, ведомый однофазной сетью переменного тока: патент 2507673 Рос. Федерация. № 2012129595/07.

## **ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА**

### **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЕЙ**

*И. С. Абушкин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время кабельные линии электропередачи широко используются, особенно в пределах городов, где использование воздушных линий электропередачи (ВЛЭП) затруднено или недопустимо. Город Барнаул в этом плане не является исключением. В процессе эксплуатации кабели изнашиваются, особенно их изоляция. Кабель с вышедшей из строя изоляцией непригоден к использованию, поскольку при эксплуатации такого кабеля есть возможность пробоя изоляции с последующим замыканием на землю. Повреждения кабельных линий являются причиной 80–90% всех отключений потребителей от электроснабжения. Износ изоляции вызван различными причинами: тепловое старение вследствие нагрева при протекании больших токов, неправильный монтаж, воздействие влаги, воздействие сторонних лиц или организаций при несогласованном проведении земляных работ. В связи с этим, необходимо периодически производить диагностику изоляции [1].

В настоящее время основным методом контроля изоляции является испытание повышенным напряжением. Хотя данный метод и позволяет определить сопротивление изоляции, он является разрушающим, поскольку воздействие повышенного напряжения вызывает саморазряды на проблемных участках изоляции с последующим образованием микротрещин, что уменьшает ресурс изоляции. Даже успешное испытание кабеля данным методом не будет гарантировать его дальнейшую безаварийную работу. В настоящее время кабели с бумажной-масляной изоляцией имеют износ 70–80%, поэтому диагностировать их состояние данным методом становится нецелесообразным.

Отсюда возникает необходимость в поиске методов диагностики, не приводящих к разрушению изоляции, и их практической реализации.

В качестве таких методов могут выступать:

- метод возвратного напряжения;
- метод определения и анализа коэффициентов абсорбции и поляризации;
- метод измерения тока релаксации.

Метод возвратного напряжения дает возможность по амплитуде и скорости спада напряжения определить состояние изоляции для кабелей с бумажно-масляной изоляцией [2]. Метод определения и анализа коэффициентов абсорбции и поляризации позволяет сделать вывод о необходимости сушки кабеля и также о ресурсе изоляции любого типа. Метод измерения тока релаксации дает возможность сделать вывод о состоянии изоляции кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Реализация этих методов на практике позволит продлить ресурс изоляции кабелей, что даст экономическое преимущество, ведь заменять вышедшие из строя кабели придется реже. Несмотря на то, что аналоги таких приборов уже имеются, их высокая стоимость ограничивает широкое применение, поэтому есть смысл разработать новое решение, более доступное потребителю. Удешевление прибора поможет внедрению неразрушающих методик диагностики изоляции, что даст возможность уменьшить расходы на их обслуживание.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дубяго, М. Н. Разработка модели старения и определение остаточного ресурса изоляции силовых кабелей [Текст] // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2014. — № 4 / М. Н. Дубяго. — С. 107–114.

2. Ковригин, Л. А. Прогнозирование остаточного ресурса силовых кабелей по возвратному напряжению [Текст] / Л. А. Ковригин // КАБЕЛЬ-news. — 2009. — № 8. — С. 54–56.

## РАСХОД ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ НА ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НУЖДЫ

*А. И. Артамонов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — Е. О. Мартко, к. т. н., доцент*

**Р**асход электроэнергии (ЭЭ) в производственных помещениях предприятия Алтайского края на освещение, электронагревательные приборы и силовые нужды в настоящее время не нормирован (не подвержен точному расчету). Отсутствие технического обоснования расхода ЭЭ приводит к трудностям планировании расходов составления бюджета и правильной оценке доли затрат на энергоресурсы.

Качественный и количественный состав электрооборудования весьма разнообразен, зависит от технологического назначения здания и его количественного показателя (площади, этажности, внешнего объема внутренней вместимости, пропускной способности и т. п.). Часть оборудования используется непосредственно в решении технологических задач, другая — для обеспечения вспомогательных и эксплуатационных нужд здания.

Следовательно, разнообразие требует дифференцированный расчет норм расхода ЭЭ как по видам зданий, так и в зависимости от соответствующих показателей их масштабности.

Данный расчет проводится на основе конкретных параметров и режимов работы электроустановок, а также дополнительно учитываются технологические, вспомогательные и эксплуатационные нужды (при наличии отдельного приборного учета). Причем расчет осуществляют преимущественно по проектным данным установленного электрооборудования.

В целом по зданиям жилищно-гражданского назначения нормами должны учитываться следующие основные статьи расхода электроэнергии на:

- силовые нужды зданий (насосы, вентиляторы, лифты, холодильники, кондиционеры и т. п.);
- электронагревательные приборы (электроплиты, кипятильники, мармиты, электротермические сушильные установки и т. п.);
- освещение помещений и наружной территории зданий;
- питание прочих мелких электроприемников (телевизоров, радиоприемников, электрочасов, усилителей телеантенн коллективного пользования и т. п.);
- покрытие потерь электроэнергии в сетях здания до границы балансовой принадлежности;
- централизованное обслуживание здания.

Таким образом, при проведении расчетов ЭЭ полученный результат позволит наиболее точно учитывать затраты при строительстве зданий, что является актуальным в настоящее время.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравченя Э. М. Охрана труда и основы энергосбережения. — Минск, 2005.

Организация, планирование и управление деятельностью промышленного предприятия / под ред. С. М. Бухало. — Киев.: Высшая школа, 1989. — 472 с.

Герасимов А. И., Кузьмин С. В. Проектирование электроснабжения цехов обогатительных фабрик. Учебное пособие. — М.: Инфра-М, 2018. — 304 с.



## РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ РЕЗОНАНСНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

*К. В. Бастрыкин*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители — И. В. Белицын, к. п.н., доцент, И. А. Гутов, к. т.н., доцент*

**В** системах электроснабжения промышленных предприятий и объектов жилищно-коммунального хозяйства города Барнаула широко используются кабельные линии электропередачи. Для обеспечения надежной работы и диагностики кабельных линий необходимо проводить профилактические испытания их изоляции. В настоящее время для этого используются испытательные установки на основе дорогостоящих резонансных трансформаторов или их каскадов. Техническое состояние изоляции проверяется повышенным напряжением. Испытательные установки формируют затухающие импульсы высокого напряжения определенной амплитуды для воздействия на изоляцию.

Предлагается в качестве испытательного резонансного трансформатора использовать высокочастотный резонансный трансформатор Тесла с использованием генератора прямоугольных импульсов (ГПИ). В разрабатываемой испытательной установке величина напряжения на выходе будет зависеть от настройки первичного и вторичного контура трансформатора в резонанс. ГПИ позволит снизить стоимость и габариты испытательных установок за счет возможности регулирования резонанса контуров испытательного трансформатора на величину скважности импульсов в широком диапазоне. Предлагаемая схема испытательной установки высокого напряжения представлена на рисунке 1.

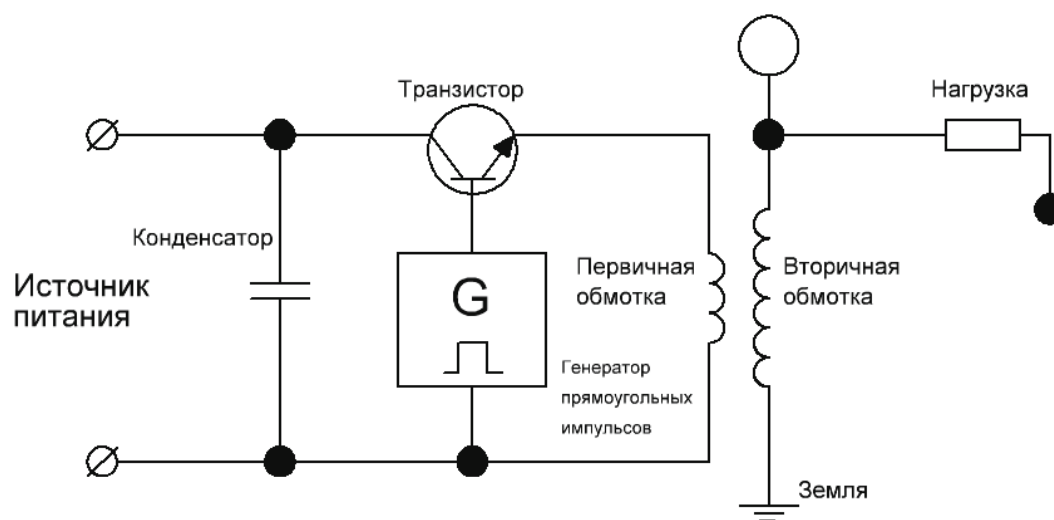


Рисунок 1 — Схема испытательной установки высокого напряжения

Для увеличения резонанса в колебательном контуре необходимо, чтобы импульсы прямоугольной формы, вырабатываемые ГПИ поступали на первичную обмотку трансформатора и усиливались источником питания. Для этого используется биполярный транзистор, который открывается в строго определенные моменты времени и его время открытия регулируется генератором.

Таким образом, разработанная схема высоковольтной установки высокого напряжения позволит сократить количество типовых модулей для испытания изоляции, снизить габариты и стоимость данной установки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стребков, Д. С. Резонансные методы передачи электрической энергии / Д. С. Стребков, А. И. Некрасов; Под ред. Д. С. Стребкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ВИЭСХ, 2006. — 304 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Д. А. Боярков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – Б. С. Компанеец, к. т. н., доцент

На сегодняшний день более 70% всей электросетевой инфраструктуры выработало свой как физический, так и моральный ресурс, вызывая тем самым частые аварии с перерывами электропитания и значительные ущербы как потребителям, так и энергокомпаниям [1]. В связи с этим, основной задачей любой электросетевой организации является постоянная оценка технического состояния имеющегося у ней на балансе электрооборудования и на основе этой оценки принимать решение о проведении его замены или ремонта.

Определение технического состояния электросетевого оборудования целесообразно осуществлять с помощью обобщенного показателя за некоторый период времени  $T$  [2], в качестве которого предлагается использовать вероятность выхода его из строя. При этом данная вероятность должна определяться по результатам проведенных диагностических обследований оборудования, а ее математическая модель содержать в себе те параметры (показатели), которые были получены в процессе испытаний согласно ПУЭ [3], а также учитывать статистику дефектов и отказов рассматриваемого электрооборудования.

Выход из строя элементов электрической сети может происходить по различным причинам, основными из которых являются пробой изоляции, обрыв контактных соединений, а также различного рода механические повреждения. Более чем в половине случаев оборудование электрической сети выходит из строя вследствие пробоя изоляции.

В результате исследования была получена математическая модель вероятности пробоя изоляции электросетевого оборудования, которую обобщенно можно представить в виде формулы (1):

$$P_{из} = 1 - \frac{1}{\frac{R_{из}}{R_{из,норм}} \sqrt{e^{A_{из}}}}, \quad (1)$$

где  $R_{из}$  — измеренное значение сопротивления изоляции элемента электрической сети;

$R_{из,норм}$  — предельно допустимое нормативное значение сопротивления изоляции элемента электрической сети, регламентируемое ПУЭ;

$A_{из}$  — коэффициент, учитывающий статистику отказа элемента электрической сети вследствие пробоя изоляции.

Таким образом, с помощью такого показателя как вероятность выхода из строя можно производить ранжирование электросетевого оборудования от наиболее потенциально аварийного до наименее аварийного и, тем самым, осуществлять наиболее оптимальные управленческие решения по его замене либо ремонту.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никольский, О.К. Теория и практика управления техногенными рисками [Текст]: учебное пособие / О.К. Никольский [и др.]. — Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. — 219 с.
2. Компанеец, Б.С. Сравнительная оценка пожарной опасности различных объектов электроснабжения / Б.С. Компанеец // Ползуновский вестник. — Барнаул, 2013. — № 4. — С. 27–32.
3. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-7 по состоянию на 1 января 2006 г. — 7-е изд. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006. — 512 с.: ил. — ISBN 5–94087–5475.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РОЗЕТОК КАК ЭЛЕМЕНТА СИСТЕМЫ «УМНЫЙ ДОМ»

*А. Д. Венгерский*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

На сегодняшний день в правительстве Российской Федерации обсуждаются несколько интересных законопроектов, которые касаются сферы энергетики. Например, в одном из них обсуждается возможность введения градации тарифов на электроэнергию в зависимости от объема потребления. При этом новая схема может быть запущена уже с лета 2019 года [1]. В другом законопроекте говорится о развитии распределенной микроэнергетики, в нем вводится определение микрогенерации — это объект по производству электроэнергии мощностью до 15 кВт включительно, работающий, в том числе, на основе «зеленых» источников энергии, который используется потребителями для собственного энергоснабжения. Причем мощность такой генерации не должна превышать максимальную мощность всех устройств потребителя, использующих энергию [2].

В обоих случаях потребители будут заинтересованы в более осознанном, чем сейчас, контроле потребления и производства электроэнергии, в использовании различных способов для сокращения объемов потребления.

Одним из таких устройств контроля является бытовой ваттметр, изображенный на рисунке 1, он позволяет в реальном времени отслеживать количество потребляемой энергии, напряжение в сети, некоторые модели позволяют увидеть стоимость потребленной энергии.

Кроме того, существуют специальные реле управления нагрузкой, также известные, как реле приоритета. Они предназначены для контроля потребляемой мощности, и могут отключать неприоритетную нагрузку, если мощность превышает уставку.



Рисунок 1 — Бытовой ваттметр

Таким образом, было принято решение о разработке простой и дешевой системы «умных розеток» для потребителей электроэнергии, которая могла бы наглядно показать слабые места и оптимизировать режимы потребления энергии. Разрабатываемая система позволит отслеживать потребляемую энергию каждым отдельным приемником, управлять режимами их работы, следить за вырабатываемой энергией, в случае микрогенерации, позволит автоматизировать использование приемников в часы минимума нагрузок. Кроме того, данное устройство является технологическим решением в области умного дома, что соответствует дорожной карте EnergyNet по сегменту «Потребительские сервисы».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Счетчики подключают к потолку [Электронный ресурс]. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3758393>

2. Правкомиссия одобрила проект о микрогенерации в электроэнергетике в РФ [Электронный ресурс]. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <https://eenergy.media/2018/10/17/pravkomissiya-odobrila-proekt-o-mikrogeneratsii-v-elektroenergetike-v-rf/>

## АНАЛИЗ МЕТОДИКИ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ПОДСТАНЦИИ

*А. Ю. Вербицкий*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. О. Мартко, к. т. н., доцент*

**П**роблема потерь электроэнергии (ЭЭ) встает довольно остро как в рамках каждого человека, так и города в целом. Барнаул не является исключением. Сохранение ЭЭ — это сокращение затрат, например, на производство того или иного вида продукции или содержание здания. Генерирующие компании стараются уменьшить потери как при передаче электроэнергии, так и при её трансформации. Именно поэтому одним из наиболее приоритетных направлений является экономия ЭЭ на подстанции, точнее — ее расхода на собственные нужды.

Методика нормативного расчета расхода ЭЭ на собственные нужды подстанций предназначена для расчета норматива расхода ЭЭ на собственные нужды подстанции с выделением групп токоприёмников собственных нужд подстанций.

Целью нормирования данного расхода электроэнергии является осуществление режима экономии и рационального расходования энергии токоприемниками собственных нужд.

Методика применяется в следующих целях:

- определение норматива расхода электроэнергии на потребление электроэнергии токоприемниками собственных нужд подстанций и оценке эффективности их работы за отчетный период (месяц, квартал, полугодие, год);
- формирование норматива расхода электроэнергии для планирования потребления электроэнергии на собственные нужды подстанции на год вперед;
- расчете норматива расхода электроэнергии при проектировании новых подстанций или реконструкции уже эксплуатируемых;
- оценка резерва снижения расхода на собственные нужды подстанции;
- разработка и мониторинг результатов внедрения мероприятий по снижению расхода электроэнергии на собственные нужды подстанции;
- поддержание установленного уровня энергетической эффективности оборудования собственных нужд подстанции;
- оперативное выявление нарушений в работе оборудования собственных нужд подстанции, приводящих к снижению эффективности его работы;

Норматив расхода ЭЭ на собственные нужды подстанций — значение годового расхода ЭЭ токоприёмниками собственных нужд электрической подстанции, отражающий ожидаемый объем потребления ЭЭ при нормальном режиме работы оборудования с учетом его паспортных данных, характеристик и режимов работы, и зданий, обеспечивающих жизнедеятельность персонала и рабочую среду.

Точный расчет количества ЭЭ, потребляемого подстанцией, а также непосредственное сравнение этого показателя с реальным значением, позволит вовремя принять меры по уменьшению потерь и просчитать варианты полной реконструкции или ее частичной модернизации. Выполнение поставленных задач в настоящее время актуальны как для г. Барнаула, так и для края в целом, поскольку количество подстанций с морально устаревшим оборудованием довольно велико.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по нормированию расхода электроэнергии на собственные нужды подстанции 35–500 кВ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_10735.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_10735.htm)

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЛИВА ДЕКОРАТИВНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ «УМНОГО ГОРОДА»

М. И. Гольев

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель — В. И. Сташко, к. т. н., доцент

Целью данной научно-исследовательской работы является создание автоматизированной системы полива на основе использования 8-битного микроконтроллера ATmega328P, с автономным питанием от солнечной микро-электростанции (микроСЭС). Система предназначена для использования в городских условиях, с подачей воды как из централизованной системы водоснабжения, так и из накопительной емкости.

Автоматизированная система позволяет в автоматическом режиме поддерживать необходимый уровень влажности почвы, отслеживать изменение суточной температуры воздуха, накапливать различные статистические данные и передавать их на центральный сервер посредством стандартного модуля GSM/GPRS SIM900. Электропитание всей системы производится от солнечной микро-электростанции мощностью 10–50 Вт и напряжением 12 В.

Структурная схема и внешний вид одного из вариантов системы представлены на рисунке 1.

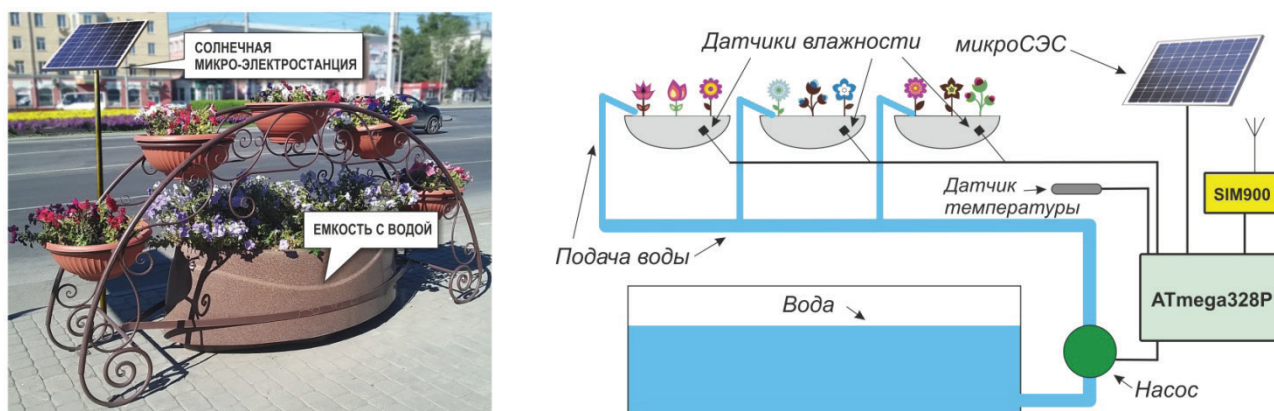


Рисунок 1 — Автоматизированная система полива небольшого цветника

Микроконтроллер с периодичностью в 1–2 часа опрашивает датчики влажности почвы. Как только влажность в определённой точке цветника опускается ниже заданного уровня, включается насос, который подает к каждому участку цветника воду через систему клапанов (на схеме клапана не обозначены). Если уровень воды в накопительной емкости ниже нормы, система передает сигнал о необходимости пополнить емкость на смартфон обслуживающего систему персонала или на центральный компьютер. Клапаны регулируют влажность на отдельных участках, если она имеет существенные отклонения.

С целью экономии воды, система по специальным алгоритмам определяет с помощью датчиков влажности, температуры и освещенности (в качестве датчика используется микроСЭС) оптимальное время для полива.

В случае нарушения каких-либо параметров, например, понижение влажности до критического уровня, система передает соответствующую информацию на смартфон обслуживающего систему персонала или на центральный компьютер.

Солнечная мини-электростанция, в зависимости от мощности, также, определяет оптимальное время для полива. Так, например, если день был солнечный, то, полив будет производиться в вечернее или ночное время суток. Если же в течении нескольких дней погода была пасмурная, но, дождя не было, то полив будет производиться в экономичном режиме в утренние часы или в течении дня.

Система имеет возможность удаленного ручного управления, и может накапливать различную статистическую информацию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хэ Линь. Разработка устройства для автоматического полива домашних растений на базе микроконтроллера Atmega16: дипломный проект / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, ИМОЯК, кафедра МД; науч. рук. С. В. Пономарев. — Томск, 2016.

## О ШИРОКОМ ВНЕДРЕНИИ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ СИЛОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*И. В. Горелов*

*Алтайский государственный технический университет им И. И. Ползунова*

*Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

**У**стойчивое развитие производственной базы города Барнаула невозможно без обеспечения надежного электроснабжения его потребителей электроэнергией. Одним из направлений повышения надежности электроснабжения является увеличение надежности силового оборудования.

Одной из причин возникновения аварийных ситуаций в системах электроснабжения является нарушение высоковольтных контактных соединений [1]. Данные дефекты приводят к снижению прочности сварного соединения, может происходить обрыв отдельных проводников в соединении, что приводит к повышению переходного сопротивления контакта и повышению его температуры.

При выполнении контактного соединения опрессовыванием, могут возникать дефекты: неправильный подбор наконечников, гильз, и т. п. В процессе эксплуатации в данных соединениях, наличие дефектов будет способствовать появлению локальных перегревов и появлению оксидных пленок.

При выполнении болтового контактного соединения могут возникать дефекты из-за недостаточной усилия затяжки болтов, отсутствия шайб и т. д. Из-за данных дефектов возникает оксидная пленка, которая уменьшает величину контактных площадок, что приводит к увеличению плотности тока.

При выполнении контактного соединения скруткой, может быть выполнена неполная очистка провода, что приводит к перегреву провода в соединителе с его возможным выгоранием.

Как мы видим, периодическая тепловизионная проверка соединений позволяет избежать серьезных последствий. Но у такого способа есть проблемы.

Приборы для тепловизионного контроля являются весьма дорогим средством. Из-за этого они не всегда могут быть доступны персоналу по обслуживанию силового электрооборудования.

Одним из перспективных решений данной проблемы является создание упрощенного стационарного прибора тепловизионной диагностики с удаленным управлением. Это позволит удешевить стоимость прибора и, тем самым, существенно увеличить охват оборудования тепловизионной диагностикой.

Основой данного прибора является использование пирометра, способного вращаться по двум осям с помощью сервоприводов, с целью создания картины распределения температуры по контролируемой поверхности. Также в него входит GSM-радиомодуль для управления и передачи данных о результатах диагностики.

Применение данного прибора на производстве позволит внедрить его повсеместно, т. к. он не требует обученного персонала на месте проведения измерительных работ и имеет более низкую цену по сравнению с существующими аналогами. Его использование позволит проводить более частую проверку силового электрооборудования, что позволит заблаговременно засечь дефекты, до развития их критической стадии.

Устранение данных дефектов, до критического момента, позволяет снизить вероятность выхода силового оборудования из строя из-за повреждений контактных соединений, что позволяет снизить убытки предприятий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко, М. Д. Система автоматического дистанционного мониторинга состояния контактных соединений высоковольтного оборудования электрических сетей [Текст] / М. Д. Дьяченко, Ю. А. Тесля // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. — 2013. — № 6. — С. 19–23.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С КОМПОЗИЦИОННЫМ СЕРДЕЧНИКОМ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА БАРНАУЛА

*И. И. Гулмадов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. С. Ананьева, к. т. н., доцент*

Сегодня в Барнауле и других городах России существует необходимость значительно увеличить мощность, передаваемую воздушными линиями. Это требует, чтобы передающие и сетевые компании восстанавливали существующие сети с увеличением поперечного сечения провода и соответственно увеличивали передаваемую мощность высоковольтных линий. Несомненно, одним из основных направлений работы в этой области является создание новых типов материалов для проводов воздушных линий электропередач. Применение новых материалов и оптимизация проектные решения также актуальны в связи с необходимостью крупномасштабных реконструкция сетевой инфраструктуры, срок службы которой превышает 40–50 лет. В настоящее время используются в высоковольтных линиях электропередачи, традиционные провода из стали переменного тока имеют предел долговременной работы 90 °С, поскольку эта стандартная стальная сердечника может перегреваться при максимальных и максимальных электрических нагрузках, что приводит к растяжению проволоки и провисанию ниже допустимая норма. Для этой цели недавно использовалось новое поколение проводов с композитным сердечником. В проводах нового поколения для воздушных линий электропередач, в качестве сердечников используются композитные материалы, стальные оцинкованные или алюминиевые плакированные провода, провода из различных сплавов на основе стали. Сердечники проводов из композиционных материалов может быть монолитный стержень с круглым поперечным сечением или скрученный в прядь элементарных стержней из композитного многокомпонентного материала, состоящего из матрицы (полимер, металл, углерод и т. д.) И армирующих элементов (углеродное волокно, базальтового волокна, стекловолокна и т. д.), обеспечивая необходимую механическую прочность [1].

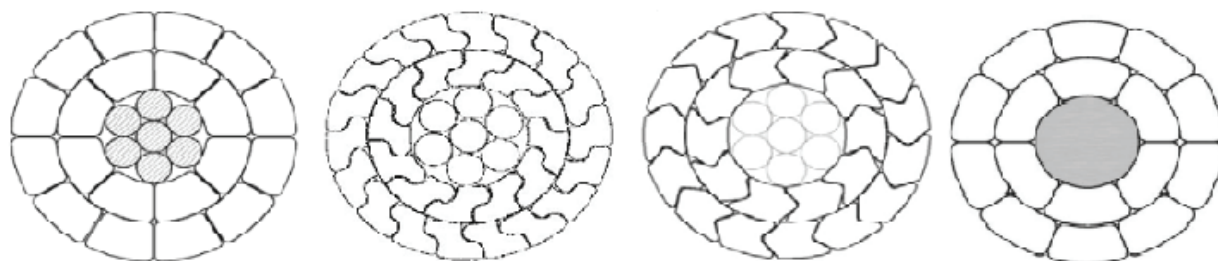


Рисунок 1 — Конструкция проводов нового поколения [2]

Основное преимущество проводов с композиционным сердечником является:

- увеличивает прочность провода, также легче и прочнее стали;
- уменьшает стрела провеса провода;
- повышает электропроводимость провода на 28% больше алюминия.

Применение проводов нового поколения ЛЭП на больших переходах с учетом оптимизации конструкций переходных опор и фундаментов к ним позволяет значительно снизить затраты деньги на строительство переходов (15–40%) за счет снижения материалоемкости конструкций разных опор и фундаментов, реконструкция старых линий а также снижения трудозатрат на их изготовление и монтаж.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колосов С. В., Рыжов С. В., Секстин В. Е.. Повышение пропускной способности ВЛ: анализ технических решений. В сб. научных статей «Опыт, устремленный в будущее» // ЗАО «Электросетьстройпроект», 2013. — С. 26–36.

2. Алексеев Б. А. Повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи и применение проводов новых марок // Электротехника, № 3. 2009. — С. 45–50.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ В ЭНЕРГОСНАБЖЕНИИ Г. БАРНАУЛА

*А. С. Данилов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. М. Головачев, к. т. н., доцент*

**В** электрической части энергосистем могут возникать аварии, либо ненормальные режимы работы, вызванные повреждениями электрического оборудования, линий электропередач (ЛЭП) и электрических установок у потребителей энергии и Барнаул не исключение, ведь такие аварии могут поставить под угрозу жизнь людей.

Главной функцией релейной защиты является быстрое выявление и отключение от электрической сети поврежденных элементов этой сети в ходе аварий. Такая защита обеспечивает бесперебойную работу энергетической системы без дальнейшего ее повреждения во время аварийной ситуации.

Цифровые блоки релейной защиты, реализованные на основе микропроцессорных элементов, в наше время являются основным направлением развития релейной защиты и автоматики (РЗА). Они, кроме выполнения главной функции — аварийного отключения энергетических систем, могут осуществлять дополнительные, более сложные функции РЗ [1].

Отказ от электромеханических и статических реле, обладающих значительными габаритами, позволил более компактно размещать оборудование на панелях РЗА. Такие конструкции стали занимать значительно меньше места. При этом управление посредством сенсорных кнопок и дисплея стало более наглядным и удобным.

Применение подобных устройств необходимо в системе энергоснабжения быстроразвивающихся и быстрорастущих городов, таких как Барнаул [2].



Рисунок 1 — Внешний вид



Преимуществами данных устройств являются:

- многофункциональность;
- наличие дисплея ЖК-дисплея;
- компактность;
- удобство фиксации возникших неисправностей;
- регистрация процессов аварийного состояния;
- опережение отключения синхронных потребителей при нарушениях устойчивости системы;
- способность к дальнему резервированию.

Реализация таких возможностей на базе электромеханических защит ЭМЗ и аналоговых устройств не осуществляется ввиду технических сложностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гловацкий В. Г. Релейная защита и автоматика распределительных сетей. СПб.: Альфа СПб, 2003–484 с.
2. Беркович М. А. Основы автоматики энергосистем. — М.: Энергоиздат, 1981–432 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ SIEMENS В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10 КВ

*М. Ю. Доманов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

**П**овышение качества электроэнергии в сложных и конкурентоспособных бизнес-средах — это одна из самых сложных задач для энергетических предприятий Барнаула и Алтайского края. Сокращение количества и продолжительности отключений электроэнергии и снижение числа затронутых потребителей — важные шаги к достижению этой цели.

В большинстве сетевых конфигураций фидер защищен с помощью автоматического выключателя или автоматического повторного включения (АПВ). Отпаечные линии обычно защищены предохранителями. Однако плавкий предохранитель не может различать временные и постоянные неисправности. Поскольку 80% сбоев сети являются временными, 80% его предохранителей перегорают без необходимости. Это означает, что: предохранитель бесполезно поврежден; ремонтная бригада линейной службы затрачивает много времени на обнаружение местоположения повреждения и замену предохранителя; потребители остаются без питания, что приводит к высоким материальным расходам и расходам на работу персонала, а также возможны штрафные платежи.

Одним из путей решения данной проблемы является установка аппаратов Siemens Fuseaver, который отлично подходит для защиты предохранителей от срабатываний при самоустраняемых повреждениях на линиях. Он позволяет почти полностью избежать последствий от токов короткого замыкания на предохранителе, путём отключения поврежденной линии выключателем, встроенным в данный прибор. Благодаря высокой скорости отключения (0,5 с), Fuseaver Siemens защищает предохранитель от перегорания при самоустраняемых замыканиях. Fusesaver предназначен для установки последовательно с предохранителем. Когда он обнаружит короткое замыкание, он отключит линию и останется в этом положении на заранее определенное время. Также Fusesaver реализует возможность пофазного автоматического повторного включения, что благоприятно сказывается на надежности электропитания потребителей.

Внешний вид Siemens Fusesaver представлен на рисунке 1.

Таким образом, массовое внедрение таких современных коммутационных аппаратов как Siemens Fusesaver в электрических сетях города Барнаула и Алтайского края позволит повысить уровень надежности электроснабжения потребителей.

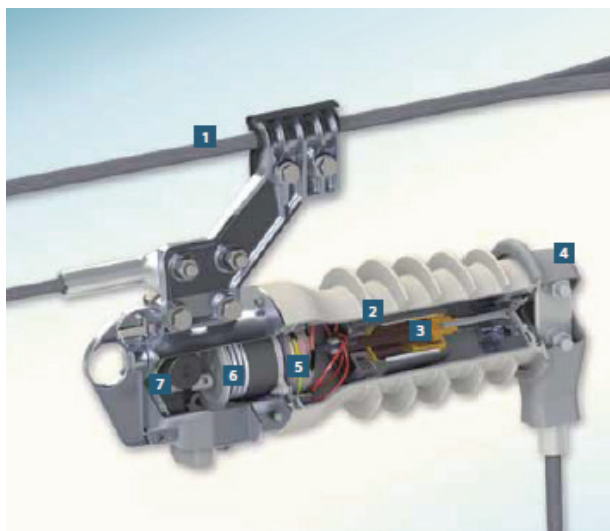


Рисунок 1 – Внешний вид Siemens Fusesaver: 1 – отпаечная линия; 2 – трансформатор тока; 3 – вакуумный выключатель; 4 – защита от птиц; 5 – трансформатор напряжения; 6 – магнитный актуатор; 7 – электронный модуль

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fusesaver — the world's fastest OVCB [Электронный ресурс]. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <https://www.siemens.com/global/en/home/products/energy/medium-voltage/systems/outdoor-systems/fusesaver.html>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛИВНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*М. Ю. Доманов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – Т. Е. Годецкая, старший преподаватель*

С каждым годом потребление воды населением возрастает. В соответствии с Нормами хозяйственно-питьевого потребления воды для населенных мест, на одного жителя в сутки приходится в среднем 300 литров горячей и холодной воды [1]. Таким образом, весь объём отработанной воды отправляется в канализационную систему, унося с собой громадное количество неиспользуемой кинетической энергии. В то время, как возможно использовать эту энергию путём её преобразования в электрическую при помощи установки мини-ГЭС. Есть несколько возможных мест для установки оборудования, рассмотрим два из них, т. к., на наш взгляд, их использование наиболее выгодно.

Исходя из вышеперечисленных данных, можно произвести приблизительный расчёт потерь энергии в сточной воде для одного многоквартирного жилого дома. В одном 9-этажном доме в среднем проживает около 650 человек. Расход воды составляет 195000 литров в сутки.

При этом объёме воды мы теряем количество энергии приблизительно равное:

$$E = m \cdot g \cdot h = 195000 \text{ кг} \cdot 9.81 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м} = 19129500 \text{ Дж},$$

где  $m$  — это масса воды, уходящая в канализацию со всего дома;

$g$  — ускорение свободного падения;

$h$  — средняя высота с которой вода будет падать в трубе [2].

При установке мини-ГЭС на трубу, отводящую сточную воду от многоквартирного дома в систему канализации, можно получать электроэнергию, которая будет освещать подъезды и прилегающую территорию. Однако стоит заметить, что у данного места установки существует несколько минусов, например, таких как: засорение труб и мини-турбины, а также не постоянный поток воды, т. к. в ночное время потребление воды снижается.

Вторым вариантом для места установки подобной мини-гидроэлектростанции является место сброса очищенных сточных вод, недалеко от очистных сооружений. Плюсами данного места является то, что через эту мини-ГЭС будет проходить колоссальный объем уже очищенной воды, следовательно, будет вырабатываться гораздо больший объем электроэнергии, которую можно будет расходовать на питание крупных потребителей, а также можно будет максимально сократить время простоя данной ГЭС, путём регулирования подачи воды из очистных сооружений. Объем отведенных стоков для ООО «Барнаульский водоканал» принят на 2018 год запланированный объём сточных вод составляет 47653,916 тыс. куб. м [3]. Проведя приблизительный расчёт количества неиспользуемой энергии сточных вод, получаем:

$$E = m \cdot g \cdot h = 47653916000 \text{ кг} \cdot 9,81 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 6,4 \text{ м} = 2991903,46 \text{ МДж в год}$$

Таким образом, при преобразовании неиспользуемой кинетической энергии от отработанной воды в электрическую энергию мы повышаем уровень энергосбережения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балацкий, Д. В. Состояние природной среды и условия жизни в Барнауле (медико-экологический аспект) / Д. В. Балацкий // География и природопользование Сибири: сб. ст. — Барнаул, 2005. — Вып. 5. — С. 255–264.
2. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения [Текст] / А. А. Арутюнян. — Москва: Энергосервис, 2007. — 600 с.
3. Решение управления Алтайского края по государственному регулированию цен и тарифов от 19 декабря 2017 г. N 725»О корректировке тарифов на водоотведение» [http://gkh-altay.ru/d/205499/d/resheniye\\_upravleniya\\_ak\\_no725\\_ot\\_191217g.pdf](http://gkh-altay.ru/d/205499/d/resheniye_upravleniya_ak_no725_ot_191217g.pdf)

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНОМ ЖИЛОМ ДОМЕ С БИЛЛИНГОВОЙ СИСТЕМОЙ

*Ю. А. Дорофеев*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Сташко, к. т. н., доцент*

**В** конце 2017 года Государственная Дума РФ приступила к рассмотрению законопроекта, направленного на стимулирование внедрения систем интеллектуального учета, которые основаны на так называемой технологии Smart Metering (англ. — умные измерения). Новая технология позволяет не только дистанционно снимать показания приборов учета, но и управлять потреблением, контролировать параметры качества электроэнергии, обрабатывать и накапливать информацию [1].

В связи, задача использования энергосбытовыми компаниями современных инструментов и технических средств для реализации автоматизированного сбора и обработки данных о потребляемой электроэнергии, является весьма актуальной.

Упрощенная структурная схема взаимодействия интеллектуальных приборов учета с биллинговой (от англ. Billing –выставление счетов) системой поставщика электроэнергии, представлена на рисунке 1.

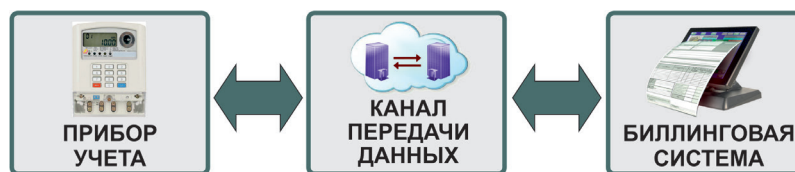


Рисунок 1 – Взаимодействие приборов учета с биллинговой системой

Реализация представленной на рисунке 1 схемы, позволит значительно снизить трудоёмкость сбора данных и снизить издержки на обслуживание всей системы в целом. Кроме того, создание системы взаимодействия приборов учета с биллинговой системой, будет способствовать скорейшему внедрению интеллектуальной системы энергетического менеджмента, которая позволит определять профили эффективного энергопотребления, и, следовательно, повысит показатели энергосбережения и энергоэффективности потребителей [2].

Внедрение взаимодействующей в режиме реального времени биллинговой системы с интеллектуальными приборами учета, позволит одновременно решить множество нерешенных в настоящее время задач:

- минимизировать небаланс между общедомовым прибором учета и суммой квартирных приборов учета в многоквартирных домах;
- выявить случаи несанкционированного подключения или отбора мощности;
- повысить надежность электроснабжения и снизить эксплуатационные затраты;
- полностью исключить «человеческий фактор» из процесса снятия показаний и увеличить собираемость платежей;
- повысить эффективность диспетчерско-технологического управления и обеспечить возможность ограничения (отключения) нагрузки;
- объективно и оперативно производить оценку качества всей технологической цепочки «поставщик — энергосбыт — потребитель»;

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К. С. Баранова, А. В. Горбань. Интеллектуальная система Smart Metering и АСКУЭ // Молодежный вестник ИрГТУ. — 2018. — Т. 8, № 1. — С. 7–11.

2. Современные инструменты автоматизированного сбора и систематизации данных с устройств учёта потребления энергоресурсов и датчиков / А. А. Соколов, Т. А. Яновский, Д. Г. Ульянов, С. Е. Ползунов // Проблемы науки. — 2016. — № 12 (13). — С. 24–28.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ВЛЭП НАПРЯЖЕНИЕМ 6–10 КВ, РАБОТАЮЩИХ БЕЗ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ю. Н. Дьячкова

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент

**П**ередача электроэнергии — основная задача энергетики. Воздушные линии электропередачи являются одним из самых распространенных способов передачи электроэнергии.

Об авариях на линиях, находящихся в работе, оперативный персонал энергоснабжающей организации узнаёт практически сразу, а вот в случае такой аварии на линии, находящейся под охраняемым напряжением, линии без потребителя, или сезонно используемой линии персонал не будет опове-

щен сразу. О проблеме, как правило, становится известно, при подключении к таким линиям потребителей. Это несет за собой непредвиденные траты на ускоренное восстановление ЛЭП.

Данная проблема актуальна для Алтайского края. «Алтайэнерго» — филиал ПАО МРСК «Сибири» работает на территории края и имеет в своем составе 7 производственных отделений, 36 РЭС и 177 УЭС, распределенных по краю. Всего в обслуживании Алтайэнерго находится 53169 км линий электропередачи, среди которых 188 участков ЛЭП находятся либо под охранным напряжением без потребителя, либо без напряжения, ожидая демонтажа. Такие участки находятся в зоне повышенной опасности обрыва проводов ото льда, а также в риске хищений проводов злоумышленниками [1].

Хищения цветных металлов очень распространены по стране в целом и в Алтайском крае в частности. «Алтайэнерго» пытается справляться с данной проблемой путем мониторинга пунктов приема цветных и черных металлов, организации рейдов по энергообъектам, призывов к помощи неравнодушных граждан [1]. Всё это требует больших денежных вложений. Более рациональным решением данной проблемы может стать прибор для обнаружения обрыва провода на ЛЭП и немедленной передачи информации об этом персоналу энергоснабжающей организации. Такой прибор будет представлять собой систему мониторинга ЛЭП. Структурная схема системы мониторинга представлена на рисунке 1. Большинство ВЛ напряжением 6–10 кВ без потребителя находятся под охранным напряжением, сигнализатор напряжения передает на микроконтроллер данные о наличии или отсутствии напряжения в линии. Микроконтроллер обрабатывает эту информацию и с помощью устройства связи передает информацию оперативному персоналу.

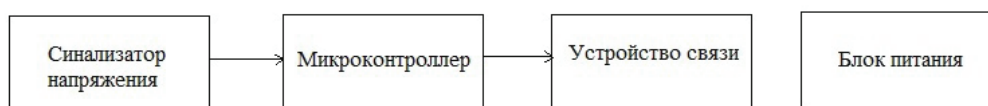


Рисунок 1 — Структурная схема системы мониторинга ВЛ 6–10 кВ

Для того, чтобы система функционировала при отсутствии напряжения в линии, необходим блок питания, в качестве которого возможно использовать свинцовую аккумуляторную батарею напряжением 12 В, зарядное устройство и панель солнечной батареи.

Применение такого прибора позволит оптимизировать мониторинг напряжением ВЛ 6–10 кВ, работающих без потребителей электроэнергии, а также увеличить надежность электроснабжения и уменьшить потери на восстановление имущества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Публичное акционерное общество «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири» — «Алтайэнерго» [Электронный ресурс], 2018. — Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/index.php?lang=ru22>

## ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФАКТА ПОДКЛЮЧЕНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ

*И. М. Казымов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Б. С. Компанеев, к. т. н., доцент*

**Н**еучтённое (самовольное) технологическое подключение физических или юридических лиц к распределительной сети низкого напряжения неизбежно приводит к безучётному и бездоговорному потреблению электрической энергии, иначе — хищению, что, в свою очередь, увеличивает величину общих потерь в сети. В данной работе описываются способы выделения коммерческих потерь из общей массы в наиболее распространённых конфигурациях распределительных сетей бытового сектора.

О наличии в рассматриваемой электрической сети незаконных подключений говорит факт небаланса электроэнергии, «отпущенной» потребителям с питающей подстанции, и суммой потреблённой электроэнергии. Разница между величиной силы тока в отходящей линии и суммой токов у потребителей возникает вследствие неучтённого потребления электроэнергии. Важным моментом является тот факт, что подразумевается разница между силой тока, отдаваемого подстанцией и геометрической суммой токов потребителей.

Очень часто в реальных сетях применяется не сложно-разветвлённая схема, а схема с определённой конфигурацией, когда, например, сеть является магистральной с подключением каждого потребителя к магистрали в точке, обеспеченной прибором учёта, или разветвлённой, но с наличием прибора учёта в каждой из точек ветвления сети. В случае анализа такой сети становится возможным найти точный результат практически в любой ситуации.

Применение СИП, которые не позволяют простыми способами присоединиться к сети вне предусмотренных для этого мест накладывает свои ограничения на нахождение точек самовольного подключения, зачастую снижая круг поисков до непосредственной близости к установленному прибору учёта. Применение специальной методики для сетей с применением СИП так же позволяет наиболее точно определить место неучтённого технологического подключения.

Ввиду того, что СИП набирает всё большее распространение в настоящее время, стали появляться сети с магистральной конфигурацией, выполненные с применением СИП. Использование особенностей этой сети позволило создать методику, позволяющую не только точно определить место подключения и величину неучтённого тока через него, но также и просигнализировать о наличии в исходных данных ошибки при задании одного или нескольких участков в сети.

На данном этапе разработано и протестировано четыре различных программы для ЭВМ, предназначенных для расчёта определённых конфигураций сетей:

- сложная разветвлённая сеть общего случая;
- магистральная сеть (сеть с ветвлениями в точке, обеспеченной учётом);
- сеть с применением СИП (конкретная конфигурация не имеет значения);
- магистральная сеть, выполненная с применением СИП.

В дальнейшем планируется разработка программного обеспечения для определения наличия в сети участков с увеличенным сопротивлением, а также практические испытания на базе электрических сетей низкого напряжения филиала МРСК Сибири АО «Алтайэнерго».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казымов, И. М. Методика определения места незаконных подключений в магистральных распределительных сетях низкого напряжения [Текст] / И. М. Казымов, Б. С. Компанец // Горизонты образования. — 2017, № 19 — С. 17–20.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ НА ПРЕДПРИЯТИИ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА

*Ж. С. Каримжанова*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова*

*Научные руководители — И. В. Белицын, к. п.н., доцент, И. А. Гутов, к. т.н., доцент*

**В**се большее значение на современном этапе приобретает проблема рационального использования электрической энергии и энергосбережения на предприятии городского электрифицированного транспорта. На крупном промышленном предприятии, к которым относятся предприятия городского электрифицированного транспорта, потребление электроэнергии варьируется от 40 до 45 МВт в год.

Цель работы заключается в разработке системы мероприятий энергоэффективности на предприятии городского электрифицированного транспорта.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- анализ рядов часовых нагрузок с выбором наилучшего интервала усреднения для оценки показателей графиков нагрузок промышленного предприятия;
- разработка методик для оценки системы мероприятий энергоэффективности на предприятии городского электрифицированного транспорта;
- изучение нормативно-правовых документов, определяющих формирование мероприятий энергоэффективности муниципальных учреждений;
- оценка реализации мероприятий энергоэффективности на предприятии городского электрифицированного транспорта на примере МУП «Горэлектротранс» г. Барнаула;
- анализ планируемого потребления электроэнергии на предприятии с учетом применения результатов анализа мероприятий энергоэффективности.

Для решения задач поставленных в работе использовалась методика, на основе системного подхода к анализу и нормированию электропотребления, синтезирующая в себе классический и вероятностно-статистический анализ структуры электропотребления исследуемого предприятия. Проведена оценка эффективности использования энергии на предприятии городского электрифицированного транспорта. Кроме этого определена эффективность мероприятий по энергосбережению и выявлены объективные показатели, которые отражают реальное использование энергоресурсов. Показатели годового потребления на предприятии МУП «Горэлектротранс» за 2017 год представлены в таблице 1.

Таблица 1

Месяц	Потребление за 2017 год по предприятию, т.кВт*ч					
	Троллейбус	Субабоненты	Тяга	Трамвай	Всего	Собственные нужды
январь	1022,26	135,29	4978,17	3956,91	5500,94	389,47
февраль	950,52	152,44	4597,68	3646,16	5078,23	330,12
март	769,61	127,96	4167,04	3396,43	4621,6	328,6
апрель	654,23	122,83	3563,33	2912,1	3900,92	216,76
май	564,19	100,1	3110,31	2548,12	3324,18	115,77
июнь	527,47	88,35	2774,69	2246,21	2971,67	110,64
июль	485,62	94,16	2805,3	2319,68	3017,81	120,35
август	519,18	85,41	2929,49	2412,3	3124,03	111,13
сентябрь	575,4	93,65	3204,27	2630,87	3418,23	122,31
октябрь	727,08	116,99	3807,64	3082,56	4133,52	210,88
ноябрь	838,42	128,86	4404,21	3566,79	4803,19	272,12
декабрь	945,32	123,47	5108,69	4163,37	5565,26	335,1
год	8564,31	1358,52	45439,81	36875,5	49448,57	2652,25

Ресурсосбережение предприятия необходимо рассматривать комплексно, так как при инвестировании в какой-либо ресурс в отдельности, в целом возможны убытки за счет еще больших потерь в другом. Поэтому к этому вопросу необходимо подходить, взвешивая и рассчитывая все условия, которые способны привести к экономии или затратам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артемьев, А.В. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: руководство для практических расчетов. / А.В. Артемьев, О.В. Савченко. — М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2015. — С. 280

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭНЕРГИИ МЕСТНЫХ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО И ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Е. Ю. Кирсанова*

*Алтайский государственный технический институт им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Л. В. Куликова, д. т. н., профессор*

**И**ntenсивный темп роста числа потребителей электрической энергии в современном мире ставит непростую задачу по поиску альтернативных источников энергии и эффективному использованию существующих. С ростом разнообразия требований потребителей к качеству энергоснабжения, с появлением и активным развитием технологий малой распределенной энергетики и интеллектуальных электроэнергетических систем стали четко просматриваться недостатки российской модели централизованного электроснабжения от крупных источников и теплоснабжения от котельных. К таким недостаткам относятся: низкое качество электроснабжения потребителей; высокая частота аварийных отключений; высокая степень износа электрогенерирующего оборудования; большие объемы выбросов загрязняющих веществ и теплового загрязнения от крупных источников; необоснованно высокие цены на электроэнергию и тарифы на тепло для потребителей, порождаемые следующими факторами: высокими потерями в электрических сетях; низкой топливной эффективностью конденсационных электрогенерирующих установок по сравнению с когенерационными установками; низкой эффективностью использования топлива в котельных по сравнению с высокотемпературными когенерационными установками на базе современных газовых турбин [1].

Одним из перспективных направлений в области выработки энергии можно считать получение энергии по средствам использования отходов сельскохозяйственного и промышленного производств. Малоразмерные газотурбинные двигатели — один из способов применения данной технологии. В качестве топлива для преобразования химической энергии в электроэнергию, а возможно и теплоту, традиционно в газотурбинных установках применяется природный газ, но истощение запасов органического топлива и постоянный рост цен на него вынуждает искать альтернативные виды топлива — биогазы. Они получают на основе технологии микробиологической утилизации пищевых отходов специально селекционированными микроорганизмами.

Ежегодно жители и производства города Барнаула выбрасывают около 510 тонн мусора, из них 308 тонн мусора, относящегося к первому классу опасности. Уменьшение объема органических бытовых отходов — основное преимущество данного метода.

Образующиеся в процессе биодеградациии газы, могут быть использованы в качестве дешевых энергоносителей, которые предлагается использовать в когенераторах. Главное преимущество когенерационной установки состоит в том, что использование энергии биогаза здесь происходит с гораздо большей эффективностью, в результате чего снижается потребность в первичном топливе. Инвестиции в когенераторы окупаются значительно быстрее, чем капиталовложения в объекты «большой» энергетики: затраты на проектирование, закупку, ввод в эксплуатацию и амортизацию когенераторов [2].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендации «круглого стола» на тему: «О мерах по совершенствованию законодательства, обеспечивающих развитие малой распределенной энергетики в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. // Комитет ГД РФ по энергетике: сайт. — Режим доступа: <http://www.komitet2-13.km.duma.gov.ru/site.xp/053053056124049056056055.html> (дата обращения: 23.10.2018).

2. Родионов В. Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего / В. Г. Родионов. — М.: ЭНАС, 2010. — 352 с.



## О ВАЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6–35 КВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

*В. В. Клименко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

**Р**аспределительные электрические сети напряжением 6–35 кВ составляют более половины протяженности сетей всех классов напряжения в России. От таких линий электропередачи питаются и бытовые потребители, и социально-значимые объекты города Барнаула, следовательно, возникает ряд предъявляемых к данным сетям требований по надежности электроснабжения и качеству электроэнергии.

При этом на долю линий электропередачи классов напряжения 6–35 кВ приходится большая часть технологических нарушений. Чаще всего это однофазные замыкания на землю, которые могут перерасти в более сложные виды коротких замыканий, что способно вызвать серьезные аварии в сетях с изолированной нейтралью и срабатывание средств релейной защиты и автоматики. Необходимо быстро обнаружить место замыкания на землю во избежание перерыва в электроснабжении потребителей. По данным ПАО «МРСК Сибири» продолжительность перерывов электроснабжения потребителей на первое полугодие 2018 года составляет 5916,46 часов при количестве технологических нарушений — 3595 [1]. Существенно осложняет поиск места нарушения особенности сетей 6–35 кВ их большая протяженность и разветвленность.

Остро в электроэнергетике стоит вопрос коммерческих потерь, основную долю которых составляют несанкционированные подключения. По приблизительным экспертным оценкам число бесхозных объектов в России составляет около половины от общего количества объектов недвижимости. Большая часть брошенных домов сконцентрирована в сельской местности. По ряду причин, таких как высокая загруженность оперативного персонала, нехватка кадров, отключение всех таких домов от питающей сети не представляется возможным. Таким положением нередко пользуются жители соседних домов, имеющие доступ в бесхозное помещение. Это несанкционированное пользование электроэнергией влечет увеличение коммерческих потерь. На данный момент энергетика России ежегодно теряет более 300 млрд рублей из-за воровства электроэнергии.

Отданная в сеть электроэнергия должна соответствовать стандартизированным показателям качества, поскольку она имеет огромное влияние на работу электроприемников. На данный момент контроль качества осуществляется по заявке потребителя с последующим выездом на место с необходимым оборудованием.

Предлагаемый к разработке программно-аппаратный комплекс поможет решить каждую из обозначенных проблем. Он позволит более оперативно и точно определить место короткого замыкания в линии, что сократит длительность перерыва в электроснабжении потребителей, позволит избежать более тяжелых последствий возникших нарушений в виде аварийных режимов и повысить производительность труда оперативного персонала. Также может быть применено для выявления хищения электроэнергии путем анализа регистрируемых прибором показателей, таких как активная, реактивная, полная мощность и потребляемая энергия, и данных о потребителях населенного пункта, что сократит коммерческие потери. И, наконец, с его помощью возможен дистанционный контроль качества электроэнергии, что приведет к общей оптимизации электроснабжения и возможности анализа технического состояния сетей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПАО «МРСК Сибири» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.mrsk-sib.ru/index.php?lang=ru40>

## ПРОДОЛЬНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

*Е. А. Леденева*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель – Б. С. Компанеев, к. т. н., доцент*

**П**ропускная способность линий электропередач сильно зависит от качества решения задачи продольной компенсации реактивной мощности. Проблемы в данной предметной области активно устраняются в современной энергетике. Однако существует ряд проблем, которые в таких ситуациях значительно усложняют процесс обслуживания линий. В частности, установка систем компенсации подразумевает нарушение целостности линии на этапе монтажа или аварийной замены оборудования. Кроме того, линии первой и второй категорий исключают возможность применения данного подхода, так как ремонтные мероприятия требуют прекращения подачи электроэнергии. Сам монтаж оборудования представляет собой трудоёмкий процесс. В этой связи рассматриваются альтернативные идеи и варианты решения данной задачи.

Следует также отметить, что рассматриваемая проблема актуальна и для нашего города, и для сетей электроснабжения России в целом.

Для решения обозначенных задач предлагается использовать в линии электроснабжения трансформатор тока (ТТ). Под незначительной нагрузкой он будет иметь малую величину напряжения на вторичной обмотке. При этом, чтобы выполнить продольно-ёмкостную компенсацию реактивной мощности, параллельно ТТ в рассечку линии устанавливается конденсатор.

Конденсатор в случае необходимости можно будет заменить, не останавливая работу линии, если для его демонтажа будет применён шунтирующий короткозамыкатель. Схема представлена на рисунке 1.

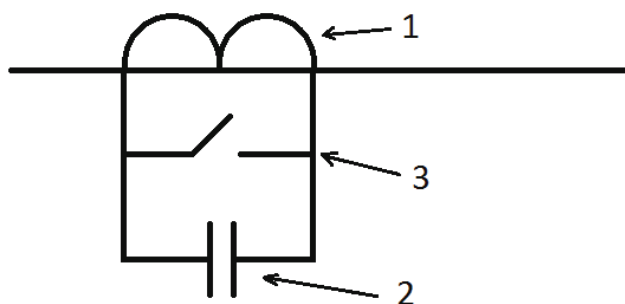


Рисунок 1 – Схема продольной компенсации реактивной мощности: 1 – трансформатор тока; 2 – конденсатор; 3 – короткозамыкатель

Такая компоновка схемы компенсации реактивной мощности обладает серьёзными преимуществами. Конденсатор будет выполнять задачу продольно-ёмкостной компенсации динамически. Степень его влияния на работу цепи будет напрямую зависеть от величины напряжения на вторичной обмотке ТТ. При малых значениях нагрузки на ТТ указанное напряжение будет невелико. Однако с ростом индуктивной нагрузки будет автоматически увеличиваться и связанная с ней ёмкостная компенсация. Ещё одним достоинством является то, что такая схема работает на базовых законах электротехники и не требует сложных подходов в управлении. Изменение ёмкости потребуется только при изменении  $\cos \phi$  нагрузки в значительном диапазоне.

Данная схема продольной компенсации реактивной мощности будет надёжной и саморегулирующейся.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костенко, М. П. Электрические машины [Текст]: учеб. пособие для электроэнерг. и электротех. специальностей вузов, часть 1 / М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский; Изд. 3-е, перераб. и доп. — Л.: Энергия, 1972. — 554 с.
2. electricalschool.info [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg>

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕЖОГА ПРОВОДНИКА ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

А. К. Леонтьева

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — С. Ф. Нефёдов, к. т. н., доцент

Для получения показателей незащищённости участков сети электроснабжения некоторого объекта используется принцип сопоставления токо-временных зависимостей характеристик аппарата защиты (АЗ) и пережога провода в результате короткого замыкания (КЗ). При приближении точки КЗ к источнику питания возрастает не только величина тока КЗ, но и кратность ударной составляющей тока. Таким образом, свободная составляющая тока оказывает существенное влияние на процесс КЗ. Существующие способы расчёта времени срабатывания АЗ и пережога провода не позволяют учитывать данный фактор, так как все характеристики получены для постоянного тока. Кроме того, оценивать работу АЗ на основании ударного тока тоже не корректно, так он действует не в течении всего времени срабатывания АЗ. Таким образом, целесообразно производить оценку характеристик на основании количества затрачиваемой на описываемые процессы энергии.

Пережог — это процесс расплавления материала провода в точке КЗ, для которого за основу было взято уравнение теплового баланса:  $Qdt = Gcd\Theta + S\lambda\Theta dt$ , где,  $Q$  — мощность, выделяемая в месте КЗ;  $G$  — масса нагреваемого материала;  $c$  — удельная теплоемкость материала;  $\Theta$  — разница температуры с окружающей средой;  $S$  — площадь поверхности охлаждения;  $\lambda$  — коэффициент теплоотдачи, учитывающий все виды переноса тепла.

Чтобы решить данную задачу рассматривались параметры передачи энергии в точку расплавления через электрическую дугу (ЭД). Основная часть энергии ЭД рассеивается в виде излучения, а та её часть, что попадает на поверхность проводника — нагревает его. Она будет равна отношению телесного угла, образованного поверхностью проводника и излучающей точкой к телесному углу сферы.

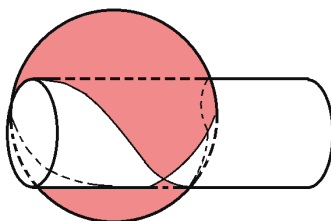


Рисунок 1 — Графическое представление момента пережога проводника

Получив интегральную характеристику по величине передаваемой проводу энергии пересечением соответствующих фигур: цилиндра для проводника и расширяющейся сферы для участка расплавления, мы можем очень точно определить время пережога.

Энергетический подход может применяться для проведения аудита в сфере безопасности электроустановок 0,4 кВ, совершенствования методов анализа систем защиты, а также данная технология может позволить снять нерешаемость задачи обеспечения пожаробезопасности в агропромышленном комплексе, обусловленной большими падениями напряжений на участках сети, что переводит работу с токами КЗ в зону теплового расцепителя. Новый подход значительно увеличивает качество расчёта вероятностей срабатывания АЗ для конкретных конфигураций сетей электроснабжения и соответствующих систем обеспечения электро-пожаробезопасности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сошников, А. А., Никольский, О. К. Расчет эффективности электрической защиты в сетях 0,38 кВ: учебное пособие, — Барнаул, 1992. — 58 с.
2. Дробязко, О. Н. Оптимальные стратегии создания систем безопасности электроустановок агропромышленного комплекса: автореф. дисс. д-ра техн. наук. — Барнаул, 2006. — 44 с.

# РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАБОТЫ КОНЦЕНТРАТОРА ДАННЫХ ДЛЯ СБОРА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПЕРЕРЫВАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

И. С. Малков

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – А. А. Грибанов, к. т. н., доцент

Одним из критериев обоснования оптимального уровня надежности электроснабжения является ожидаемый ущерб от отключений. Для упрощения его оценки на этапе проектирования систем электроснабжения требуется сбор и обработка огромного объема статистических данных. В этих условиях разработки в области систем автоматизированного сбора и передачи информации о перерывах электроснабжения являются актуальными.

Целью настоящей работы является разработка алгоритма работы концентратора данных для сбора статистической информации о перерывах электроснабжения с целью дальнейшего построения графика нагрузки и определения объема недополученной электроэнергии. Предлагаемый алгоритм реализуем с использованием популярных на рынке микроконтроллеров семейства AVR. Датчики системы сбора и передачи информации предлагается располагать на вводах потребителей, а также на шинах трансформаторных подстанций [1].

Для построения графика нагрузки необходимо разбить сутки на несколько временных интервалов. В начале каждого интервала проверяется наличие питания на линии (фидере). При положительном результате новое значение мощности на графике для данного интервала определяется как сумма предыдущего значения и измеренного, отнесенная к общему числу измерений. Процедура повторяется заданное количество раз. Полученное значение записывается в память устройства и отправляется на сервер.

Алгоритм проиллюстрирован рисунком 1.

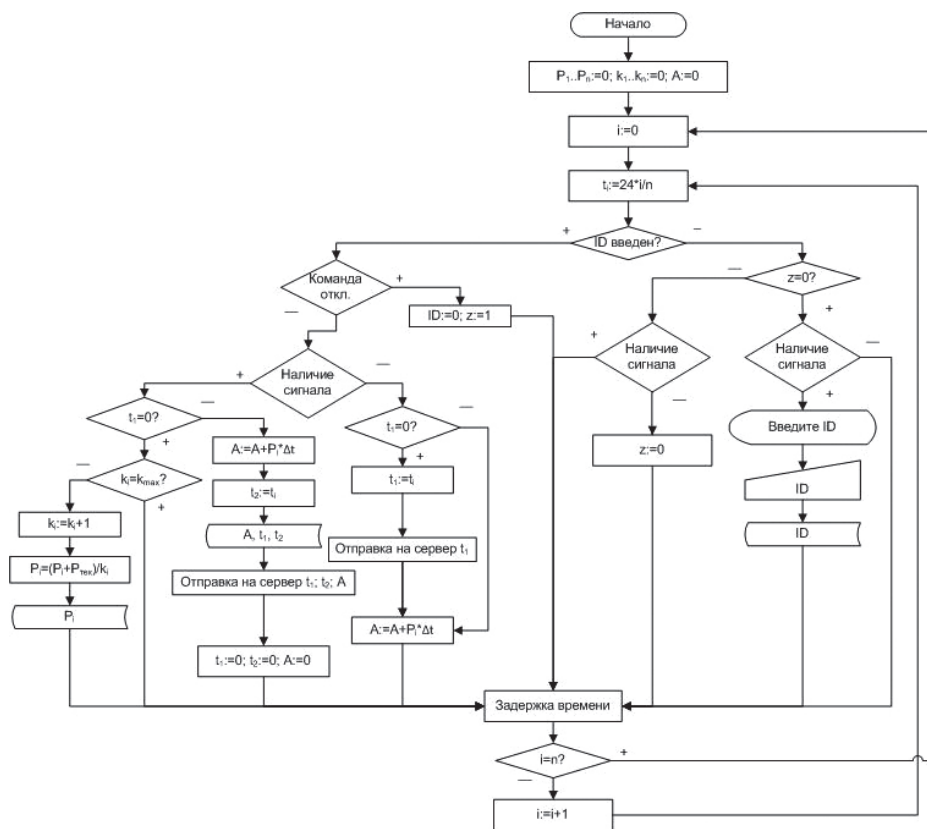


Рисунок 1 – Алгоритм построения графика нагрузки и определения объема недополученной электроэнергии

Если проверка показала отсутствие питания линии, фиксируется время события. Проверка наличия питания в этом случае продолжается до тех пор, пока оно не будет восстановлено. Время этого события так же фиксируется. Значение объема недополученной электроэнергии рассчитывается исходя из построенного в первой части алгоритма графика нагрузки, как интеграл от мощности по времени.

Ключевой особенностью данного алгоритма является то, что объем недополученной электроэнергии вычисляется на основании построенного ранее графика нагрузки для конкретного потребителя, что повышает достоверность полученной статистической информации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов, В. В. Устройства и система мониторинга надежности электроснабжения и отклонения напряжения в электрических сетях 0,38 кВ [Текст] / В. В. Виноградов, А. В. Виноградова, В. Е. Большев. — Вестник НГИЭИ. — 2017. — № 11 (78). — С. 69–81.

## ОДНОФАЗНЫЕ СТОЛБОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ ВЗАМЕН ТРЕХФАЗНЫХ, ДЛЯ ПИТАНИЯ КАМЕР ВИДЕОФИКСАЦИИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАССАХ

*Д. А. Марков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. А. Грибанов, к. т. н., доцент*

**Н**а данный момент машин с каждым годом становится все больше и строятся федеральные автодорожные трассы между городами. В связи с этим, для контроля движения и соблюдения ПДД, служба ГАИ устанавливает как можно больше камер видеофиксации на трассах. Но камеры необходимо от чего-то запитывать. Рядом с камерами проходят только линии 6–10 кВ, и для их питания необходимы трансформаторы, трехфазные трансформаторы не очень выгодны, так как стоят очень дорого (около 100 тысяч рублей), взамен трехфазных есть однофазные силовые трансформаторы, которые стоят дешевле (более чем в два раза) и более компактны.

Далее рассмотрим выгоду использования однофазных столбовых подстанций (ОСТП) вместо трехфазных комплектных мачтовых подстанций на ж/б стойке (КМТП-1):

— предохранителей по ВН, ограничителей перенапряжения необходимо по 2 шт. (в трехфазной КМТП — 3 шт.), также меньше изоляторов, СИПа, арматуры для СИПа и т. д. (на рисунке 1 показана электрическая схема);

— со стороны НН (0,4кВ) нет необходимости делать шинный мост и устанавливать целый шкаф РУНН, который очень громоздкий, а делают небольшой шкафчик (например ЩМП-2), в который устанавливают рубильник/автомат и модульные автоматы отходящих линий с гребенчатой шиной. Потребителями данных подстанций бывают: камеры видеофиксации, фидер уличного освещения, кафе, частный сектор из нескольких домов.

На рисунке 1 показан общий вид ОСТП, из которого мы видим, что подстанция очень компактная, относительно дешевая и простая в конструкции.

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Для питания камер видеофиксации, а также линий уличного освещения, где трасса проходит около мелких посёлков, придорожных кафе и закусочных отлично подходят однофазные столбовые подстанции (ОСТП), которые во много раз дешевле трехфазных комплектных мачтовых подстанций на ж/б стойке (КМТП-1).

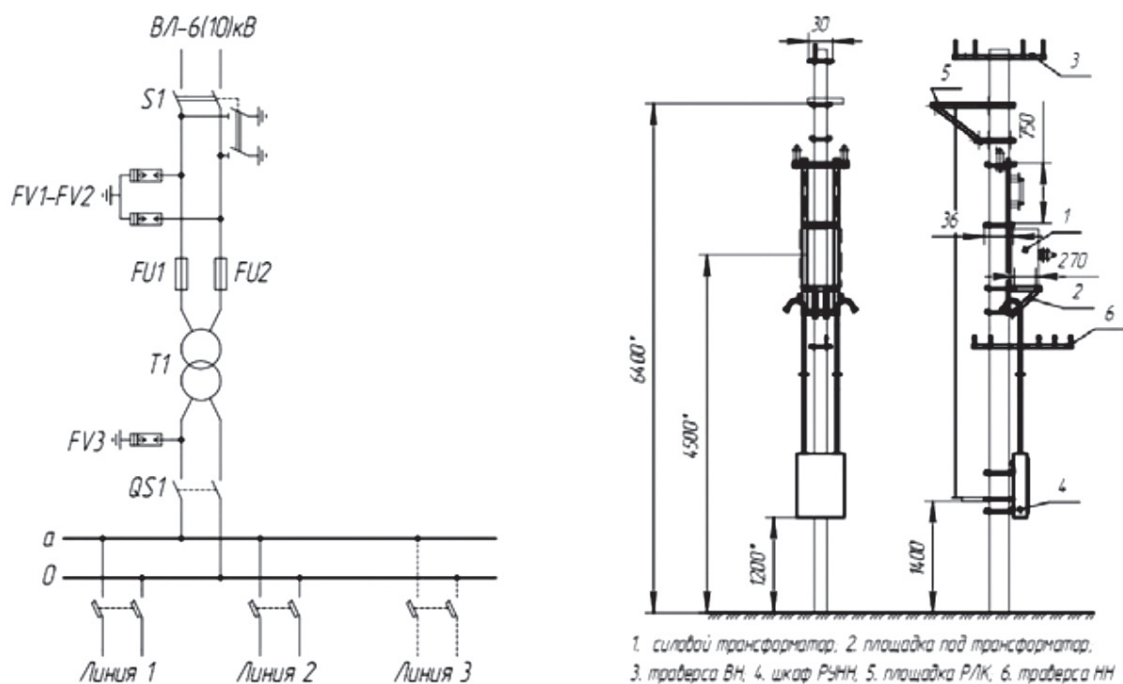


Рисунок 1 – Принципиальная схема и общий вид ОСТП

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО «Алтайский трансформаторный завод» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://alttrans.ru/>

## О ПРОБЛЕМАХ ПОДДЕРЖАНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕТЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Д. И. Матвеенко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель – А. Н. Попов, к. т. н., доцент

Электрическая энергия стала одной из главных составляющих осуществления жизнедеятельности человека. Любой технологический процесс, работа отдельных электроприемников потребителя — все приводится в действие от электроэнергии и город Барнаул в этом смысле не является исключением.

Качество электроэнергии (КЭ) значительно влияет на технико-экономические характеристики и на надежную работу электрооборудования. Величины, определяющие КЭ, несоответствующие допустимым пределам увеличивают экономические потери из-за ненормальной работы электроприемников. У юридических лиц это приводит к увеличению брака выпускаемой продукции, а у физических — к преждевременному выходу из строя бытовых приборов.

Для нормирования качества электроэнергии, ввели показатели качества электроэнергии (ПКЭ). ГОСТ 32144–2013 регулирует показатели и нормы КЭ в точках балансовой принадлежности между энергоснабжающими организациями и потребителями электроэнергии [1]. Несоответствие ПКЭ установленным нормам ГОСТ приводит к претензиям со стороны потребителей к электросетевым организациям. Однако электрические сети потребителя также обязаны обеспечивать выполнение требований ГОСТа при электроснабжении личного оборудования. На основании базы данных результа-

тов претензионного мониторинга качества электроэнергии филиала ПАО «МРСК Сибири» — «Алтай-энерго» за три квартала 2018 года были выявлены несоответствия ПКЭ, которые отражены в таблице 1.

Таблица 1

**Претензионный контроль ПКЭ на основании жалоб потребителей  
и выявленные результаты их несоответствия**

Количество пунктов контроля	Исследуемые показатели качества электроэнергии				
	отклонение напряжения	отклонение частоты	коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности	коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности
215	176	0	0	13	77

**Соотношение несоответствий ПКЭ за три квартала 2018 года**

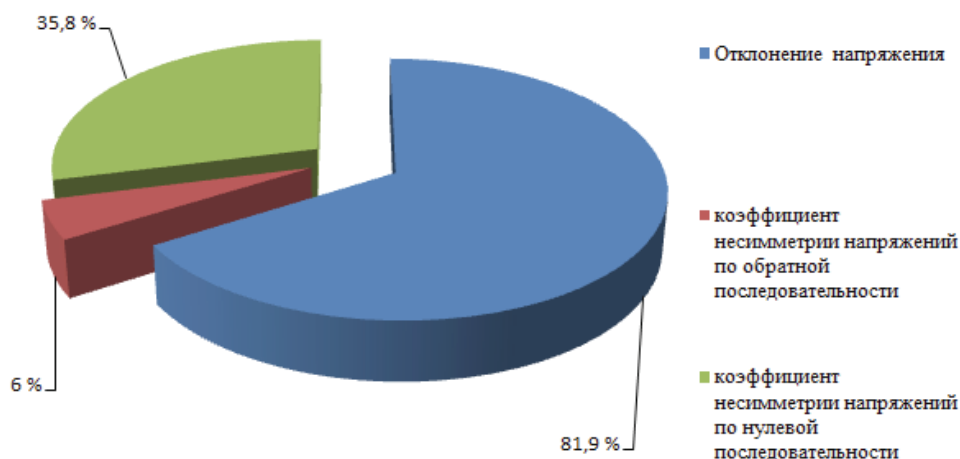


Рисунок 1 — Диаграмма несоответствий ПКЭ в пунктах претензионного контроля в филиале ПАО «МРСК Сибири» — «Алтайэнерго»

Глубокий анализ причин несоответствия ПКЭ выявил, что большая часть сетей Алтайского края морально устарела. Значения потерь медленных напряжений в линиях превышают 10%, установленные ГОСТ [1]. Малозатратные мероприятия, такие как равномерное распределение нагрузки по ВЛ, ревизия нулевых и фазных проводов, ревизия заземляющих устройств на КТП, а также ревизия контуров повторного заземления на опорах отходящих ВЛ, не всегда позволяют увеличить качество электроэнергии, что подтверждает актуальность затронутой темы.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения [Текст]. — Введ. 2014–07–01. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 19 с.

## СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ЗА СЧЕТ СОБСТВЕННОЙ МИКРОГЕНЕРАЦИИ

А. С. Павлов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Сташко, к. т. н., доцент

В настоящее время, на трансформаторных подстанциях (ТП) различного напряжения, внедряются современные средства измерений и управления. Если всё это современное оборудование совместимо со стандартами МЭК-61850 (IEC 61850), то такую подстанцию можно назвать цифровой [1, 2]. По мнению специалистов, модернизацию подстанций с установкой нового оборудования в соответствии с новыми стандартами, необходимо проводить комплексно.

Согласно программе энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС» на период 2015–2019 гг. [3], снижение расхода электрической энергии на собственные нужды ТП, является одним из основных механизмов реализации данной программы. Поэтому, решение задачи снижения расхода электроэнергии на ТП — является сегодня достаточно актуальным.

Вместе с тем, снизить потребление электроэнергии требуется путем применения инноваций, и с минимальными финансовыми затратами. Добиться этого, на наш взгляд, возможно за счет применения своей собственной микрогенерации на основе использования возобновляемых источников энергии.

Для электропитания собственных нужд предлагается использовать солнечную мини-электростанцию (миниСЭС) мощностью 1–15 кВт и выше, отдающую все 100% вырабатываемой электроэнергии во внешнюю сеть. (рисунок 1). Дополнительно требуется установка трехфазного сетевого инвертора с солнечным контроллером, соответствующего суммарной мощности массива солнечных батарей, и двунаправленного счетчика электроэнергии.

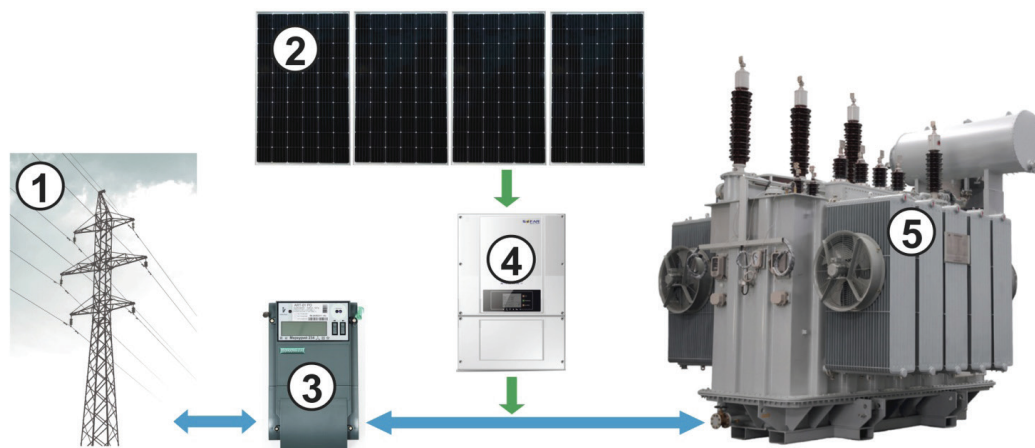


Рисунок 1 — Схема питания собственных нужд от миниСЭС: 1 — внешняя сеть; 2 — солнечная электростанция; 3 — двунаправленный электросчетчик; 4 — трехфазный сетевой инвертор; 5 — трансформаторная подстанция

Предварительные расчеты показывают, что в зависимости от мощности миниСЭС, при затратах в 0,1–2 млн руб., экономия электроэнергии может составить от 10–100%. В случае, если генерация будет превышать потребление, излишки электроэнергии можно будет реализовывать по ценам ОРЭМ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МЭК 61850. Стандарт Международной электротехнической комиссии «Коммуникационные сети и системы подстанций».
2. International Standard IEC 61850, Communication networks and systems in substation part 9–1: Specific communication service mapping (SCSM) — Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link. First edition, 2003–05.



3. Программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности ПАО «ФСК ЕЭС» на период 2015–2019 гг. [Электронный ресурс] // «Виртуальная Литература» — Режим доступа: <http://stashko.ru/fsk-15-19>, свободный — Загл. с экрана. (дата обращения: 18.10.2018).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*А. А. Перфильева*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — В. И. Сташко, к. т. н., доцент*

**В**се имеющиеся на Земле запасы углеводородного топлива вместе с запасами урана имеют энергетический потенциал, равный количеству энергии, которая поступает от Солнца [1].

Поток солнечного излучения мощностью в  $1394 \text{ Вт/м}^2$ , проходя через атмосферу, теряет до 40% своей энергии, и у поверхности Земли составляет в безоблачный солнечный день  $836\text{--}976 \text{ Вт/м}^2$  [2].

Вся территория Алтайского края, по уровню поступающей солнечной радиации за год, находится в более выгодном положении, чем соседние регионы, так как почти 80% территории Алтайского края имеют продолжительность солнечного сияния более 2000 часов в год.

Город Барнаул за год получает  $4000 \text{ МДж/м}^2$ , что составляет  $1111 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  на 1 квадратный метр плоскости поверхности Земли. Для сравнения, солнечной энергии с 3–5 квадратных метров будет вполне достаточно для электроснабжения небольшого дома в течении одного года. Но, это было бы возможно, если бы солнечные батареи (СБ) имели КПД близкий к 100%, а их ориентация в пространстве никак не влияла на их эффективность.

Кроме того, мощность солнечного излучения может изменяться в широких пределах как в течении дня, так и в течении года. Например, в июле уровень инсоляции (от латинского *in solo* — выставляю на солнце) максимальный —  $189 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2$ , а в январе минимальный —  $22 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2$ .

Согласно рекомендаций о целесообразности использования солнечной энергии [7], уровень годовой инсоляции должен быть не менее  $1000 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2$  на горизонтальную поверхность. Территория Барнаула отвечает этим требованиям, а если еще и учесть угол наклона плоскости СБ, который в идеале должен быть равен  $90^\circ$  относительно падающих лучей, то получить солнечной энергии можно гораздо больше. На рисунке 1 показана зависимость вырабатываемой СБ энергии от угла падения солнечных лучей.

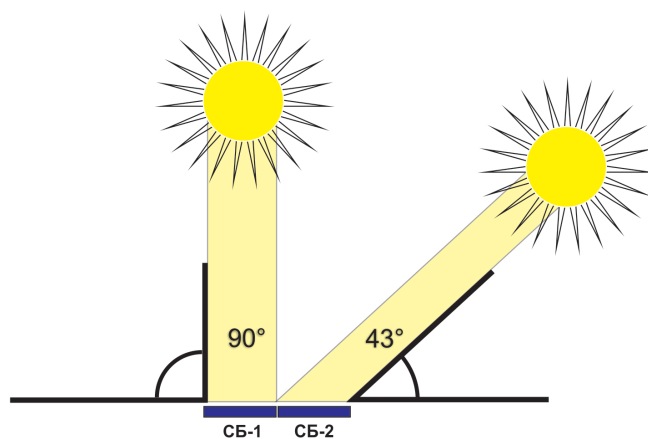


Рисунок 1 — Зависимость эффективности СБ от угла падения солнечных лучей: СБ-1 — солнечная батарея с максимальной эффективностью; СБ-2 — солнечная батарея с эффективностью менее 50%

Целью данной научно-исследовательской работы является разработка солнечной мини-электростанции с системой ориентации СБ на максимальный поток солнечной энергии. Это обеспечит максимальную эффективность солнечной электростанции, и позволит применять её в городских условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климатические факторы возобновляемых источников энергии / В. В. Елистратов [и др.]. — Санкт-Петербург: Наука, 2010. — 235 с.
2. Энергоэффективность подвижных и неподвижных конструкций солнечных панелей / К. А. Гросс [и др.] // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2018. — Т. 329, № 3. — С. 113–122.
3. Григораш О. В., Евтушенко И. В., Попучиева М. А. Классификация и основные способы построения солнечных электростанций // Научный журнал КубГАУ. — Краснодар: КубГАУ, 2016. — № 124. С. 1453–1466.

## ПЕРСПЕКТИВЫ СЖИГАНИЯ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ И БУРОГО УГЛЯ

*К. И. Пономаренко*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. Б. Жуков, к. т. н., доцент*

**Т**енденции развития энергетики требуют повышения экологических и экономических показателей котельных установок. Расходы на топливо при эксплуатации котельных агрегатов являются основным критерием оценки экономичности работы котла. Поэтому одним из основных способов повышения экономических показателей котельных установок является вовлечение в топливный баланс низкосортных углей или совместное сжигание низкосортных углей и твёрдых видов топлива из растительной биомассы [1].

Под растительной биомассой, традиционно используемой в малой и средней энергетике, понимаются отходы сельскохозяйственной деятельности, такие как лузга подсолнечника, овса, гречихи. Другим видом растительной биомассы, наиболее распространённым в энергетике нашей страны и стран ближнего зарубежья, являются отходы деревообрабатывающей промышленности. Сжигание в котлах большой и средней мощности измельчённых древесных и растительных отходов представляет существенную проблему как из-за трудности удержания лёгких парусных частиц в процессе их сжигания, так и из-за возможности образования отложений золы на внутренних поверхностях котлов. При выносе частиц из топки возрастают потери тепла от механического недожога, возникает опасность периодических пожаров в дымоходах и золоуловителях котельной установки по мере накопления в них недогоревшего топлива. Также коксовые частицы загрязняют окружающую среду. Существующие технологии совместного сжигания низкосортных топлив, таких как бурый уголь, высокозольный каменный уголь или высоковлажные кородревесные отходы (КДО), имеют целый ряд недостатков, не позволяющих полностью использовать заложенную в топливе энергию.

Применение в энергетике альтернативных видов топлив осложняется недостаточной изученностью свойств этих топлив и процессов при их сжигании в топочных устройствах.

Древесная растительность всегда имела важную значимость на Земле, как аккумулятор солнечной энергии, поглотитель углекислого газа из атмосферы и генератор кислорода. До середины XIX века дерево было основным видом топлива, и только бурное развитие промышленности привело к широкому использованию других ископаемых топлив. Однако потребление древесины продолжало увеличиваться за счет её использования в качестве «деловой». Масштабы потребления деловой древесины достигли таких размеров, что отходы при её производстве создали проблему их утилизации. При росте цен на ископаемые топлива древесные отходы становятся альтернативным топливом, снижающим расхо-

ды на производство тепловой энергии. К тому же это возобновляемый источник энергии с минимальным воздействием на атмосферу.

Низкое содержание серы и азота в кородревесных отходах (КДО) снижает вредные выбросы при их сжигании и, следовательно, повышает экологические показатели котельных установок, использующих КДО как топливо [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуков, Е. Б. Экологические аспекты сжигания сельскохозяйственных отходов в котлах малой и средней мощности / Е. Б. Жуков, К. В. Меняев, Е. В. Красуцкий // В сборнике: Проблемы техносферной безопасности — 2015 I Международная заочная научно-практическая конференция: сборник статей. Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». 2015. С. 81–87.

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕКЦИОНИРУЮЩИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В

*Д. И. Прийма*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент*

С целью повышения надежности и качества электроснабжения используются автоматические выключатели, которые разрывают цепь при возникновении короткого замыкания. Наиболее частые короткие замыкания происходят в сетях до 1000 В, которые приводят к снижению надежности в электрических сетях, в том числе и в Алтайском крае. Особенно протяженные линии, которые имеют ответвления, делят на части (секционируют), где и ставится секционирующий выключатель.

Автоматический выключатель будет состоять из следующих элементов: корпус, механизм управления, дугогасительная камера, коммутирующее устройство, расцепитель, устройство АПВ, модуль передачи данных отключения [1].

Коммутирующее устройство представляет собой неподвижные контакты, закрепленные в корпусе, и подвижные контакты, шарнирно посаженные на полуоси рычага механизма управления, которое обеспечит одинарный разрыв цепи [2].

Дугогасительная камера устанавливается в каждом полюсе выключателя и предназначена для локализации электрической дуги в определенном объеме. Механизм свободного расцепления представляет собой шарнирный механизм, который обеспечивает разъединение и отключение контактной системы как при автоматическом, так и при ручном управлении.

Электромагнитный расцепитель тока, который состоит из электромагнита с якорем, обеспечивающий автоматическое отключение выключателя при токах короткого замыкания, превышающих уставку по току.

Устройство АПВ позволяет повторно включать отключенный выключатель без помощи оперативного персонала через определенное время однократного, двукратного или трехкратного действия. Это необходимо для исключения ложных срабатываний выключателя, а это около 80 процентов срабатываний выключателя.

Модуль передачи данных предназначен для удаленного и своевременного оповещения оперативного персонала о наличии аварии на линии.

Основные функции выключателя:

- производит коммутацию цепи (включает и выключает поврежденный участок электрической цепи)
- предотвращает негативные последствия при длительном протекании токов перегрузки
- предотвращает развитие аварий при возникновении в линии токов короткого замыкания

- исключает ложные срабатывания, с помощью устройства АПВ
- уведомляет диспетчера о наличии отключенного поврежденного участка.

Таким образом, автоматический выключатель, принцип работы которого достаточно прост, тем не менее является эффективным средством повышения надежности электроснабжения потребителей, позволит значительно снизить затраты на обслуживание электрических сетей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устройство автоматического выключателя [Электронный ресурс]. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/770-ustrojstvo-avtomaticheskogo.html>
2. Автоматические выключатели — конструкция и принцип работы [Электронный ресурс]. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <http://elektrik-sam.info/avtomaticheskie-vyklyuchateli-konstrukciya-i-princip-raboty>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ НАГРУЗКИ ДЛЯ КОММУТАЦИИ РАСПРЕДЕЛЁННЫХ СЕТЕЙ 10 (6) КВ

*А. С. Сабельников*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Б. С. Компанеев, к. т. н., доцент*

**В** распределительных электрических сетях напряжением 10 кВ для коммутации токов короткого замыкания и токов нагрузки используются высоковольтные выключатели. На сегодняшний день широкое распространение получили масляные, элегазовые и вакуумные выключатели. Стоимость таких коммутационных устройств в зависимости от характеристик примерно от 90 тысяч рублей для масляных и от 130 тысяч рублей для вакуумных.

Притом хоть и масляные выключатели являются устаревшими, но до сих пор являются многочисленными, к тому же требуют обслуживания, что повышает стоимость их эксплуатации, которая напрямую зависит от количества коммутаций токов короткого замыкания и токов нагрузки. Например, для токов короткого замыкания до текущего ремонта допускается от 9 до 20 отключений, а для токов нагрузки около 100 отключений.

При эксплуатации электроустановок часто требуется снятие напряжения, а разъединители не приспособлены к коммутации токов нагрузки, поэтому используется ресурс относительно дорогостоящих выключателей.

В таких случаях имеет смысл применить выключатель нагрузки, который в состоянии коммутировать токи нагрузки. В настоящее время есть вакуумные выключатели нагрузки и автогазовые. Автогазовые выключатели нагрузки зарекомендовали себя не с лучшей стороны, они славятся низкой надежностью, кроме того имеют относительно малое количество коммутаций до текущего ремонта. Стоимость автогазовых выключателей нагрузки примерно от 18 тысяч рублей, в зависимости от модификации, а вакуумных выключателей нагрузки от 30 тысяч рублей. Притом стоимость разъединителей начинается от 8 тысяч рублей.

И как будто этого мало, на воздушных линиях электропередач 10 кВ, которые в основном идут в сельской местности, для повышения надежности электроснабжения применяется секционирование, а секции разделяются секционными разъединителями, которые так же не в состоянии коммутировать токи нагрузки, из-за чего приходится затрачивать больше время на ремонт, чем если бы вместо разъединителя применялся выключатель нагрузки, с помощью которого возможно было бы как и коммутировать токи нагрузки, так и обеспечивать видимый разрыв.

Получается, что выключатели нагрузки для класса напряжения 10 кВ не являются достойной альтернативе разъединителям, они либо не надежны, либо стоят неприлично дорого, а именно сравнимо со стоимостью выключателей.

В связи с вышеперечисленным была разработана оригинальная схема принципиально нового типа разъединителя нагрузки. Схожим коммутационным аппаратом является устройство регулировки под нагрузкой трансформатора РПН. Предлагается группу контактов, к которым последовательно подключено увеличивающееся сопротивление, как показано на рисунке 1, размыкать таким образом, чтобы выключатель нагрузки плавно повышал свое сопротивление до бесконечности в конечном итоге образуя видимый разрыв.

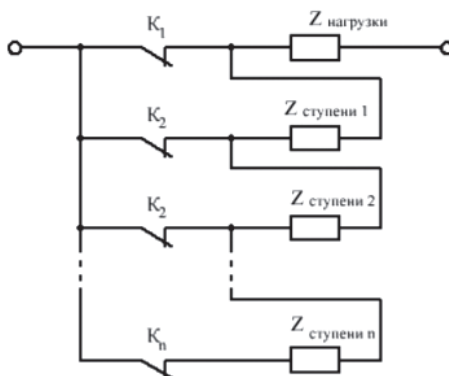


Рисунок 1 – Схема выключателя нагрузки

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Идельчик. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 256 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ КОММУТАЦИИ ТОКОВ НАГРУЗКИ СЕТЕЙ 10 (6) КВ С ПОМОЩЬЮ РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ НАГРУЗКИ

А. С. Сабельников

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
 Научный руководитель — Б. С. Компанеев, к. т. н., доцент

**В** распределительных электрических сетях напряжением 10 кВ для коммутации токов короткого замыкания и токов нагрузки используются высоковольтные выключатели. При эксплуатации электроустановок часто требуется снятие напряжения, а разъединители не приспособлены к коммутации токов нагрузки, поэтому используется ресурс относительно дорогостоящих выключателей.

В связи с этим была предложена оригинальная конструкция выключателя нагрузки. Группу контактов, к которым последовательно подключено увеличивающееся сопротивление, размыкать таким образом, чтобы выключатель нагрузки плавно повышал свое сопротивление до бесконечности в конечном итоге образуя видимый разрыв.

С помощью программного комплекса «MATLAB» была создана модель, в которую были рассчитаны и добавлены:

- параметры ВЛ 10 кВ выполненной проводником А-95;
- параметры трансформатора;
- ступени гашения тока на активном сопротивлении.

Модель работает следующим образом, в начальное время все контакты замкнуты, со временем они размыкаются и тем самым увеличивают сопротивление в ветви нагрузки, тем самым постепенно снижая ток нагрузки.

Результаты перенапряжений показаны на графике на рисунке 1, и не превышают 15 кВ.

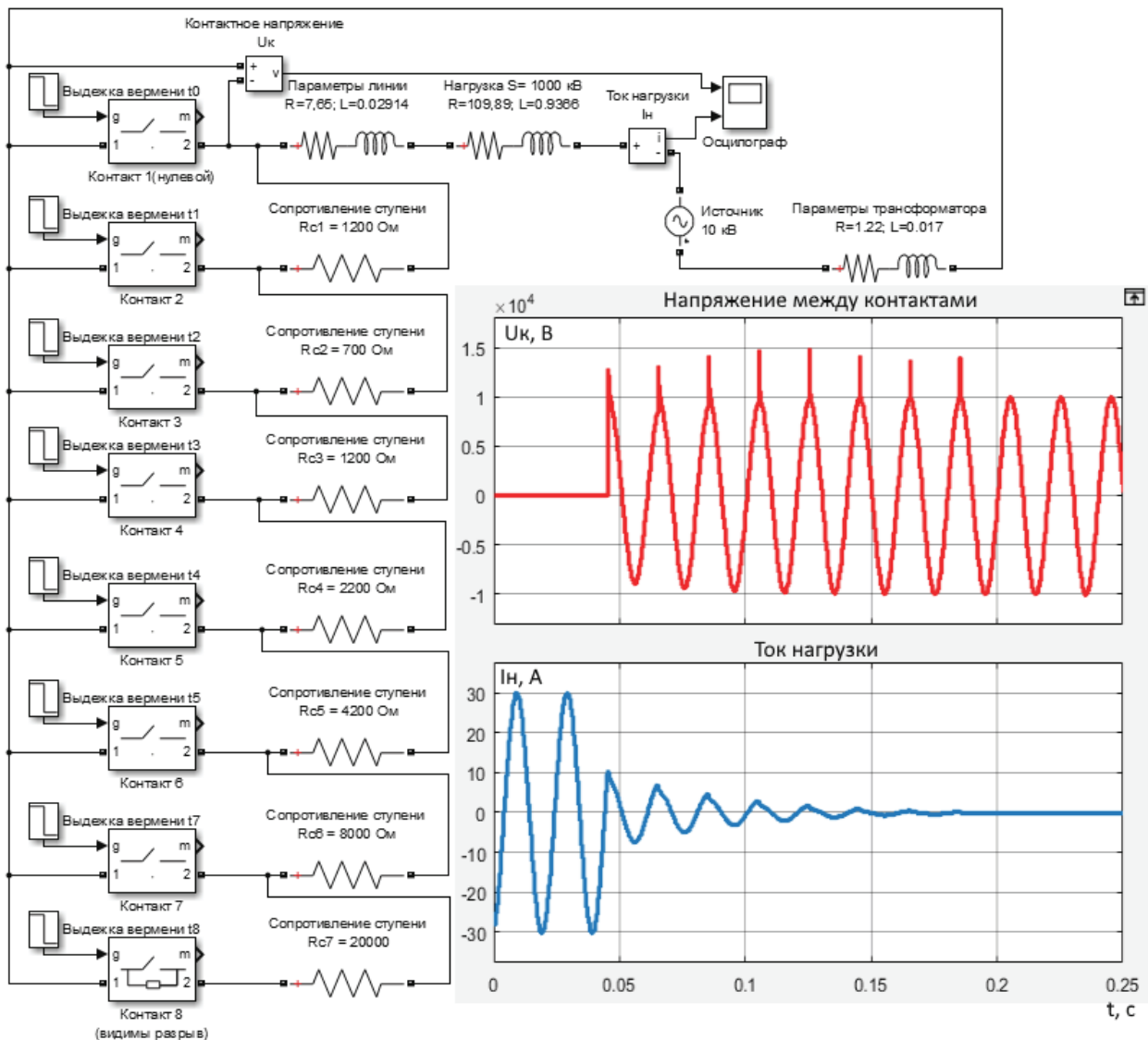


Рисунок 1 – Модель в программе MATLAB

Данная модель показывает, что конструкция разъединителя нагрузки снижает перенапряжения, а значит полностью пригодна для коммутации токов нагрузки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Идельчик, В.И. Электрические системы и сети [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Идельчик. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 256 с.
- Файбисович, Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей [Текст] / Д.Л. Файбисович, И.Г. Карапетян, И.М. Шапиро [и др.]; под ред. С.С. Рокотян, И.М. Шапиро. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Феникс, 2012. — 376 с.

## ЦИРКУЛИРУЮЩИЙ КИПЯЩИЙ СЛОЙ, ЕГО ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМА РЕАЛИЗАЦИИ

*Е. К. Сарсембенов, В. В. Просветлюк*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — К. В. Меняев, доцент*

**П**ри рассмотрении перспектив использования твердого топлива, в частности для энергоблоков нового поколения, одним из основных вопросов является его эффективное сжигание. Планируется использование паровых котлов, использующих передовые технологии сжигания угля с циркулирующим кипящим слоем под давлением. Под последним в первую очередь понимается выполнение двух требований: сжигание должно быть полным, т. е. экономичным, и оно не должно приводить к большим выбросам вредных веществ (в первую очередь оксидов серы и азота) [1].

Сжигание топлив в стационарном и циркуляционном кипящем слое является одним из передовых способов решения задачи уменьшения вредного воздействия энергетического оборудования на окружающую среду. Эксплуатация топков небольшой мощности показала их более высокую экономичность за счет значительного снижения потерь с механическим недожогом топлива по сравнению с ныне существующими слоевыми топками. Но что касается обслуживания и наладки самого режима, то топки с кипящим слоем ничем не уступают камерно-факельным топкам в уровне организации, а зачастую требуют больше средств и более высокой квалификации специалистов.

Принцип действия заключен в использовании негорючего инертного наполнителя в целях использования его как промежуточного теплоносителя, поэтому при таком сжигании значения коэффициентов теплоотдачи намного выше, чем при других способах. Это происходит за счёт турбулизации слоя и низкого термического сопротивления инертного материала. Сам процесс сжигания топлива, в так называемом, «псевдоожигенном» состоянии организуется путём установления необходимого режима дутья и подачи топлива. В качестве инертного наполнителя можно использовать: шлак, песок, доломит [2].

В настоящее время в основном используют циркулирующий кипящий слой. Он решает проблему неполного выгорания топлива, преждевременно покинувшего топку. Для этого к конструкции непосредственно устанавливают циклон, который улавливает недогоревшие частицы топлива и снова возвращает в топку. Вынос недогоревших частиц происходит за счёт более сильного дутья. После полного выгорания эти же частицы используются в роли тех же инертных присадков. Данный способ очень хорошо повышает экономичность работы котельного агрегата, хотя сами циклоны дорогие и громоздкие, но в перспективе это всё окупается.

В циркулирующий кипящий слой (ЦКС) также дозированно добавляют известняк для подавления оксидов серы; оксиды азота в них также весьма низкие и не требуют специального улавливания. Доломит и известняк, связывают в карбонаты до 90% оксидов серы. Основное достоинство этой технологии — отсутствие жёстких требований как к химическому составу, так и к тонкости размола и однородности состава топлива; влияние эрозии в нём меньше, чем в обычной топке кипящего слоя. Недостатками являются большой расход электроэнергии на дутьё и большая сложность изготовления и автоматизации котлов ЦКС. В России они в настоящее время не выпускаются. [3]

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Доступ: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.
2. Котлы с топками кипящего слоя. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.energsovet.ru/entech.php?idd=47> (дата обращения 17.03.2018 г.).
3. Что дает «циркулирующий кипящий слой?». [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ogk6.ru/about/estations/novocherkgres/social/ecology/cks.php> (дата обращения 17.03.2018 г.).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРИБОРОВ ПОИСКА ТРАСС КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

О. В. Скрипкин

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — А. Н. Попов, к. т. н., доцент

При проведении различных строительных работ или работ, связанных с монтажом, ремонтом и прокладкой новых кабельных линий электропередачи в городе Барнауле возникает необходимость в получении информации о расположении уже существующих трасс кабелей. Такие данные должны присутствовать в соответствующей документации, однако, бывает, что она повреждена, плохо читаема или ее вовсе нет. Трассоискатели или кабелеискатели — это устройства, применяемые в подобных неприятных случаях.

В настоящее время лидирующую позицию на рынке занимают трассоискатели индукционного метода, действие которых основано на принципе улавливания магнитного поля над кабелем. В частности, это используется при поиске поврежденных жил. По ним пропускается ток звуковой частоты (800–1000 Гц) от генератора. При этом вокруг кабеля образуется магнитное поле, напряженность которого пропорциональна значению тока в кабеле. Следуя по трассе кабельной линии с приемной рамкой, усилителем и телефонными наушниками улавливают создаваемые в кабеле электромагнитные колебания [1].

В развитии современных электронных устройств проглядывается одна очень заметная тенденция — минимализм и мобильность, максимальное удобство для пользователей. На данный момент не все отечественные производители трассоискателей активно делают шаги навстречу упрощения пользования устройствами. Например, «ПОИСК-410 мастер», от «СВЯЗЬПРИБОР», снабжен USB портом, с помощью которого можно подключать прибор к ПК через провод. Также в «Сталкер 75–14», от «РАДИО-СЕРВИС», присутствует возможность передачи данных на компьютер посредством Bluetooth.

Наиболее передовые трассоискатели производятся иностранными фирмами, среди которых особенно знамениты:

- «Radiodetection» — высокое качество и долговечность;
- «Vivax-Metrotech» — первые сделали цветной дисплей;
- «RIDGID» — славятся своими всенаправленными антеннами, исключаящими нули и фантомные пики.

Среди иностранных производителей, особого внимания заслуживает «Radiodetection». На данный момент у них имеется программное обеспечение «PCM Manager», которое позволяет пользователю:

- загружать и устанавливать новые версии программного обеспечения для устройств;
- экспортировать с устройств необходимые данные;
- настраивать устройства;
- осуществлять удаленную калибровку.

Также «Radiodetection» предоставляют пользователям и мобильную версию программы, которая в данный момент активно дорабатывается. В разрабатываемом устройстве упор будет сделан на использовании подобной специальной программы.

Огромным плюсом использования приложения является его легкодоступность, ведь в наше время почти каждый имеет смартфон. Переход к мобильному, удаленному управлению устройством для поиска кабельных линий позволит снизить вес приборов и повысить их компактность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО 70238424.29.240.20.009–2009. Силовые кабельные линии напряжением 0,4–35 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования [Текст]. — Москва [Б. и.], 2009. — 124 с.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*М. В. Сурков*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. О. Мартко, к. т. н., доцент*

**В** настоящее время в Алтайском крае ситуация по вопросу обеспечения потребителей более дешевой электроэнергией (ЭЭ) является приоритетной. Как показал статистический анализ, проблема низкой энергетической эффективности электроэнергетики, промышленности, сельского хозяйства и других отраслей актуальна. В соответствии с программами развития электроэнергетики края проводятся мероприятия по снижению потерь и сокращению затрат энергоресурсов на собственные нужды, а также развитие нетрадиционной и возобновляемой энергетики.

В Энергетической стратегии России на период до 2030 года одной из главных проблем обозначено значительный нереализованный потенциал организационного и технологического энергосбережения, составляющий до 40% от общего объема внутреннего энергопотребления.

Проблему энергодефицита возможно решить использованием альтернативных источников энергии. К настоящему моменту времени нетрадиционная энергетика является только дополнительной системой локальных источников энергии, но в направлении надёжности и эффективности, растущей с каждым годом.

Использование нетрадиционной энергетики, например, на территории г. Барнаула подразумевает выполнение некоторых условий. Для установки оборудования, необходимо провести ряд исследований, таких как:

- анализ потенциала территории края со стороны наилучшего использования возобновляемых источников энергии;
- аналитический обзор возобновляемых нетрадиционных источников ЭЭ, имеющих возможность применения в природных условиях края;
- анализ энергосберегающего оборудования.

Все вышеперечисленное позволит осуществить выбор источников энергии и энергосберегающего оборудования для осуществления энергосбережения.

Поэтому, изучив основные виды возобновляемых источников энергии, энергосберегающего оборудования, благодаря которому мы можем использовать эту энергию на благо человека и природы, поняв принцип работы данного оборудования, мы с лёгкостью можем позволить себе одновременно сократить потребление традиционной энергии и повысить использование возобновляемых источников энергии в отдельно взятом городе, а также, в общем, на территории Алтайского края.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобелев, А. В. Повышение эффективности систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Москва, Тамбов, 2004. — С. 38–70.
2. Федянин, В. Я. Инновационные технологии для повышения эффективности алтайской энергетики [Текст]: монография / В. Я. Федянин, В. А. Мещеряков. — Барнаул: Изд-во ААЭП, 2010. — 192 с. ISBN 978-5-8349-0126-6.
3. Федянин, В. Я. Использование возобновляемых источников энергии для решения социально-экономических и экологических проблем / В. Я. Федянин // Проблемы энергосбережения и энергобезопасности в Сибири: материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та им. И. И. Ползунова, 2003. — 229 с.
4. Твайдел, Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайдел, А. Уэйр: пер. с англ. — Москва: Энергоатомиздат, 1990. — 392 с.

## МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА КОНЦАХ ПРОТЯЖЕННЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

Т. В. Усольцева

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель – Е. О. Мартко, к. т. н., доцент

За счет передачи ЭЭ на большие расстояния и изменения нагрузки потребителей, напряжения на концах протяженных линий снижается ниже допустимого по ГОСТ 32144–2013 [1], что приводит в свою очередь к снижению качества ЭЭ. На основании вышесказанного вопрос повышения качества ЭЭ на концах, протяженных ВЛЭП является актуальным.

Наиболее эффективным методом обеспечения качества ЭЭ на концах протяженных воздушных линий является УКРМ. Данный метод был принят для дальнейшей исследовательской работы с ВЛ-1036–9.

Рассмотрим ВЛ-10 кВ 36–9 от подстанции Бобровская № 36 до села Чаузово до установки УКРМ (таблица 1).

Таблица 1

Расчёт потерь напряжения до установки УКРМ

Участок ВЛ	Длина, км	Марка провода	$U_{\text{нач}}, \text{кВ}$	$\Delta U, \text{кВ}$	$U_{\text{кон}}, \text{кВ}$
Бобровка-отпайка на Сосновку	2,43	А-35	10,50	0,16	10,34
отпайка на Сосновку-Калиновка	9,14	А-35	10,34	0,47	9,87
Калиновка- КХ Денисов	2,49	А-35	9,87	0,13	9,75
КХ Денисов-М. Речка	13,67	А-35	9,75	0,25	9,50
М. Речка- Н-Петровка	10,87	А-35	9,50	0,14	9,36
Н-Петровка-Чаузово	24,68	А-95	9,36	0,11	9,26
Итого:				<b>1,26</b>	

Из таблицы 1 видно, что величина потерь напряжения в конце линии составляет 1,26 кВ, то есть 12% от номинального значения.

Рассмотрим ВЛ-10 кВ 36–9 от подстанции Бобровская № 36 досела Чаузово после установки УКРМ (таблица 2).

Таблица 2

Результаты расчетов после установки УКРМ

Участок ВЛ	Длина, км	Марка провода	$U_{\text{нач}}, \text{кВ}$	$\Delta U, \text{кВ}$	$U_{\text{кон}}, \text{кВ}$
Бобровка-отпайка на Сосновку	2,43	А-35	10,50	0,12	10,38
отпайка на Сосновку-Калиновка	9,14	А-35	10,38	0,37	10,01
Калиновка- КХ Денисов	2,49	А-35	10,01	0,10	9,91
КХ Денисов-М. Речка	13,67	А-35	9,91	0,20	9,72
М. Речка- Н-Петровка	10,87	А-35	9,72	0,10	9,61
Н-Петровка-Чаузово	24,68	А-95	9,61	0,06	9,55

Таблица 2 показывает, что величина потерь напряжения на конце протяженной ВЛЭП составляет 0,95 кВ, то есть 9,05% от номинального значения. Следовательно, применение УКРМ увеличивает напряжение на конце протяженной ВЛЭП, тем самым повышая качество ЭЭ.

В данной работе было проведено исследование протяженной ВЛ-10 кВ 36–9 от подстанции Бобровская № 36 досела Чаузово. Данный метод повышения качества ЭЭ также может быть применен для линий: 10 кВ от подстанции 110/10 кВ «Лебяжье» до поселков Бельмесево и Конюхи, линии электропередач 10кВ жилой зоны, Литер 1 п. Лесной, воздушная ЛЭП ВЛ- 10кВ п. Авиаторов, Воздушная ЛЭП-10 кВ с. Гоньба. Стоит отметить немаловажное значение проведенной работы для г. Барнаула (перечисленные линии расположены в округе г. Барнаула), поскольку производительность протяженных кон-

кретных линий г. Барнаула повысится на 12% при установке УКРМ, а, следовательно, повысится качество ЭЭ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества Электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. [Текст]. — Введ. 2014–07–01. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 20 с.

## ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ В СЕТЯХ РАЗЛИЧНОГО КЛАССА НАПРЯЖЕНИЯ

*Г. Н. Фролов*

*Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова  
Научный руководитель — Е. О. Мартко, к. т. н., доцент*

**В** условиях современного мира предъявляются достаточно высокие требования к качеству электроэнергии (ЭЭ), а также к надежности и бесперебойности электроснабжения. Из-за чего важной задачей является предотвращение или быстрое обнаружение повреждений в электрических сетях. Для выполнения данных задач в настоящее время широко применяются различные методы определения места повреждения (ОМП) линии электропередачи.

Анализ статистических данных показал, что наибольшую часть времени восстановления электроснабжения занимает определение места повреждения. Следовательно, возникает необходимость в совершенствовании методики нахождения места повреждения для сокращения времени, затрачиваемого на поиск.

Усовершенствование методики также даст весомый экономический эффект, включающий в себя:

- уменьшение объема ремонтно-восстановительных работ;
- сокращение перерывов электроснабжения;
- снижение затрат на осмотр линий электропередачи.

Методы ОМП можно классифицировать на:

- высокочастотные и низкочастотные;
- дистанционные и топографические.

Также ОМП можно классифицировать по области применения:

- сети с изолированной нейтралью;
- сети с эффективно заземленной нейтралью;
- сети с глухозаземленной нейтралью.

Методы определения мест повреждения ориентированы либо на сети с изолированной нейтралью, либо на сети высокого и сверхвысокого напряжения энергосистем. При этом не достаточно внимания уделено определению мест повреждения в сетях систем промышленного электроснабжения, характеризующихся преобладанием коротких линий. В связи с чем актуальной является задача разработки усовершенствованного метода определения мест повреждения, применимого для промышленных электрических сетей, которые являются неотъемлемой частью г. Барнаула и его округа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенфельд А. И. О целесообразности применения фиксирующих индикаторов тока и напряжения для определения мест повреждений воздушных линий // Электрические станции. № 2. С. 54–58.

2. Гарипов И. Х., Гарипов И. Х., Рыбаков Л. М. Определение мест повреждений на воздушных линиях 10 кВ // Электрика. 2010. № 5. С. 30–34.

3. Гриб О. Г., Сендерович Г. А., Калюжный Д. Н. Одностороннее определение места повреждения воздушных линий по параметрам аварийного режима в сетях с эффективно-заземленной нейтралью // Электрические станции. 2006. № 2. С. 42–45.

4. Дунаев А. И. Об уточнении места повреждения на ВЛ с изолирующими распорками в расщепленных фазах [Текст] / Электрические станции. 2001. № 11. С. 44–47.

5. Особенности определения места повреждения на ВЛ с изолирующими распорками в расщепленных фазах / М. Ш. Мисриханов, В. А. Попов, Н. Н. Якимчук, Р. В. Медов // Электрические станции. 2001. № 1. С. 28–32.

## ТЕХНОЛОГИЯ SMART GRID КАК ДРАЙВЕР ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА ГОРОДА БАРНАУЛА

А. Н. Юрлов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова

Научный руководитель – В. И. Сташко, к. т. н., доцент

Экстенсивное развитие традиционных способов передачи и распределения электрической энергии, обеспечивавшее экономический рост на протяжении почти всего прошлого столетия, в последние годы создает множество проблем, главными из которых является снижение надежности и эффективности. Поэтому, ученые и инженеры по всему миру, проводят исследования, экспериментируют, и внедряют новые технологии с целью кардинального решения проблем электроэнергетической отрасли. Одной из таких технологий является Smart Grid, что в переводе с английского означает «умные сети» [1].

Общая архитектура Smart Grid, включающая основные, наиболее характерные компоненты, представлена на рисунке 1.

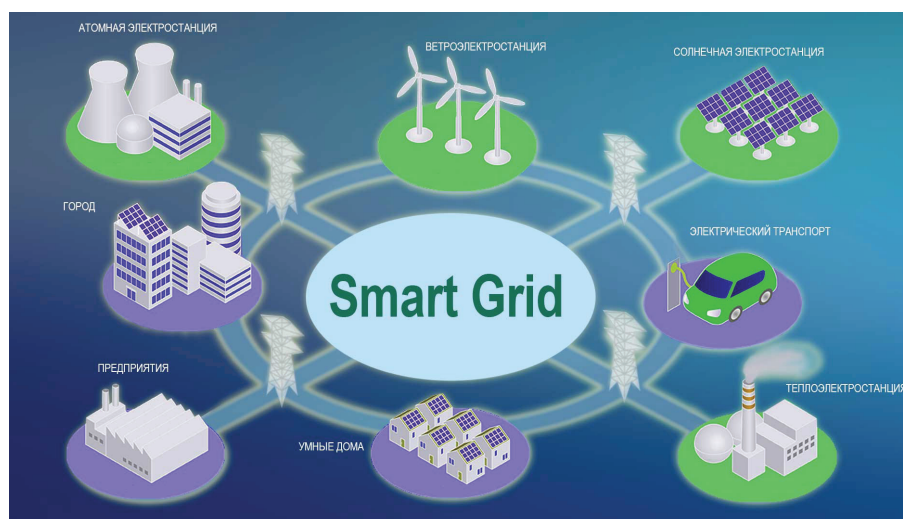


Рисунок 1 – Общая архитектура Smart Grid

Технология Smart Grid, по сути, является автоматизированной системой, обеспечивающей двусторонние потоки электроэнергии, управление которыми осуществляется посредством применения новейших информационных технологий. В результате повышается эффективность работы как локальных электросетевых комплексов, так и всей энергосистемы в целом [2].

С точки зрения реализации закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» (ФЗ № 261), актуальным является переход от существующих систем к сетям, построенным по технологии Smart Grid [3].

Технология Smart Grid дает возможность полностью контролировать как производство, так и потребление электроэнергии, что, в свою очередь, позволяет повысить надежность и эффективность се-

тей, одновременно уменьшив финансовые затраты на их обслуживание. Повышение энергетической эффективности на уровне региона или большого города, делает энергосистему более устойчивой к различного рода возмущениям, ведёт к позитивным изменениям в других сферах экономической деятельности, улучшается экологическая обстановка, и т. д. В результате, именно эти факторы и являются определяющими для инвесторов, в случае выбора места размещения производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомин, И. О. Технология Smart Grid в России / И. О. Фомин, А. В. Кочергин, Р. В. Булатов // Современные тенденции развития науки и технологий. — 2017. — № 2–2. — С. 109–113.
2. Манусов, В. З. Построение холонической инфраструктуры интеллектуальных сетей в концепции Smart Grid с учетом двустороннего потока энергии / В. З. Манусов, Н. Хасанзода // Проблемы региональной энергетики. — 2017. — № 3 (35). — С. 84–93.
3. Крысанов, В. Н. Особенности реализации технологии Smart Grid в региональных системах электроснабжения / В. Н. Крысанов, А. Л. Руцков, Шукур Омар Шукур Махмуд // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2014. — Т. 10 — № 5–1. — С. 92–97.