

ДНИ НАУКИ – 2019

74-Я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Сборник тезисов лучших докладов обучающихся

Ответственный редактор М.В. Ненашев

**Самара
Самарский государственный технический университет
2019**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ДНИ НАУКИ – 2019

74-Я НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ САМГТУ

Сборник тезисов лучших докладов обучающихся

Ответственный редактор М.В. Ненашев

Самара
Самарский государственный технический университет
2019

Печатается по решению ученого совета СамГТУ (протокол №8 от 28.03.2019 г.)

УДК 378 (06)

ББК 4448 я 4

Д 548

Д 548 Дни науки – 2019. 74-я научно-техническая конференция обучающихся СамГТУ: сб. тезисов докл. В 2-х т. - Т1. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2019. – 282 с.

ISBN 978-5-7964-2191-8

ISBN 978-5-7964-2192-5

С целью развития и поддержки научной деятельности обучающихся в сборнике публикуются результаты научно-исследовательской работы в области технических, естественных, экономических и гуманитарных наук.

В сборник включены тезисы лучших докладов 74-й научно-технической конференции обучающихся СамГТУ в рамках мероприятия «Дни науки – 2019».

Рецензенты: начальник ОМиСО, к.п.н. *Л.Б. Гаспарова*,
к.т.н. *Р.Г. Гришин*

УДК 378 (06)

ББК 4448 я 4

Д 548

Редакционная коллегия:

М.В. Ненашев (отв. редактор) – первый проректор – проректор по научной работе

А.Н. Давыдов – начальник УНИ

О.Ю. Казакова – начальник ОКНИ

В.И. Сырова (отв. секретарь) – инженер ОКНИ

ISBN 978-5-7964-2191-8

ISBN 978-5-7964-2192-5

© Авторы, 2019

© Самарский государственный
технический университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Научно-исследовательская деятельность студентов – один из основных компонентов профессиональной подготовки будущих компетентных специалистов, научных работников, исследователей. В целях обобщения результатов и подведения итогов деятельности университета в сфере научно-исследовательской работы студентов (НИРС), а также выявления и вовлечения в НИРС наиболее способных и перспективных студентов в СамГТУ проводятся «Дни науки».

«Дни науки» – это единая система молодежных научных мероприятий, включающая научно-техническую конференцию студентов и магистрантов, научно-техническую выставку работ студентов. Такой организационный подход позволяет оптимизировать процесс подготовки, отбора и выявления наиболее сильных научных работ, обеспечить мощное информационное сопровождение деятельности университета в сфере молодежной науки, активизировать вузовскую молодежную научную среду.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ»



ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРЕВОМ ПЛАСТИНЫ С ДВУХКАНАЛЬНЫМ ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Автоматика и управление в технических системах»
Научный руководитель – д.т.н., профессор Э.Я. Рапопорт*

В данной работе предлагается постановка и метод решения задачи оптимального по быстродействию управления процессом нагрева бесконечной пластины с двумя внешними воздействиями по граничным условиям, в качестве одного из которых рассматривается граничное сосредоточенное управление по величине внешнего теплового потока на одной поверхности пластины, а на другой оказывают влияние тепловые потери по закону конвективного теплообмена с окружающей средой.

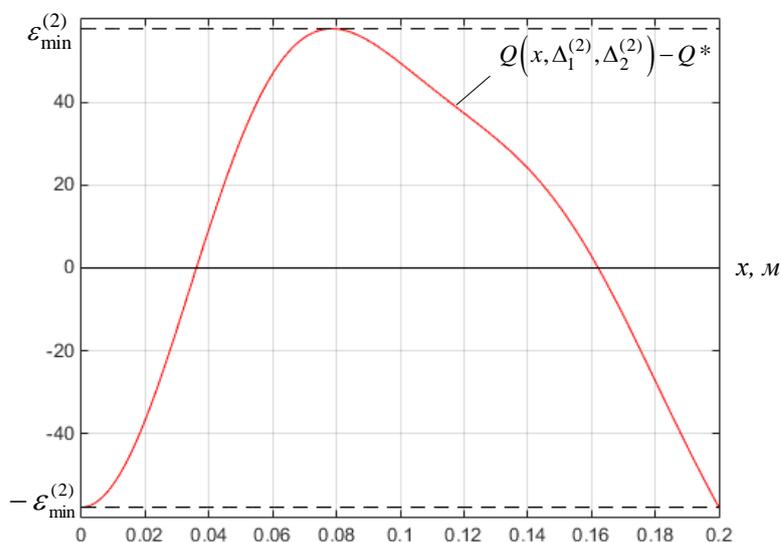
Необходимо найти такое граничное управляющее воздействие, стесненное заданными ограничениями, которое за минимально возможное время переводит объект управления из заданного начального состояния в требуемое конечное по Чебышевской оценке ошибки равномерного приближения температуры.

Предлагаемый подход к решению данной задачи использует предварительную параметризацию управляющих воздействий на основе аналитических условий оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина для двухинтервального характера нагрева и последующую редукцию к задаче полубесконечной оптимизации, решение которой находится с помощью альтернансного метода [1].

Альтернансные свойства конечного результирующего температурного состояния в конце оптимального процесса приводят к базовой системе соотношений, которая при наличии дополнительной информации о форме кривой температурного распределения сводится к

системе уравнений для температур в трех точках координатной оси, разрешаемой относительно всех искомым неизвестных: длительностей интервалов нагрева, координат точек с максимальным отклонением температуры от заданной и заранее неизвестной предельной точности нагрева.

Применительно к нагреву пластины из титанового сплава толщиной 0.2 м до температуры 460°C найдены результаты решения: $\Delta_1^{(2)} = 1336$ с, $\Delta_2^{(2)} = 871$ с, $\varepsilon_{\min}^{(2)} = 57.7$ °C, $x_2 = 0.078$ м. На рисунке можно увидеть отклонение температуры для каждой точки в конце оптимального процесса.



Кривая температурного распределения в конце процесса нагрева

При тепловой изоляции одной из границ предельная точность нагрева составляет 27 °C [2]. Отсюда можно сделать вывод, что тепловые потери оказывают существенное влияние на величину предельно допустимого отклонения $\varepsilon_{\min}^{(2)}$, увеличивая её в 2 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рапопорт Э.Я. Альтернативный метод в прикладных задачах оптимизации. - М.: Наука, 2000. 336 с.
2. Рапопорт Э.Я., Ильина Н.А. Двухканальное оптимальное по быстродействию управление процессом нестационарной теплопроводности // Вестник СамГТУ. Сер. Технические науки. – Самара: СамГТУ, 2018. - №1(57). – С. 7-18.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ В АСУ РЕЗКИ МЕТАЛЛА

*Институт автоматики и информационных технологий, кафедра
«Автоматизация и управление технологическими процессами»*

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Н. Астапов

Применение автоматизированных систем управления позволяет обеспечить стабильную работу на производстве, а также существенно повысить качество труда работников.

В работе рассматривается процесс высокоточной поперечной резки металла. На производстве применяется похожая линия с использованием контроллера семейства «ОВЕН» [1]. АСУ резки состоит из механизма размотки, подающего устройства, а также отрезного механизма. В рассматриваемой системе контроллер заменен на систему АСИД-10 [2]. Данная система была модернизирована, что позволило обеспечить высокую точность обрабатываемого материала.

Основное функционирование в системе осуществляет оптоэлектронный датчик, который при прокатывании мерного ролика вырабатывает пару серий импульсов. Они имеют расхождение по фазе в 90° . Импульсы, проходя через усилитель тока, преобразуются в синусоидальные в блоке оптронной развязки. Затем импульсы переходят в тип прямоугольных в одноименном блоке, после чего пропускаются через логический фильтр или, будучи не преобразованными, в электронный нониус.

Логический фильтр пропускает только импульсы, поступившие на вход первыми. Данное решение позволяет избежать неточностей при прокрутке ленты в обратном направлении. После прохождения фильтра импульсы

распределяются по блокам прямого и обратного счета. Фактическая длина вычисляется как разность между значениями данных блоков.

В блоке электронного нониуса происходит обработка результата повышенной точности, вплоть до 1мм длины. В зависимости от участка полученной синусоиды в соответствии со специальной таблицей микроконтроллер выбирает соответствующее коду значение точного перемещения оптической решетки в мкм. После результаты суммируется со значением блока логических фильтров.

Система позволяет добиться высокой точности на производстве при обработке рулонного материала, а также увеличивает энергоэффективность станка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автоматизация станка поперечной резки рулонного металла [Электронный ресурс], <https://promo.owen.ru/metal/#content>
2. Пат. № 2091709 РФ. Устройство для измерения длины движущегося длинномерного материала / Астапов В.Н.; заявитель и патентообладатель Самарское специальное конструкторское бюро «Нефтехимавтоматика» - № 94008105; приоритет 05.03.1994; опубл. 27.09.1997.

Н.С. Кныжова

**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО
ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ
В САМАРСКОМ РЕГИОНЕ**

*Теплоэнергетический факультет, кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов»
Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Э. Плешивцева*

В нефтеперерабатывающей промышленности Российской Федерации существует ряд системных проблем, которые ведут не только к серьезным экономическим потерям, но и к существенному ухудшению экологической ситуации в РФ.

Система утилизации нефтесодержащих отходов (НСО) нуждается в комплексной оптимизации по критериям энерго- и ресурсосбережения и экологической безопасности. При этом при оценке эффективности системы переработки НСО необходимо учитывать ресурсный потенциал НСО.

Ресурсный потенциал отходов представляет собой комплексный количественный показатель возможности эффективного вторичного использования отходов, оцениваемый по совокупности разнородных критериев (технологических, логистических, технико-экономических, экологических и др.) [1, 3]. Задача оценки ресурсного потенциала должна решаться как задача многокритериальной оценки (МКО).

Для анализа ресурсного потенциала необходимо обладать качественными исходными данными. Систематизация и хранение информации осуществляется в базах данных (БД). Алгоритм контроля качества данных позволяет получить количественную оценку релевантности информации из БД, оцениваемой по критериям достаточности, актуальности, точности и достоверности [1].

Для определения ресурсного потенциала необходимо определить их ресурсную ценность. Под ресурсной ценностью отходов понимается количественная оценка их физико-химического состава и свойств, определяющая степень пригодности отходов для использования в качестве материальных ресурсов в технологиях, связанных с их рециклингом, рекуперацией и регенерацией [3].

Для сравнительной оценки ресурсной ценности и ресурсного потенциала используются модели DEA-метода [2-3], в которых в качестве ресурсных переменных входа принимаются показатели, отрицательно влияющие на ресурсную ценность и ресурсный потенциал, а за выходные переменные результативности – показатели, влияющие на ресурсную ценность и ресурсный потенциал положительно.

Результаты оценки ресурсного потенциала объектов хранения НСО могут использоваться при решении задачи оптимизации системы переработки НСО в Самарском регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оптимизация по критериям ресурсной ценности, энергосбережения и экологической безопасности организационно-технической системы утилизации отходов нефтегазового комплекса: отчет о НИР (промежут.) / Самарск. Гос. Тех. Ун-т; рук. Плешивцева Ю.Э., Самара, 2019. – 573 с. – Рег. N НИОКТР АААА-А17-117030310127-4
2. Дилигенский Н.В., Давыдов А.Н., Цапенко М.В. Сравнительный многокритериальный анализ эффективности операционной деятельности промышленных предприятий // Труды XII Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах». Самара, 21–23 июня 2010 г. – РАН, СЦ РАН, ИПУСС. – Самара, 2010. – С. 126–136.
3. Плешивцева Ю.Э., Дервянов М.Ю., Каширских Д.В., Пименов А.А., Керов А.В., Тян В.К. Сравнительная оценка ресурсной ценности объектов хранения нефтесодержащих отходов на основе DEA-метода// Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 8. – С. 104–109.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО КОЛЕСНОГО РОБОТА

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Автоматика и управление в технических системах»
Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель И.С. Левин*

Актуальной задачей сегодня является поиск алгоритмов построения маршрутов, оптимальных по различным критериям, и разработка систем управления движением автономных транспортных средств. В данной работе рассматривается задача управления мобильным колесным роботом с применением системы на кристалле Microsemi SmartFusion 2.

Целью данной работы является решение задачи навигации робота в пространстве, а также разработка системы управления мобильным колесным роботом с автоматическим обнаружением и избеганием препятствий.

На первом этапе рассматривается трехколесный робот с двумя независимыми ведущими колесами, приводимыми в движение электродвигателями. Третье колесо – пассивное, играющее роль опорного.

Кинематическая модель, описывающая движение робота в пространстве, задана в форме системы уравнений для машины Дубинса [1].

Ставилась задача перемещения робота из некоторой начальной точки в заданную конечную. Для решения этой задачи использовался локальный подход, когда текущие координаты робота определяются по отношению к стартовой точке [2]. Среди множества методов локальной навигации было выбрано тангенциальное избегание, преимущества которого описаны в [3].

В программном комплексе Matlab-Simulink была построена модель системы управления роботом, реализующая указанный способ навигации.

В целях подготовки к реализации упомянутого алгоритма управления в качестве программы для Microsemi SmartFusion 2 была изучена интегрированная среда разработки Libero SoC [4] — мощная полнофункциональная платформа для создания, отладки и верификации, синтеза и физической имплементации проектов, а так же генерации файлов прошивки под все семейства Flash ПЛИС корпорации Microsemi SoC. Для программирования встроенного в Microsemi SmartFusion 2 ARM Cortex-M3 ядра используется поставляемая компанией Microsemi программная среда SoftConsole. В настоящий момент разрабатываются необходимые программные модули для ультразвукового дальномера HC-SR04, а также решается задача управления двигателями с помощью встроенных модулей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Steven M. LaValle Planning Algorithms. Cambridge University Press, 2006. 837 p.
2. Бурдаков С. Ф., Мирошник И. В., Стельмаков Р. Э. Системы управления движения колесных роботов. СПб: Наука, 2001. 232 с.
3. Ferreira, Pereira, Vassallo, Filho and Filho An approach to avoid obstacles in mobile robot navigation: the tangential escape // Sba Controle & Automação vol.19 no.4 Natal Dec. 2008.
4. Libero SoC Design Software [Электронный ресурс] // Microsemi: [сайт]. [2019]. URL: <https://www.microsemi.com/product-directory/design-resources/1750-libero-soc> (дата обращения 20.04.2019 г.)

НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТАМИ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Автоматика и управление в технических системах»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. И.А. Данилушкин*

В проекте рассмотрен процесс охлаждения природного газа после процедуры сжатия на компрессорной станции. В аппарате воздушного охлаждения газа (АВО) происходит уменьшение температуры нагретого газа за счет теплообмена с окружающей средой. Для увеличения скорости охлаждения вентиляторы АВО обдувают воздухом ребренные трубки с газом.

Задача решается путем определения оптимального количества включенных вентиляторов по архивным данным ведения технологического процесса, именно такими параметрами: температурой на выходе устройства охлаждения газа (УОГ), расходом перекачиваемого газа, температурой газа после газоперекачивающего аппарата, температурой охлаждаемого воздуха. Из них выбирается максимально близкий по характеристикам режим работы УОГ (прецедент) на основании которого определяется количество вентиляторов. Исходными данными для алгоритмов являются режимы работы УОГ за календарный год.

Для определения требуемого числа включаемых вентиляторов для каждого состояния технологического процесса – для поиска прецедентов – использовались различные методы кластерного анализа [1], такие как: нейронные сети Кохонена, построение иерархического дерева и метод внутригрупповых средних.

Задача сформулирована как разбиение пространства параметров на классы. За классы взяты количества включенных вентиляторов

АВО, то есть от минимально до максимально включенных (от 0 до 18). Количество кластеров, полученных разными методами кластеризации варьировалось от 19 до 60. За счёт этого реализована двухуровневая кластеризация: первый этап – объединение ситуаций в кластеры с точки зрения алгоритма кластеризации, второй этап – объединение кластеров по количеству работающих вентиляторов, преобладающих в каждом кластере.

После преобразования исходных данных определены три тестовые выборки, которые стали входными данными для алгоритмов: весь объём исходных данных, данные без дубликатов и данные без ошибок функционирования оператора и датчиков.

В ходе процесса распределения кластеров между классами создается матрица всех соотношений, с помощью которой производится оценка эффективности алгоритмов.

Количество ошибочных ситуаций определяется как разность всех ситуаций, поданных на вход, и последовательно найденных максимумов в матрице распределения.

В результате проведенных экспериментов лучшую эффективность показала самоорганизующаяся нейронная сеть Кохонена. В рамках данной задачи количество правильно распознанных ситуаций составляет около 63% от общего количества рассматриваемых состояний АВО.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кластерный анализ [Электронный ресурс]: Материал из Википедии — свободной энциклопедии: Версия 98183456, сохранённая в 09:39 UTC 18 февраля 2019 / Авторы Википедии // Википедия, свободная энциклопедия. — Электрон. дан. — Сан-Франциско: Фонд Викимедиа, 2019. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=98183456>

**СЕКЦИЯ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ,
ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**



А.М. Бражникова, А.М. Бражников

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ
СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СВЯЗЬ
ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА
КЛАССА МИКРО «ЖЕМЧУЖИНА»**

*Институт автоматики и информационных технологий, кафедры
«Электронные системы и информационная безопасность»,
«Информационно-измерительная техника»
Научный руководитель — к.т.н., доцент, Е.В. Мельников*

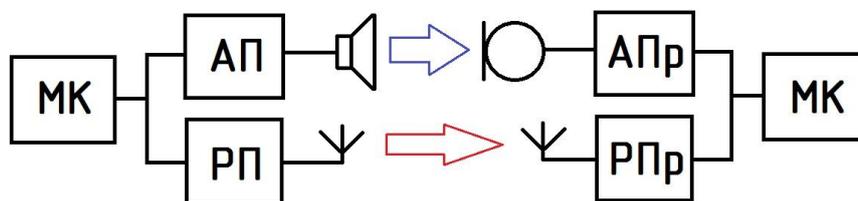
Наиболее надёжный способ передачи данных, используемый сегодня повсеместно - радиосвязь (на различных частотах). Однако, её использование затруднено, так как аппарат погружается на значительные глубины, что не позволяет использовать широкодоступные диапазоны частот: 433МГц, 2.4ГГц, 5.8ГГц.

На мощность передатчика накладываются ограничения, так как он расположен на небольшом аппарате, где нет возможности разместить источник питания большой мощности. В тоже время, водная среда благоприятна для распространения различных акустических колебаний. Что позволяет строить системы, обеспечивающие непрерывную связь с подводным аппаратом. Поскольку основной поток данных будут составлять результаты измерений и информации телеметрии, пропускная способность канала может быть весьма небольшой и составлять порядка 1-2 КБ/с.

Для обеспечения сохранности передаваемых данных могут использоваться различные алгоритмы помехоустойчивого кодирования (в том числе на основе микроконтроллерных систем). Помехи в виде шумов могут возникать как естественными способами (жизнедеятельность животных, участки с сильным течением, пороги), так и

техногенными (работа насосов, моторные суда, близость автомобильных магистралей).

Передатчик должен потреблять небольшую мощность (до 0,5Вт), кроме того, он должен быть способен работать от источника энергии с низким напряжением: до 8 вольт. В качестве резервной системы связи может использоваться стандартные средства работающие на частоте 2.4ГГц. Эта система будет активироваться только при всплытии аппарата. С её помощью возможно будет передавать большой объём данных, а также осуществлять управление аппаратом в надводной положении в случае возникновения чрезвычайной ситуации.



Структурная схема связи с подводным аппаратом

На рисунке МК-микроконтроллер, формирующий (декодирующий) поток данных; АП - акустический передатчик; РП - радиопередатчик; АПр - акустический приёмник; РПр - радиоприёмник.

В качестве приёмной и передающей части акустического канала связи используются пьезоэлектрические излучатель и приёмник. В надводном положении будет обеспечиваться двусторонняя передача данных между субмариной и базовой станцией при помощи радиочастотного канала связи (2.4ГГц). В подводном положении данные передаются в одном направлении от аппарата к станции посредством гидроакустического канала связи. Переключение между режимами работы будет осуществляться автоматически.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА В SSL СЕРТИФИКАТЕ

*Институт автоматки и информационных технологий,
кафедра «Вычислительная техника»*

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.В. Чуваков

Задача повышения безопасности веб-сайта становится все более актуальной в наше время, так как с каждым днем сайты хранят все больше конфиденциальной информации о своих пользователях. Одним из современных методов защиты соединения между клиентом и сервером является SSL соединение. Однако данный способ защиты обладает уязвимостью. Для выполнения успешной атаки на SSL соединение, атакующему необходимо внести себя в список эмитентов сертификатов, которым доверяет браузер пользователя. Это осуществимо с помощью внедрения в систему или в браузер пользователя поддельного сертификата. Рассмотрим схему данной атаки ниже:

1. Сайт пересылает SSL сертификат пользователю;
2. Атакующий перехватывает сертификат и совершает его подмену на собственный сертификат;
3. Браузер пользователя совершает проверку подменённого сертификата, проверка проходит успешно, так как атакующий смог внести свой сертификат в список доверенных эмитентов.
4. Пользователь веб-ресурса шифрует число с использованием поддельного сертификата и отправляет мнимому серверу, на самом деле – злоумышленнику.
5. Хакер успешно расшифровывает число пользователя, так как ему известен секретный ключ своего сертификата, с помощью чего устанавливает безопасное соединение с пользователем. Одновременно с этим, злоумышленник устанавливает второе безопасное соединение с сайтом, используя настоящий SSL сертификат.

Я предлагаю использовать блокчейн в SSL сертификате. Блокчейн - это распределенная база данных, так как она хранится одновременно на множестве компьютеров. Новые блоки в этой базе (цепочке) создаются непрерывно.

Каждый новый блок содержит группу накопившихся записей (транзакций), а также заголовок. Когда блок сформировался, ему предстоит проверка другими участниками (компьютерами) сети, а после, если все участники сети согласны, подсоединяется к концу цепочки. После присоединения блока, вносить в него какие-либо изменения невозможно. Кроме новой информации, каждый блок хранит данные в зашифрованном виде о предыдущих блоках. Эта информация необходима для связки блоков в единую цепочку. Блокчейн автоматически обновляется на всех машинах, подключенных к системе.

С помощью использования блокчейна в SSL сертификате, отсутствует возможность произвести атаку типа “man in the middle” (человек посередине), так как сервер при получении сертификата проверяет его в блокчейне на достоверность. Это происходит следующим образом:

1. Сайт запрашивает у пользователя сертификат SSL.
2. Пользователь передает веб-ресурсу SSL-сертификат.
3. Сервер совершает проверку подлинности полученного сертификата по подписи, хранящейся в блокчейне.
4. Безопасная блокчейн SSL сессия устанавливается в случае идентичности сертификатов (отсутствие подмены).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Don Tapscott. Blockchain revolution. How the technology behind bitcoin is changing money, business and the World / Don Tapscott, Alex Tapscott. - N.Y.: Random House LLC, 2016. - 363 с.

ПРИБОР ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГУМУСА

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Вычислительная техника»
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.В. Ермаков*

Сельское хозяйство занимает важную роль в экономике Российской Федерации. В данной сфере существует ряд проблем. Низкий уровень автоматизации и автоматизированного контроля сказывается отрицательно на наших земельных ресурсах.

Деятельность человека, за время его существования, привела к сильным изменениям окружающей среды. За последние годы произошли сильные изменения состава и структуры почв, в большинстве случаев они оказались истощены или загрязнены инородными примесями.

Большой ущерб почвенному покрову наносит сельское хозяйство, высаживая однообразные виды растительности, унося с урожаем необходимые для плодородной почвы элементы и не проводя должного количественного контроля внесения удобрений. В результате происходит исчерпание запасов азота, фосфора, калия, гумуса, микроэлементов, определяющих плодородие почвы.

Для своевременного обнаружения нарушений почвенного покрова и наблюдения за сельскохозяйственными землями возможно применение дистанционного мониторинга или ручного, с применением различных анализаторов, а также лабораторных исследований.

В данный момент сельскохозяйственные предприятия нуждаются в компактном и недорогом электронном приборе, позволяющим быстро и точно определять количество биогенных удобрений в почве, для последующего контроля данного количества.

Команда нашего университета предложила и проработала идею создания электронного портативного анализатора гумуса. Для этого,

с помощью оптоволоконных спектрометров были обнаружены пики максимального поглощения ИК-излучений гумусом, нефтепродуктами и водой. Но пики гумуса, воды и нефти совпадают, поэтому необходимо производить калибровку методом PLS (регрессия на латентные структуры), используя библиотеки Matplotlib и SciPy языка программирования Python.

Для быстрого определения содержания гумуса в почве с точностью до 85 % было предложено использовать узкополосные светодиоды в среднем ИК диапазоне. Анализ основан на прямом спектральном измерении интенсивности поглощения гумусовых веществ в диапазоне 1610–1640 см⁻¹, воды в диапазоне 3300–3500 см⁻¹, углеводов в диапазоне 2800 – 3100 см⁻¹ и построении хемометрической модели с применением многомерной калибровочной модели на основе спектров почвогрунта, полученных в рабочей области и представленных в численном виде.

Расчет концентрации гумуса ведется по формуле:

$$C = A \cdot I_1 + I_2 + C \cdot I_3$$

где I_1 – интенсивность гумусовых веществ, I_2 – интенсивность воды, I_3 – интенсивность углеводов.

Методика реализуется с использованием узкополосных светодиодов и фотодиодов. В ходе испытаний были исследованы модельные образцы почвогрунта, приготовленные путем добавления к почвогрунту гумусовых веществ (массовая доля от 0,1 до 10 %) и воды (массовая доля от 1 до 20 %), и реальные образцы гумусовых почв. Проведенные испытания показали, что различие результатов, полученных прямой диодной ИК-спектроскопией и референтным лабораторным методом, составляет не более 15 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бланкина М.С., Климовских А.Н. Анализатор содержания гумусовых веществ в почве. // Журнал «Актуальная биотехнология» №3(26). 2018. С. 272-274.

А.В. Пилецкая

ДИАГНОСТИКА И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОГРАММ

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Вычислительная техника»*

Научный руководитель – д.т.н., профессор С.П. Орлов

В задачах обработки изображений сообщениями являются неизвестные (случайные) параметры изображений. Определение таких параметров и является конечной целью интерпретации изображения.

Диагностика оборудования с помощью тепловизионного подхода обнаружения ошибок достаточно перспективное и эффективное направление развития в диагностике электротехнического оборудования, которое имеет много достоинств и преимуществ по сравнению с традиционными методами испытаний и методом разрушающего контроля. Каждый пиксел-точка наделен своим цветом, которая характеризуется определенной температурой на данном участке прибора (рис. 1).

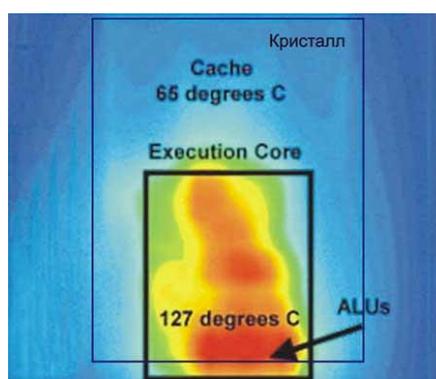


Рис. 1. Термограмма кристалла микропроцессора

На рис. 2 показаны термограммы исследуемой микросхемы фоточувствительной матрицы на ПЗС, которая входит в состав оптико-электронного преобразователя. Различные дефекты приводят к соот-

ветствующим термограммам поверхности.

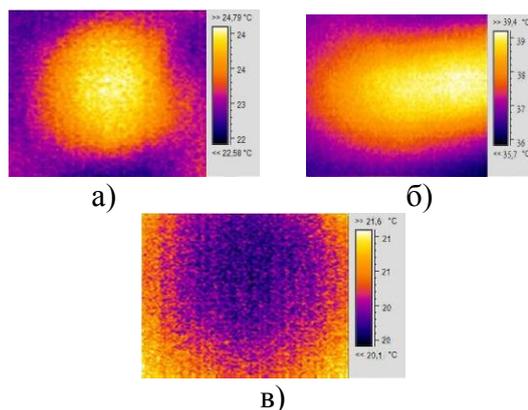


Рис. 2. Термограммы поверхности исследуемой микросхемы
а) нарушение во входной цепи управляющих сигналов; б) повышенное напряжение в цепях входных сигналов;
в) обрыв линии передачи сигнала управления

С помощью тепловизора NEC R500 получаем температурное поле, с помощью которого для дальнейших исследований определено место и степень отклонения температуры от нормального режима его работы. В докладе предлагается развитие данного подхода для технической диагностики различных радиоэлектронных блоков систем управления с множеством контролируемых элементов. Использование определенной базы знаний, в которой будут накапливаться термограммы для сравнительного анализа, а также о наличии дефектов математических моделей температурных полей информационно-измерительной техники.

Описанный подход к решению задачи контроля технического состояния позволяет обнаружить их неисправности в реальном времени.

**РАЗРАБОТКА КОРРЕЛЯЦИОННОГО ТЕЧЕЙСКАТЕЛЯ
С ВОЗМОЖНОСТЬЮ ДИСТАНЦИОННОГО
(БЕСПРОВОДНОГО) ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ**

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедры «Электронные системы и информационная безопасность»,
«Информационно-измерительная техника»
Научный руководитель – к.т.н., доцент, Е.В. Мельников*

Как на территории Российской Федерации, так и в ряде стран СНГ существует острая необходимость контроля транспорта, сетей и магистралей относящихся к типу трубопроводных. Данная проблема связана с преизбыточным сроком эксплуатации старых трубопроводов и не достаточно высоким качеством прокладки новых, в частности влияет и качество материала из которого изготавливаются данные трубопроводы.

Для выявления зоны аварий (прорывов) трубопровода существуют устройства выявления аварийных ситуаций на ранних стадиях (появление течи или иного рода разгерметизаций) с возможностью их предотвращения. Данные устройства именуется течеискателями.

Среди большого ассортимента данных устройств, особенно в классе течеискателей использующих функцию взаимной корреляции, полностью отсутствуют модели использующие беспроводной способ подключения одного или двух датчиков.

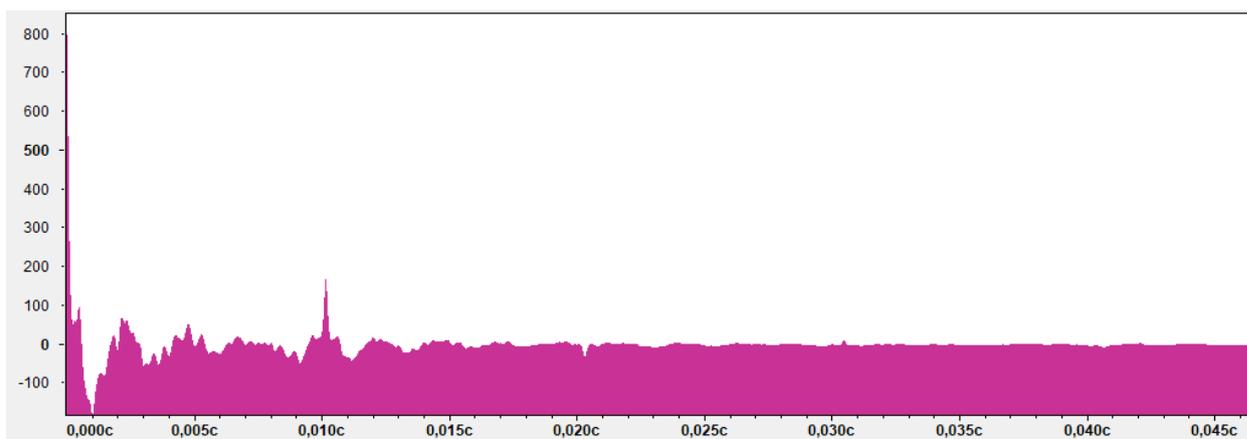
Так же данный класс течеискателей способен эксплуатироваться как прибор неразрушающего контроля трубопровода, оперативно собирая информацию с трубопровода по различным параметрам, таких как: зоны зарождающихся утечек (области сильного повреждения трубопроводов различными агрессивными факторами) посредством методов акустической эмиссии (что возможно благодаря одинаково-

му типу датчиков используемых как в системах течеискателей, так и в системах акустической эмиссии), поиск врезок в трубопровод при использовании генератора сигнала акустической эмиссии.

В устройстве используются два типа датчиков: измерительные конденсаторные геофоны *ЕСМ-8К*, датчики акустической эмиссии модельного ряда *GT200* и выше, работающие в диапазоне до 200 кГц.

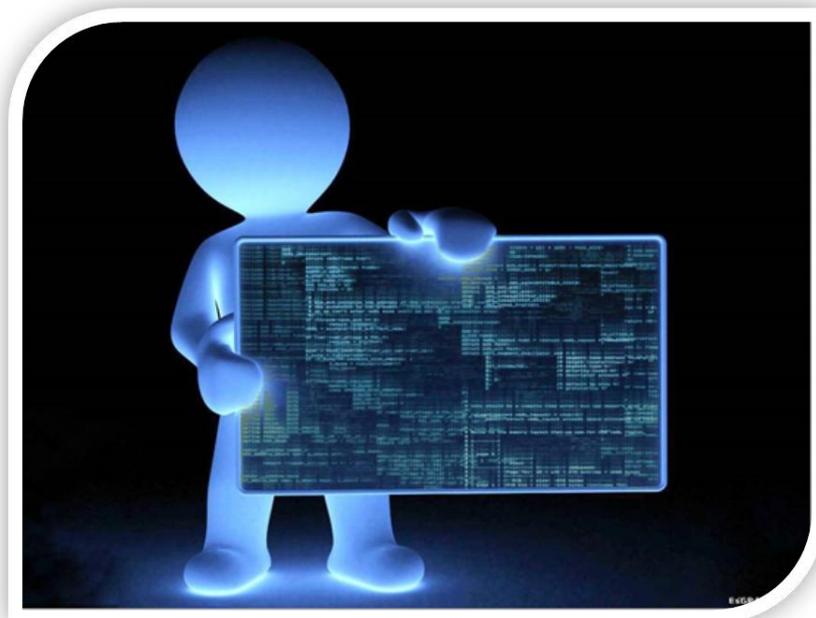
Для устройств приема сигнала используются: пульт *P1002USB-FX* (для геофонов), *A-Line-32d-PCI* (датчики АЭ).

Аналитический блок состоит из ПК планшетного типа с поддержкой ОС *Windows*, с предустановленным для анализа сигналов ПО используемое для многофункциональных аналитических систем на базе АЭ «Лель». Ниже представлен тест сегмента с утечкой, на расстоянии от центра сегмента равным 3 метра, что характеризуется ярко выражающимся пиком в отрезке времени равным 0,01 с.



Для реализации беспроводного канала связи датчика используется 5 ГГц модуль связи по технологии *Wi-Fi*, с контроллером выполняющим функцию компенсатора задержки трансляции сигнала.

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА»



НАДЕЖНОСТЬ СТОХАСТИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЛУЗУЧЕСТИ

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Н.Н. Попов*

В настоящей работе разработан вероятностный метод оценки индивидуального ресурса элементов конструкций по критерию длительной прочности.

На основе детерминированных кинетических уравнений ползучести Ю.Н. Работнова [1] с одним структурным параметром построены стохастические определяющие соотношения для описания процесса ползучести материала вплоть до разрушения в виде степенных зависимостей:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{a\sigma^n}{(1-\omega)^n}, \quad \dot{\omega} = \frac{b\sigma^k}{(1-\omega)^k}, \quad (1)$$

где ε – деформация ползучести, ω – структурный параметр, характеризующий меру поврежденности материала, причем $\omega=0$ соответствует неповрежденному материалу, $\omega=1$ наличию макроскопической трещины; n, k – постоянные материала; a, b – случайные величины, распределенные по нормальному закону. Разработана методика определения по экспериментальным данным констант и числовых характеристик случайных величин, входящих в стохастические уравнения.

Функцией работоспособности стержневых элементов конструкций, работающих в условиях ползучести, будем считать параметр поврежденности материала $\omega(t)$ с допустимой областью $[0,1)$. При помощи решения системы (1) было показано, что неравенство $0 \leq \omega < 1$

эквивалентно неравенству $0 \leq c(t) = b(k+1)\sigma^k t < 1$. Вероятность безотказной работы элемента конструкции на заданном отрезке $[0, t]$, когда его работоспособность определяется монотонной функцией $c(t)$, вычисляется по формуле [2]:

$$P(t) = P(T < t) = P(0 \leq c(t) < 1) = \int_0^1 f(x, t) dx, \quad (2)$$

где $f(x, t)$ – плотность распределения случайного процесса $c(t)$ в момент времени t . Был определен назначенный ресурс T_* по заданному значению вероятности безотказной работы p_* , как решение уравнения (2) относительно t .

Разработан метод оценки остаточного ресурса конкретного изделия по измеренному значению деформации ползучести в момент выработки назначенного ресурса T_* ($\varepsilon(T_*) = \varepsilon_1$). Остаточный ресурс определяется по условной вероятности безотказной работы:

$$P(t | \varepsilon_1) = P(0 \leq c(t) < 1 | \varepsilon(T_*) = \varepsilon_1) = \int_0^1 f(x_2, t | x_1 = \varepsilon_1) dx_2.$$

Для определения параметров этого распределения случайная функции $\varepsilon(t)$ была приближенно заменена линейно, а для расчета коэффициента корреляции между деформацией в заданной точке и времени до разрушения пришлось учитывать и квадратные члены.

Приведена экспериментальная проверка предложенной методики на примере ползучести образцов из стали 12Х18Н при четырех уровнях напряжения и постоянной температуре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закономерности ползучести и длительной прочности. Справочник. под редакцией С. А. Шестирикова. М.: Машиностроение, 1983, 101 с.
2. Болотин В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций М.: Машиностроение, 1984, 312 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРОЧНЁННЫХ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМАХ

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор В.П. Радченко*

В настоящей работе проведено исследование процесса релаксации остаточных напряжений в упрочнённых статически неопределимых системах.

Разработан метод моделирования процесса релаксации остаточных напряжений в поверхностно упрочнённых стержневых элементах статически неопределимой стержневой системы вследствие ползучести под действием температурно-силовых нагрузок.

Рассматриваемый метод включает в себя реализацию нижеизложенных этапов. Первый этап – формирование начального напряжённо-деформированного состояния (НДС) после процедуры поверхностного пластического деформирования в стержневых элементах конструкции по частично известным экспериментальным данным. Второй этап – температурная нагрузка системы с температуры при упрочнении $T=T_0$ до температуры эксплуатации $T=T_1$, а затем – силовая нагрузка (приложение к конструкции растягивающей нагрузки P). На этом же этапе определяются упругие напряжения из уравнений равновесия и совместности деформаций для всей стержневой конструкции без учёта НДС после упрочнения. Третий этап – определение кинетики напряжений во времени согласно реологической модели и расчёт релаксации остаточных напряжений в каждом из упрочнённых стержней системы при

заданных интегральных значениях напряжений согласно методике. Четвёртый этап – силовая разгрузка конструкции, а затем – температурная разгрузка с температуры $T=T_1$ до начальной $T=T_0$. Таким образом, получаем полную картину поведения остаточных напряжений в упрочнённых стержневых элементах статически неопределимой системы в условиях ползучести при различных режимах нагружения.

Описанный выше метод проиллюстрирован на модельном примере, в качестве которого используется несимметричная статически неопределимая стержневая система, составляющие которой моделируются как сплошные поверхностно упрочнённые цилиндрические образцы одинакового круглого поперечного сечения.

Для разработанного метода численного расчёта создан программный комплекс, при помощи которого выполнен модельный расчёт трёхэлементной несимметричной упрочнённой статически неопределимой стержневой системы из сплава ЖС6У при температуре $T=675^\circ\text{C}$ и нагрузке $P=41000$ Н. Получены зависимости кинетики всех компонент тензора остаточных напряжений во всех стержнях системы за расчётное время $t=500$ ч, выполнен сравнительный анализ скоростей релаксации остаточных напряжений в различных стержнях.

И.Н. Дубинина

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ
ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ
ИМПУЛЬСОВ**

*Институт автоматки и информационных технологий,
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Научный руководитель – профессор В.Е. Зотеев*

В работе производится исследование нового численного метода оценки параметров моделей сейсмической волны в форме импульсов Берлаге и Пузырева. Недостатками уже известных методов нелинейной регрессии является то, что эти методы требуют вычисления производных сложной нелинейной функции до второго порядка включительно. Так же, основной проблемой при применении уже известных методов является проблема выбора начального приближения, обеспечивающего сходимость итерационной процедуры к точке минимума. Новый численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений состоит из следующих этапов:

- Предварительная обработка данных эксперимента;
- Построение математической модели исследуемого процесса в форме разностных уравнений;
- Построение разностных уравнений, описывающих результаты эксперимента;
- Формирование элементов обобщенной регрессионной модели;
- Вычисление среднеквадратичных оценок коэффициентов обобщенной регрессионной модели;
- Оценка параметров нелинейной модели на основе коэффициентов обобщенной регрессионной модели;

- Оценка погрешности результатов вычислений и построение доверительных интервалов.

Построение математической модели исследуемого процесса в форме разностных уравнений производится на основе формирования дифференциального уравнения и применения формул численного дифференцирования второго порядка точности. Обобщенная регрессионная модель, описывающая результаты наблюдений сейсмической волны имеет вид:

$$\begin{cases} b = F\lambda + \eta; \\ \eta = P_\lambda \varepsilon. \end{cases}$$

Где $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5)^T$ — вектор-столбец коэффициентов, $F_{N \times 5} = [f_1 \parallel f_2 \parallel f_3 \parallel f_4 \parallel f_5]$ — матрица регрессоров. η — эквивалентное случайное возмущение в разностном уравнении, P_λ — матрица линейного преобразования. Критерий среднеквадратичного оценивания коэффициентов обобщенной регрессионной модели:

$$\|\varepsilon\|^2 = \|y - \hat{y}\|^2 = \sum_{k=0}^{N-1} (y_k - \hat{y}_k)^2 \rightarrow \min$$

Итерационная процедура уточнения оценок коэффициентов обобщенной регрессионной модели:

$$\hat{\lambda}^{(i+1)} = (F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} F)^{-1} F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} b, \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Проведена апробация численных методов оценки параметров импульсов на основе компьютерного моделирования, результаты апробации показали высокую точность результатов вычислений оценок параметров сейсмических импульсов по результатам наблюдения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зотеев В. Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки. 2018. Т. 22, №4. С. 669–701

К. Ю. Маркова

**СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ
НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ
АСТЕРОИДОВ ГРУПП АПОЛЛОНА И АТОНА**

*Институт автоматизации и информационных технологий,
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н. А. Ф. Заусаев*

Проведено сравнение различных математических моделей на примере исследования эволюции орбит астероидов принадлежащих к группам Аполлона и Атона. Для исследования отобраны пять астероидов групп Аполлона и Атона, проходящих через сферу действия Земли. К ним относятся астероиды с номерами: 2004 MN4(Apophis), 2012 DA14, 2014 RC, 2017 TD5, 2018 CN2. Астероиды 2004 MN4(Apophis), 2012 DA14 входят в группу Атона, астероиды 2014 RC, 2017 TD5, 2018 CN2 принадлежат группе Аполлона. В процессе тесного сближения астероида с большой планетой происходят существенные изменения элементов орбит астероида вследствие возмущающего действия планеты. Например, астероид Апофис в настоящее время является членом группы Атона, после сближения с Землей 13 апреля 2029 года на расстоянии 37 715 км. он перейдет в группу Аполлона. При этом элементы его орбиты изменятся существенным образом. Диаметр астероида Апофиса составляет около 380 м., поэтому он относится к потенциально опасным астероидам, представляющим угрозу для Земли в случае столкновения с ней.

Проведено численное интегрирование уравнений движения для всех рассматриваемых астероидов с учетом гравитационных и релятивистских эффектов, а также уравнений, основанных на новом принципе взаимодействия, методом Эверхарта [1,2]. Численное интегрирование уравнений движения астероидов различными

методами дает возможность оценить достоверность проводимых исследований. Результаты численного интегрирования сопоставлены между собой. Показано, что результаты численного интегрирования зависят от величины тесного сближения астероида с Землей. При этом до момента тесного сближения астероида с Землей, элементы орбит, вычисленные различными методами, отличаются друг от друга незначительно. После сближения астероида с Землей, результаты интегрирования существенным образом зависят от применяемого метода численного интегрирования. Показано, что причина расхождения результатов вычислений связана с проблемой устойчивости движения астероидов, имеющих тесные сближения с большими планетами. В ранее проведенном исследовании показано, что путем численного интегрирования дифференциальных уравнений, основанных на новом принципе взаимодействия, для больших планет и Луны лучше согласуются с наблюдениями, по сравнению с решением уравнений с учетом гравитационных и релятивистских эффектов [2].

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: при отсутствии тесных сближений астероида с большой планетой можно проводить численное интегрирование любым из рассмотренных выше методов, при наличии тесных сближений с большими планетами преимущество следует отдавать методу, основанному на новом принципе взаимодействия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заусаев А. Ф. Исследование движения планет, Луны и Солнца, основанное на новом принципе взаимодействия // Вестник СамГТУ. Серия «Физико-математические науки». 2016, № 1, Т. 20. С. 121–148.
2. Заусаев А. Ф., Романюк М. А. Численные методы в задачах математического моделирования движения небесных тел в Солнечной системе. - Самара: Самар. гос. техн. Ун-т, 2017. – 265 с.

А.Д. Трифонов

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНЫХ
МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ
ГАРМОНИЧЕСКУЮ КОМПОНЕНТУ**

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Прикладная математика и информатика»
Научный руководитель – к.т.н., доцент М.А. Романюк*

В настоящей работе рассматриваются нелинейные функциональные зависимости, содержащие гармоническую компоненту следующего вида:

$$\hat{y}(t) = ce^{\alpha t} \cos(\omega t + \psi), \quad (1)$$

$$\hat{y}(t) = \frac{c_0}{1 + c_1 t} \cos(\omega t + \psi), \quad (2)$$

$$\hat{y}(t) = \frac{c_0}{1 + c_1 t + c_2 t^2} \cos(\omega t + \psi). \quad (3)$$

Решается задача определения параметров математических моделей (1)–(3) по экспериментальным данным. Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки численных методов достоверной оценки параметров рассматриваемых моделей с целью их эффективного применения в практических задачах [1].

Решение данной задачи основывается на построении линейно-параметрических дискретных моделей в форме стохастических разностных уравнений, описывающих результаты наблюдений $y_k = \hat{y}_k + \varepsilon_k$ [1,2]. Здесь ε_k – случайные функции (шум) ($k = 0, 1, 2, \dots, N-1$), N – объем выборки. Получены формулы связи коэффициентов разностных уравнений с параметрами нелинейных математических моделей. Матричная форма записи позволила представить линейно-параметрические дискретные модели в форме обобщенной регрессионной модели

$$\begin{cases} b_{N \times 1} = F_{N \times n} \lambda_{n \times 1} + \eta_{N \times 1}, \\ \eta_{N \times 1} = P_{\lambda} P_{\lambda}^{-1} \varepsilon_{N \times 1}, \end{cases} \quad (4)$$

где b – N -мерный вектор левой части обобщенной регрессионной модели, λ – n -мерный вектор неизвестных коэффициентов разностного уравнения, F – матрица регрессоров, η – N -мерный вектор эквивалентного случайного возмущения, ε – N -мерный вектор случайной помехи в результатах наблюдений, P_{λ} – матрица линейного преобразования вектора случайной помехи.

Минимизация функционала $\|\varepsilon\|^2 = \|P_{\lambda}^{-1}b - P_{\lambda}^{-1}F\lambda\|^2 \rightarrow \min$

позволяет получить формулу для описания итерационной процедуры уточнения среднеквадратичных оценок коэффициентов модели (4)

$$\hat{\lambda}^{(i+1)} = \left(F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} F \right)^{-1} F^T \Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}}^{-1} b,$$

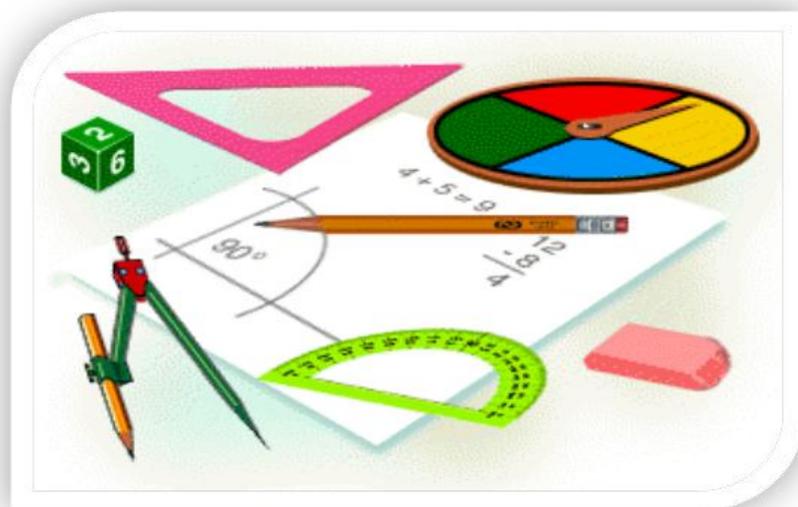
где $\Omega_{\hat{\lambda}^{(i)}} = P_{\hat{\lambda}^{(i)}} P_{\hat{\lambda}^{(i)}}^T$, i – номер итерации ($i = 0, 1, 2, \dots$). Начальное приближение $\hat{\lambda}^{(0)}$ вычисляется по формуле $\hat{\lambda}^{(0)} = (F^T F)^{-1} F^T b$. Для моделей (2) и (3) введена дополнительная итерационная процедура с целью уточнения оценок коэффициентов λ_j при их взаимосвязи [2].

Проведенные численно-аналитические исследования подтвердили высокую эффективность разработанного численного метода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зотеев В. Е. Численный метод нелинейного оценивания на основе разностных уравнений. // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 2018. Т.22, № 4. С. 669–701.
2. Романюк М. А. Численные методы определения параметров нелинейных математических моделей на основе стохастических разностных уравнений: Автореф. дис. кан. техн. наук. – Самара, 2014.— 20 с.

СЕКЦИЯ
«МАТЕМАТИКА,
ИНФОРМАТИКА И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ»



РЕАЛИЗАЦИЯ ИТЕРАЦИОННОГО МЕТОДА ПСЕВДООБРАЩЕНИЯ БЕН-ИЗРАЭЛЯ НА МАТЛАВ И ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

*Институт автоматики и информационных технологий,
кафедра «Высшая математика и прикладная информатика»
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.И.Жданов*

В своей работе 1955 года Пенроуз характеризовал псевдообратную матрицу, как решение совокупности матричных уравнений.

Для любой матрицы $A \in \mathbf{R}^{m \times n}$ существует единственная $B = A^+ \in \mathbf{R}^{n \times m}$, если и только если

$$1) ABA = A; \quad 2) BAB = B; \quad 3) (AB)^T = AB \text{ и } (BA)^T = BA.$$

Для вычисления A^+ можно использовать итерационный метод псевдообращения Бен – Израэля.

Пусть матрица $A \in \mathbf{R}^{m \times n}$, $m \leq n$ и $\text{rank } A = m$, т.е. A – матрица полного строчно-
го ранга. Требуется вычислить псевдообратную к матрице A матрицу $A^+ \in \mathbf{R}^{n \times m}$.

Итерационный метод псевдообращения Бен – Израэля [1]:

$$X_{k+1} = X_k(2 E_m - AX_k), \quad (1)$$

где $k=0, 1, \dots$, $X_k \in \mathbf{R}^{n \times m}$ и E_m - единичная матрица порядка m .

Если $X_0 = \beta A^T$ и $0 < \beta < \frac{2}{\sigma_1^2(A)}$, где $\sigma_1(A)$ – максимальное сингулярное число матрицы A . Тогда $\lim_{k \rightarrow \infty} \|X_k - A^+\| = 0$.

Так как $\sigma_1^2 = \|A\|_2^2 \leq \|A\|_F^2$, то β можно принять $0 < \beta < \frac{2}{\|A\|_F^2}$. На практике можно взять $\beta = \frac{1.8}{\|A\|_F^2}$.

Для матрицы $A \in \mathbf{R}^{m \times n}$, $m > n$ и $\text{rank } A = n$ (матрицы полного столбцового ранга) вычисления выполняются для матрицы $B = A^T$:

$$X_{k+1} = X_k(2E_n - BX_k), \quad (2)$$

где $k=0, 1, \dots$, $X_k \in \mathbf{R}^{m \times n}$ и E_n - единичная матрица порядка n .

Так как операции псевдообращения и транспонирования перестановочны между собой, то $A^+ = (B^+)^T$.

Для остановки итерационного процесса используется следующий критерий:

$$\frac{\|X_{k+1} - X_k\|_F}{\|X_k\|_F} \leq \delta. \quad (3)$$

Данный метод имеет квадратичную скорость сходимости [1], т.е. $\|AR_{k+1}\| \leq \|AR_k\|^2$, где $R_k = X_k - A^+$. Алгоритм может быть эффективно реализован с помощью современных параллельных технологий.

Были проведены определенные вычислительные исследования и получено: 1) достаточно принять $\delta = 10^{-5}$, так как уменьшение δ не влияет на число итераций и ошибку; 2) параметр β на практике достаточно выбирать равным $\frac{1.8}{\|A\|_F^2}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. A. Ben-Israel, T.N.E. Greville, Generalized inverses, second ed., Springer, NY, 2003.

А.А. Коломина

**ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И
МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ И
МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ**

*Факультет промышленного и гражданского строительства,
кафедра «Высшая математика»*

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент О.В. Фадеева

Спорт и здоровый образ жизни, а вместе с ними научные исследования в области биомедицинских технологий, становятся все более востребованными в современном мире. Синтезируя знания медицины, анатомии, физиологии и других естественных наук, выдвигаются все новые теории интегративного здоровья.

Цель данной работы – комплексное изучение зависимостей показателей двух антагонистических направлений физической подготовки (системы, направленной на развитие всех физических качеств, и системы наращивания и развития мускулатуры) и применение математических методов для оценки выявленных зависимостей. С целью исследования критериев эффективности учебно-тренировочного процесса была сформирована представительная выборочная совокупность из 50 человек (спортсмены–профессионалы и любители), где в качестве изучаемых признаков рассматривались результаты упражнений бодибилдинга и ОФП. Первичные результаты исследований выявили значительную корреляцию внутри силовых упражнений; средняя корреляция обнаружена с прыжком в длину (положительная) и плаванием (отрицательная); остальные показатели ОФП оказались практически не коррелированы с силовым комплексом.

Для оценки эффективности тренировочных процессов (методики А и В) для двух групп спортсменов еженедельно проводили замеры

веса. При этом тренер А в качестве базовых упражнений использовал функциональные и кардио-нагрузки, тренер В делал упор на силовые тренировки с большими весами (питание в обоих случаях было интуитивным). Анализ проводился по относительному показателю, равному отношению веса на данный период к первоначальному весу, и дал следующие результаты (рис.1, 2).

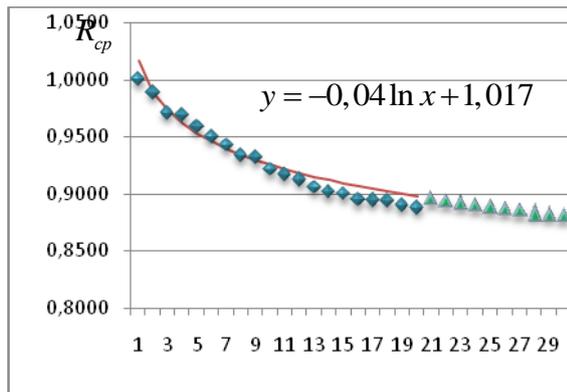


Рис.1. Методика тренера А

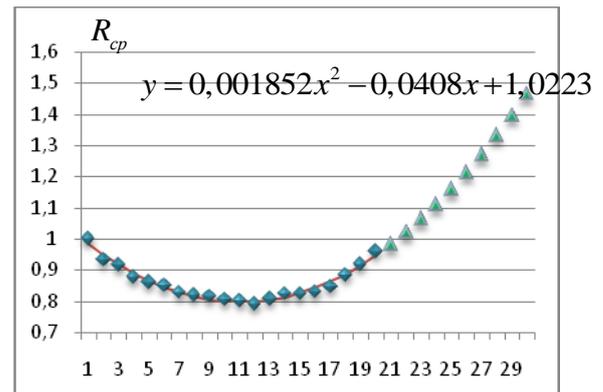


Рис.2. Методика тренера В

Так, методика тренера А способствует эффективному снижению веса, а построенная математическая модель позволяет сделать прогноз, который свидетельствует о сохранении результата. Силовые тренировки по методике В позволяют сбросить некоторое количество веса, но при длительных тренировках начинается процесс наращивания мышечной массы за счет больших весов.

Использование математических методов в анализе распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности является полезным инструментом, помогающим в разработке более эффективных программ спортивной подготовки. А систематическое использование математических методов и моделей будет способствовать росту мастерства за счет оптимизации тренировочного процесса, точного определения зон интенсивности тренировок, профилактики перенапряжений и перетренированности.

О.К. Корчагина

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Строительно-технологический факультет,
кафедра «Высшая математика»*

Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент И.П. Егорова

Современное строительство - это сложная система, которая объединяет большое количество участников и протекает в непрерывно меняющихся условиях. Чтобы построить объект, необходимо организовать согласованную работу всех участников строительства. Элементы такого процесса связаны между собой и взаимно влияют друг на друга, что усложняет анализ и поиск оптимальных решений.

Чтобы вся система строительства действовала целесообразно, эффективно использовала ресурсы, надо уметь грамотно, с научной точки зрения, осуществлять анализ всех аспектов ее функционирования, находить наилучшие варианты решений.

В ходе поиска и анализа возможных решений по созданию оптимальной структуры предприятия, организации строительного производства и т.д. всегда требуется отобрать оптимальный вариант. Для этой цели приходится использовать математические расчеты, логические схемы процесса строительства объекта - другими словами, представлять строительство в виде модели, используя для этого методологию теории моделирования.

Суть математического моделирования состоит в создании упрощенного образа процесса – математической модели.

Работа с моделью дает возможность без больших затрат довольно быстро получить сведения о поведении системы и сравнить полученные результаты с реальностью. Поэтому возникает необходимость использования математических методов при решении задач организации процесса строительства.

Процесс поиска решения задач о строительстве состоит из ряда шагов, на каждом из которых отыскивается решение некоторой частичной задачи, порожденной изначально. Состояние системы на отдельном шаге должен зависеть только от предыдущего состояния и управления на этом этапе (отсутствие последствий), функция цели должна быть аддитивной. Исходное управление при решении задачи методом динамического программирования всегда выбирается так, чтобы обеспечить максимальную эффективность не первого шага, а процесса в целом. На конкретном примере показано использование метода динамического программирования.

В 3 районах города Самары Куйбышевском, Красноглинском и Кировском предприниматель планирует построить 3 предприятия одинаковой мощности по выпуску строительных материалов, пользующихся спросом [1]. Необходимо разместить предприятия таким образом, чтобы обеспечить минимальные суммарные затраты на их строительство и эксплуатацию.

Решение задачи проводим с использованием рекуррентных соотношений: для первого района:

$$\varphi_1(x) = \min g_i(x_i) = g_i(x) \quad (1)$$

для остальных районов:

$$\varphi_k(x) = \min \{g_k(x_k) + \varphi_{k-1}(x - x_k)\}, k=2, n \quad (2)$$

После решения задачи (1) и (2) в три этапа, были определены затраты и получены результаты, согласно, которым оптимальная стратегия состоит в строительстве одного предприятия в Кировском районе и двух предприятий в Красноглинском районе. В Куйбышевском районе предприятий не будет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калихман И.Л., Войтенко М.А. Динамическое программирование в примерах и задачах. М.: Высшая школа. 1979.

А.И. Морозов**ТЕОРИЯ ХАОСА**

*Институт автоматки и информационных технологий,
кафедра «Высшая математика и прикладная информатика»
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Н.Д. Голубева*

В работе изучаются некоторые хаотические системы и вопросы о прогнозе их поведения, а также были построены фракталы.

Теория хаоса заслужила название "Эффект бабочки" благодаря Эдварду Лоренцу. Он был метеорологом. Когда ему нужно было продлить прогноз, он вместо первоначальных данных ввёл промежуточные. Сравнив предсказания и исход, он получил противоположные результаты. Проблема появилась при округлении промежуточных данных. «Небольшие различия в начальных условиях рождают огромные различия в конечном явлении...» [1].

К современным инструментам теории хаоса прежде всего относятся аттракторы и фракталы. В развитии теории хаоса большой вклад внесли отечественные математики, а именно Коломогорев А.Н., Арнольд В.И. и немецкий математик Мозер Ю.К. сформулировав теорию КАМ и введя понятия аттракторов.

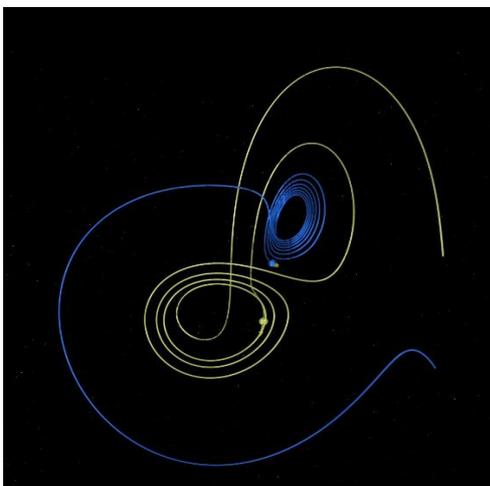


Рис. 1

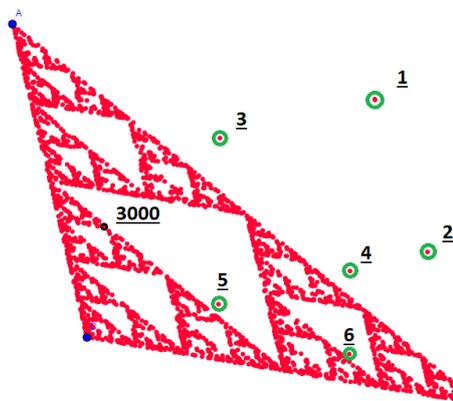


Рис. 2

Взяв два различных значения в аттракторе Лоренца, располагающихся далеко друг от друга, можно заметить, что с течением времени их траектории не пересекаются и не покидают пределы самого аттрактора (Рис. 1).

Понятие фрактальной геометрии было сформулировано в работе Мандельброта в конце 70-ых годов XX-ого века. [2]

В ходе работы были построены тупоугольный треугольник Серпинского с начальной точкой за пределами самого треугольника (3000 итераций) (Рис. 2) и папоротника Барнсли в масштабе (93000 и 245000 соответственно), используя программирование. (Рис. 3-4)

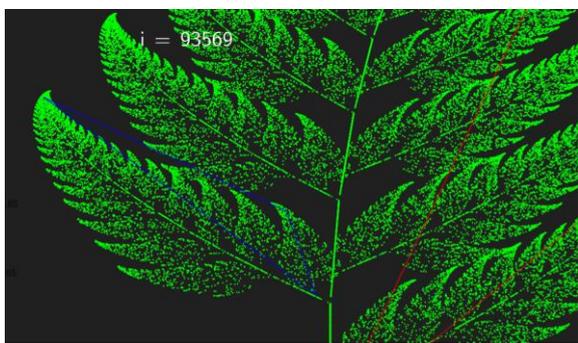


Рис. 3

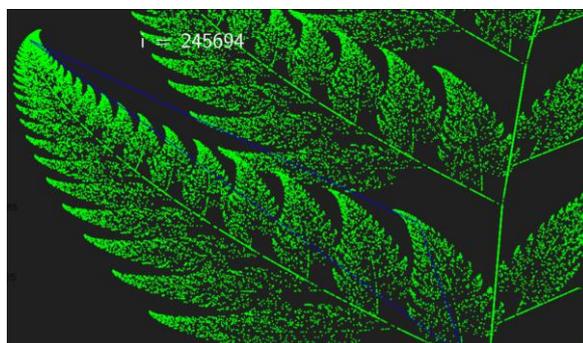


Рис. 4

Теория хаоса находит применение в различных областях науки, связанных с хаотическими системами, ведь образ хаоса в пространстве ничто иное как фрактал. Возможно, что стремление человека все максимально упорядочить, систематизировать вскоре приведет к тому, что нам придется пересмотреть отношение к хаосу и признать, что это всего лишь одно из состояний системы, характеризующееся определенными законами и поддающееся управлению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кроновер Р. М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. Москва: Постмаркет, 2000. — 352 с
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — Москва: Институт компьютерных исследований, 2002, 656 стр.

**СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ И РАЗВИВАЮЩИЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**



А.Д. Ананьев

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ МОНИТОРИНГА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ

*Институт автоматики и информационных технологий,
межвузовская кафедра информационных и развивающих
образовательных систем и технологий*

Научный руководитель – старший преподаватель Н.С.Агафонова

Комплект программного обеспечения, разработанного автором, получил краткое название программа «Экзаменатор».

Преподаватели вузов, школ и даже многие производственные компании, работающие в различных областях деятельности, нуждаются в простых и недорогих программах, с помощью которых можно быстро протестировать студентов, учеников школы, сотрудников фирмы или проверить квалификацию людей, претендующих на конкретную должность.

Основные характеристики программы «Экзаменатор»:

Программа вполне универсальна, поскольку не привязана к какой-либо определенной области деятельности и имеет понятный и дружелюбный интерфейс. Пользователь может сам выбирать направление и объем тестирования. Все зависит только от характера тестовых вопросов, которые пользователь может легко составить самостоятельно без обращения к специалисту.

Поскольку каждый тест по определенной тематике хранится в отдельном файле, любой пользователь может самостоятельно дополнять или корректировать свои вопросы без риска испортить чужие. Вопросы можно записывать в стандартном «блокноте», по определенной структуре или воспользоваться модулем формирования базы вопросов, включенным в комплект программы «Экзаменатор».

Функционал:

Программа включает в себя все необходимые функции для успешного проведения теста:

1. Выбор требуемого теста и количества вопросов;
2. Ведение базы данных о прохождении тестов;
3. Защита от некорректных действий тестируемого;
4. Получение результата тестирования в виде количества правильных ответов и оценки по пятибальной системе сразу после окончания тестирования;
5. Анализ результатов проведенных тестов, например, с целью совершенствования банка вопросов.

Программа «Экзаменатор» позиционируется как легко переносимый модуль, который каждый пользователь может хранить на любом собственном носителе, причем вместе с файлами, содержащими вопросы по темам, необходимым именно этому пользователю.

Важным фактором является то, что тестовые вопросы и, главное, правильные ответы хранятся в зашифрованном виде. За основу был принят алгоритм шифрования RSA. Был создан свой алфавит и немного переделан сам алгоритм шифрования, который позволяет превратить любой текст в набор чисел. Расшифровать же данный файл будет крайне сложно, так как алгоритм шифрования не стандартный, и секретный ключ имеет длину более 64 символов.

Стоит отметить, что вес данной программы составляет всего 27 мб, что позволяет пользователю хранить ее у себя на флешке, и в любой момент на любом компьютере, провести тест без предварительной подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохоренок Н.А., Дронов В.А. Python 3 и PyQt 5. Разработка приложений // 2016. С. 243-263.
2. Васильев А.Н. Python на примерах // Практический курс по программированию. 2016. С. 261-309.

Д.В. Ошкин

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТИПЕНДИЙ ГУБЕРНАТОРА

*Институт автоматики и информационных технологий,
межвузовская кафедра информационных и развивающих образова-
тельных систем и технологий*

Научный руководитель – старший преподаватель Н.С.Агафонова

Методика оценки студенческих научно-исследовательских работ

Многокритериальная оценка научно-исследовательской работы (далее – НИР) производится по утвержденной системе критериев. Лицо, проводящее оценку НИР, должно указать по каждому критерию уровень, отвечающий оцениваемой НИР, и кратко в письменной форме обосновать соответствие оцениваемой НИР содержательному названию этого уровня [1].

Оптимизация процесса сбора данных участников

Изначально, министерство производило сбор аннотаций в ручном виде. Далее, аннотации поступали на кафедру ИРОСТ, где производился ручной ввод данных участника в импровизированную БД в Excel. Процесс ввода занимал несколько дней, т.к. студентов, принимающих участие в отборе, несколько сотен. Оптимизировать процесс помог сайт с формой регистрации. Участник заходит на сайт, заполняет необходимые поля и прикрепляет скан аннотации (для подтверждения достоверности введенных данных). Процесс не доставит проблем студенту, но сэкономит время сбора информации.

Оптимизация процесса распределения стипендий

Кафедра ИРОСТ готовит материалы министерству по назначению кандидатам именных стипендий по различным направлениям науки и вузам на конкурсной основе в зависимости от рейтинга зая-

вок. Для этого:

а) в каждом направлении науки рассчитывается среднее арифметическое значение от рейтинга заявок, и из рассмотрения исключаются заявки, имеющие рейтинг не выше 25% от этого числа в данном направлении науки;

б) количество именных стипендий распределяется между направлениями науки пропорционально оставшемуся в них количеству заявок;

в) в каждом направлении науки для каждого вуза Самарской области рассчитывается среднее арифметическое значение от рейтинга оставшихся от него заявок, а затем пропорционально этим значениям между вузами распределяется количество именных стипендий;

г) в пределах каждого направления науки внутри каждого вуза оставшиеся от него заявки упорядочиваются в порядке убывания их рейтинга [1].

До оптимизации, процесс распределения происходил с участием человека. Запускался макрос, написанный на VBA для удобства работы с Excel, который производил автоматический расчет п. а), б), в). Пункт г) требует ручной корректировки, т.к. все распределения основаны на рейтингах, могут возникнуть проблемы, например, в вуз с большим рейтингом выделили стипендий больше, чем участников, подавших заявки.

Оптимизировать процесс распределения помог алгоритм, который не требует вмешательства человека. Все данные участников, зарегистрированных на сайте, попадают в БД, откуда и берутся для расчетов. Алгоритм сам проводит все операции и выдает список победителей и сводные таблицы с результатами проведенных операций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика оценки студенческих НИР, представляемых на назначение стипендии Губернатора Самарской области студентами образовательных организаций высшего образования Самарской области

Л.Д. Котов

**ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ
ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА В СФЕРЕ
ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ**

*Институт автоматики и информационных технологий,
межвузовская кафедра информационных и развивающих образо-
вательных систем и технологий*

Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Иващенко

Сфера использования семантических технологий постоянно расширяется. Известны многочисленные примеры применения онтологического моделирования в различных предметных областях, в том числе, в системе автоматизации промышленной энергетики.

Онтологическая модель и построенная на её основе база знаний позволяет ответить на следующие вопросы:

- какие основные действия необходимо выполнять при сигнале той или иной автоматической системы контроля в сфере энергетики.
- какие ресурсы используются для выполнения необходимых действий при появлении определенного сигнала автоматических систем контроля в сфере энергетики.

Ответы на данные вопросы существенно влияют на результаты производственной деятельности работников по конкретной специализации. Онтологическая модель некоторой предметной области представляет собой структуру данных, содержащую определения классов объектов, связей и характеристик объектов (индивидуалов), правила (теоремы, ограничения, комментарии), принятые в этой области.

Далее изложен порядок разработки онтологии, которому могут следовать большая часть организаций в сфере промышленной энергетики. Этапы разработки соответствуют технологии онтологического моделирования. В качестве инструментальной системы использован

редактор Protégé 5.0. Для иллюстрации изложения использован конкретный пример – сценарий ликвидации аварий на подстанции с использованием автоматической системы IntelSCADA. На первом этапе формулируются ограничения модели.

1. Модель составляется в рамках сферы энергетики.
2. Модель составляется в рамках конкретных внештатных ситуаций на производстве.
3. В модели присутствуют только доступные персоналу технические средства и ресурсы.

Второй этап – определение индивидуалов – основных объектов онтологического моделирования на основе анализа промышленной деятельности и цели моделирования. Третий этап – это идентификация и классификация, построение адекватной модели предметной области. Считая все объекты членами одноимённых классов, эскиз модели можно представить в виде иерархий классов. Дополняя иерархии классами объектов, важных при рассмотрении промышленной деятельности организаций в сфере энергетики, заносим определения классов в редактор Protégé. При необходимости развитие иерархий классов можно продолжить. Четвёртый этап – определение объектных свойств (связей и отношений между классами) и свойств данных – литералов со значениями характеристик объектов. На данном этапе формулируются утверждения относительно отношений между классами. Иерархия классов определяет стандартное отношение ISA(обобщение), поддерживаемое редактором автоматически. Пятый этап – размещение объектов и указание свойств классов завершает построение онтологической модели и соответствующей базы знаний. Предлагаемая онтологическая модель встраивается в информационную систему подготовки персонала в сфере энергетики как непрерывно развиваемая унифицированная структура и при использовании предусмотренной в редакторе машины логического вывода позволит значительно повысить эффективность обучения персонала технических отделов организаций в сфере промышленной энергетики.

А.К. Курмашов

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА

*Институт автоматики и информационных технологий,
межвузовская кафедра «Информационные и развивающие
образовательные системы и технологии»*

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Ворошилов

Каждый студент индивидуален, имеет свои личностные характеристики, интересы, увлечения, свой психологический портрет. Грамотно определенный психологический профиль студента поможет ему самому найти свои слабые стороны, преподавателю определить его таланты и способности, друзьям найти общие интересы. Психологический портрет личности – пример качественной текстовой интерпретации характеристики человека. Его составление - одна из самых сложных и важных задач современной психологии. Психологический портрет ребенка помогает воспитателю и учителю найти индивидуальный подход к каждому воспитаннику. Выявление характерных черт каждого малыша позволит грамотно выстроить процесс развития и воспитания. Зная психологический портрет человека, менеджеры лучше сумеют организовать деятельность персонала в компании, повысить работоспособность и успешность каждого члена коллектива. Психологические портреты преступников отличаются от характеристик законопослушных граждан, так как им присущи эмоционально-волевые деформации, преступные мотивы и негативные социальные интересы. Проблема личности мошенников и убийц – центральная для криминалистики и других наук, которые связаны с преступностью. Существующие методы определения психологического профиля: Многофакторный личностный опросник Кеттелла: Вопросы 16-факторного тест Кеттелла составлены таким образом,

чтобы охватить большее число различных черт личности; Модульный тест Анцупова: Модульный социотест Анцупова (МСА) предназначен для комплексной диагностики взаимоотношений и межличностных конфликтов в группе;

«Моудслейский личностный опросник» Айзенка: опросник измеряет такие психические свойства, как экстраверсия-интроверсия, нейрорпсихическая лабильность и психотизм. Основные недостатки МСА связаны с его ориентацией на диагностику взаимоотношений и конфликтов и не позволяет выявить их причины. Ни один из данных тестов не позволяет составить полный психологический профиль студента, а так же оценить такие факторы как «уровень мотивации», «наличие лидерских качеств», «способность работать в коллективе».

Способы улучшения определения профиля личности:

1. Психологический профиль студента можно определить путем анализа посещаемых им сайтов, выявив таким образом его предпочтения и увлечения. Это позволит дополнить профиль студента, подчеркнув аутентичность личности.

2. Часть тестирования, которую проходит непосредственно сам студент, дополнить этапом, в котором другие студенты, преподавательский состав проходят опрос и дают оценку качествам студента, его полную характеристику.

3. Таким образом, система определения профиля личности будет проводиться одновременно в трех направлениях: личностный опросник, мониторинг посещаемых сайтов и социальный опрос окружающих студента. Это позволит максимально подробно определить психологический профиль личности, что в свою очередь даст возможность преподавателю легко найти подход к студенту и помочь ему выбрать свою профессиональную нишу.

Психологический профиль очень важен для любой личности, особенно для студента. Предлагаемый новый метод определения психологического профиля значительно улучшит образовательный процесс студента, поможет выявить слабые стороны личности, которые необходимо улучшить и позволит студенту развиваться дальше.

В.Е. Румянцев

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГАЗИНА

*Институт автоматизации и информационных технологий,
межвузовская кафедра «Информационные и развивающие
образовательные системы и технологии»*

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В.Козлов

Была поставлена задача разработать программный комплекс, который будет обслуживать продуктовый магазин.

На рынке информационного обслуживания предприятий представлено множество программ, которые имеют большой функционал. Так как этот рынок постоянно развивается, появляются новые системы, обновляются старые и они начинают включать в себя функционал, который не нужен для широкого использования. Помимо того, что информационные системы имеют ряд лишних функций, цена их внедрения настолько высока, что не каждое предприятие сможет их внедрить. Проведем сравнение существующих систем на рынке и разработанного программного комплекса. Для сравнения были выбраны следующие аналоги: Галактика Business Suite, Microsoft Ахарта, 1С:Предприятие.

Сравнение аналогов представлено в виде таблицы.

Таблица

Сравнение аналогов

Название	Сфера применения	Особенности	Требования к характеристикам	Стоимость лицензии
Галактика Business Suite	Рассчитано на крупные предприятия	Соответствие концепции ERP и стандарту MRP-II. Современные методики управления и учет российской специфики	Высокие требования, необходимость наличия выделенного сервера	Лицензия \$350-1200 на одно рабочее место

Microsoft Ахартa	Рассчитано на средние и крупные предприятия	Универсальность (Система соответствует требованиям российских и международных стандартов.) Работа в нескольких компаниях	Высокие требования, необходимость наличия выделенного сервера	Лицензия на одного пользователя от 20тр/ год
1С:Предприятие	Рассчитано на малые, средние и крупные предприятия	Использование конфигураций, позволяющих автоматизировать различные виды деятельности предприятий. Ориентирована на русского пользователя	Адаптируемые требования в зависимости от объема предприятия	Лицензия на одно рабочее место \$150-600
Разрабатываемый программный комплекс	Ориентировано на конкретное предприятие	Обеспечение максимальной эффективности. Ориентированность на потребности предприятия, отсутствие лишних функций, простое использование	Низкие требования, отсутствие необходимости наличия отдельного сервера	Не требует лицензии

В магазине работают люди с различной степенью доступа, необходимо обеспечить отдельный доступ к каждой программе в зависимости от должности, занимаемой работником. Для этого были введены следующие должности: администратор, директор, менеджер, приемщик, кассир.

Функционал программного комплекса был разделен между отдельными программами, разработанными под конкретные цели. Разработанные программы взаимодействуют с общей базой данных. Всего разработано четыре подпрограммы: для добавления новых позиций, для постановки товара на учет, кассового обслуживания и вывода отчетов. Кроме этих программ есть модуль, отвечающий за авторизацию, этот модуль выполнен отдельно и подключен к каждой программе для большой гибкости программы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гринченко Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access // Гринченко, Н.Н. и. - М.: Горячая Линия Телеком, 2004. С. 145-162.

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ»



Е.О. Игнатенко

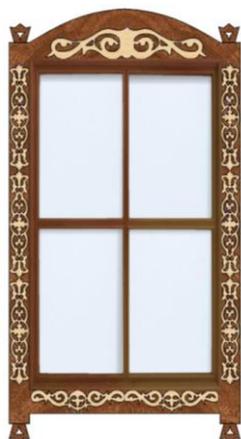
РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ РЕЗНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ НАЛИЧНИКОВ

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Научный руководитель – доцент В.А.Родионов*

Наличники на окна, замечательное украшение фасада дома. Они делают дом не похожим ни на один другой, визуалью изменяют его пропорции, причём они могут изготавливаться из различных пород древесины. Слово «наличник» пришло к нам из древнерусского языка и означает «на лицо», «находящийся на лице». Действительно фасад дома – это лицо строения, по внешнему виду которого судят о его содержании. Декоративный наличник – это функциональный элемент дома, который закрывает проём между стеной и оконной коробкой, защищая помещение от сквозняков, пыли и шума. Резные наличники на окнах делают стиль фасада дома законченным и эстетичным (см. рис.).

Изначально наличники изготавливались вручную, применение CAD/CAM систем при проектировании и станков с ЧПУ для обработки домовой резьбы, широко применяется в настоящее время. Для чего сначала необходимо разработать 3D модели элементов домовой резьбы в программных продуктах, например Autodesk ArtCAM Premium 2017 или в программных продуктах SolidWorks и NX, а затем на их основе могут быть написаны управляющие программы для обработки в программе PowerMILL. Необходимо отметить, что программа ArtCAM позволяет не только разработать 3D модели различных элементов домовой резьбы, но и что не мало важно создать так же управляющую программу для станка с ЧПУ.

Изделие из дерева, помимо практической или функциональной ценности, выражают еще и духовный смысл, как и любой продукт прикладного искусства. Подходы к изготовлению деревянных изделий могут быть разные, но, в конечном счете, успех определяется грамотностью спланированной последовательности операций по обработке материалов.



Компьютерная модель оформления окна резным наличником.

Разработанная 3D модель резного деревянного наличника может использоваться при реставрационных работах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Родионов В.А., Ахметов Е. Ю. Применение CAD/CAM при создании, реставрации домовой резьбы. // Материалы Всероссийской научной интернет – конференции «Высокие технологии в машиностроении» Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015, С. 129-130.
2. Родионов В.А., Солодова Н. О., Оптимизация конструкции радиатора автомобильного воздушного отопителя. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара: Изд – во Самарского научного центра РАН. – 2018,. Т. 4(2) – С. 293 – 298.
3. Родионов В.А., Овчинникова А. И. 3D-моделирование деревянного здания исторической части Самары. // Материалы Всероссийской научной интернет – конференции «Высокие технологии в машиностроении» Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015, С. 131-132.

Я.М. Гордиенко

КАРБОСИЛИЦИД ТИТАНА, КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Научный руководитель – к.т.н., доцент Гришин Р.Г.*

Карбосилицид титана является одной из известных к настоящему времени МАХ-фаз. МАХ-фаза представляет собой новый уникальный класс слоистых материалов, которые сочетают в себе ряд химических, физических, электрических и механических свойств, присущих как керамике, так и металлам. Подобно металлам, МАХ фазы обладают хорошей теплопроводностью и электропроводностью при этом, являются подобно керамике, тугоплавкими, обладают малой плотностью, являются стойкими к коррозии и окислению. МАХ-фазы в настоящее время имеют повышенный интерес для машиностроения и металлургии.

Карбосилицид титана (Ti_3SiC_2), обладает такими уникальными свойствами как: высокое сопротивление термическому удару, хорошая электропроводность, теплопроводность, может быть обработан точением и резанием, прочность, трещиностойкость, микропластичность. Физические свойства будут представлены в презентации.

Одним из известных способов получения карбосилицида титана является метод СВС-синтез. СВС- самораспространяющийся высокотемпературный синтез твердых химических соединений – технологический процесс получения материалов, основанный на проведении экзотермической химической реакции взаимодействия исходных реагентов в форме горения. Именно методом СВС мною были получены 2 образца карбосилицида титана. Для получения образцов были взяты порошки: порошок титана крупной фракции марки ТПП, порошок

кремния марки КР1, порошок углерода (сажа). После смешивания, брикетирования и СВС синтеза в реакторе были получены 2 образца, одни с добавлением оксида алюминия (Al_2O_3) другой без примесей.

После получения образцов были сделаны снимки поверхности, также было рассмотрено расположение склеек МАХ-фазы и пор.

Из полученных образцов были изготовлены 2 круга размером D30x10. Для проверки режущих свойств было произведено пробное шлифование сперва на токарном станке 1А616 с оборотами 2000 об/мин, затем на координатно-шлифовальном станке HAUSER-3SM. На втором станке шлифование производилось с бесступенчатым подъемом скоростей с 6000 об/мин до 10000 об/мин.

С различными режимами резания производилось шлифование металлов таких как бронза марки БрОЦС 5-5-5, сталь 40Х, алюминий марки АЛ2. Шлифование бронзы марки БрОЦС 5-5-5 показало что: При $V=11\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 0,9 мкм. При $V=15\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 0,7 мкм. При $V=19\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 0,6 мкм.

Шлифование стали марки 40Х показало что: При $V=11\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 1,05 мкм. При $V=15\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 0,83 мкм. При $V=19\text{м/с}$ шероховатость изменилась с 1,2 мкм до 0,90 мкм. В ходы выполненных работ были проведены исследования шероховатость поверхности до и после обработки каждого материала. Была исследована поверхность образцов до и после обработки с разными режимами резания. Также будет представлена таблица результатов шероховатости каждой отдельной поверхности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. М.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. – 248 с.
2. Носов Н.В. Абразивная обработка деталей инструментами из СВС-материалов./ Самара, Самарский государственный университет. 2005. 362 с.

РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНОГО КЕЙС ДЛЯ НОУТБУКА

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Научный руководитель – старший преподаватель Воронин В.Н.*

Развитие информационных технологий дало возможность сделать большие компьютерные системы более мобильными и компактными. В последнее время бурно развиваются такие портативные компьютеры, как ноутбуки, ультрабуки и нетбуки. Главное преимущество ноутбуков это их мобильность, однако, возникает опасность различных повреждений. На данный момент на рынке отсутствуют гражданские кейсы для ноутбуков, имеющих высокую степень защиты. Преобладают сумки для ноутбуков, которые имеют слабые защитные свойства и служат только для транспортировки. На основании оценки рынка ноутбуков были сформированы следующие требования к защитному кейсу: эргономичность, влагозащищенность, ударостойкость, низкий вес не более 3 кг.

Разработка дизайн проекта изделия, начинается с эскизирования и расчета основных элементов [1]. Первоначально определяются габариты отсека под ноутбук, основываясь на статистике покупок ноутбуков, наиболее популярной является диагональ дисплея 15,6. Отсек для зарядного устройства проектируется относительно габаритов самого ноутбука. Также необходимы отсеки для мыши, документов и дополнительных аксессуаров. Для улучшения эргономики строения кейса для ноутбука будет ассиметричным и каждый отсек будет оборудован натяжной крышкой, позволит предотвратить попадание проводов в паз под уплотнение. Для обеспечения герметичности кейса смоделирован уплотнитель по контуру изделия и замок типа бабочка.

Таким образом, внутреннее пространство кейса представляет собой органайзер, позволяющий оптимизировать повседневные задачи.

Масса смоделированного изделия составляет 2,2 кг, однако снаряженный кейс может достигать 6 кг. При длительной эксплуатации будет вызывать усталость вследствие неравномерного распределения нагрузки на позвоночник. Для решения данной проблемы комплектация была дополнена телескопической ручкой трансформером. Смоделированы установочные пазы в корпусе, за основу ручки-трансформера взята ручка чемодана. Ручка плавно выдвигается и фиксируется в нескольких положениях. Смоделированы посадочные пазы для колес. Четыре сдвоенных колеса позволяют с легкостью катить чемодан по любой поверхности, не нагружая руку.

Материал для изготовления кейса был выбран пластик АБС/ПК [2]. Представляет собой ударопрочный аморфный материал, имеющий большую теплостойкость, чем АБС. Выдерживает кратковременный нагрев без нагружения до 130 - 145°C, с нагружением до 100 - 110°C. Макс. температура длительной эксплуатации: 60 - 95 °C. Температура хрупкости: -50 °C. Данный материал позволит использовать защитный кейс в течение всего года без опасности снижения его эксплуатационных характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.056-2014 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель детали. Общие положения (с Поправкой)
2. ГОСТ 33366.1-2015 (ISO 1043-1:2011) Пластмассы. Условные обозначения и сокращения. Часть 1. Основные полимеры и их специальные характеристики.

К.И. Коновалова

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ
СТРУКТУРЫ ТРЕБОВАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ СТРУКТУР
НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»*

Научный руководитель – к.т.н, доцент Д.С. Горяинов

На сегодняшний день важно внедрение современных методов организации проектного процесса, которые должны обеспечить быструю и качественную разработку изделий.

Традиционным является способ проектирования «снизу-вверх», при котором сначала проектируются отдельные детали, а затем вставляются в сборку, где между ними вручную устанавливаются связи. Недостатком такого способа является то, что при изменении в конструкции изделия каждая деталь редактируется отдельно. Из-за этого все изделие приходится проверять для исправления ошибок и заново производить увязку деталей между собой.

В данной работе рассмотрен альтернативный способ проектирования – «сверху-вниз» [1]. Проектирование «сверху-вниз» начинается с создания общей компоновки изделия – контрольной структуры. На этом этапе важно максимально увязать составляющие компоненты друг с другом, несмотря на то, что они еще не проработаны. Для этого применяются ассоциативные связи между файлами.

Контрольная структура – это сборка с параметризованными исходными данными для моделирования, объединяющая все части между собой. Все компоненты увязываются между собой на начальном этапе, что упрощает дальнейшее проектирование изделия и исключает необходимость ручной увязки деталей между собой в сборке и тем самым уменьшает число ошибок и время проектирования. Измене-

ния, сделанные в одной из деталей, отражаются на всех деталях сборки.

Для проверки реализации метода был создан компоновочный эскиз (контрольная структура) мини-погрузчика по разработанным требованиям. На основании общей контрольной структуры были разработаны ассоциативные контрольные структуры отдельных деталей – стрелы, ковша, а также гидроцилиндров.

Для расчёта усилий в звеньях и выбора дальнейших конструктивных решений деталей была создана симуляция кинематики и динамики механизма. Было показано, как меняются силы в соединениях механизма при подъеме груза 300 кг. Выбор размеров соединений производился на основе формул дисциплины «Детали машин».

По контрольным структурам деталей были созданы приближенные электронные макеты деталей. Поиск оптимального конструкторского решения производится на основе изменения контрольной структуры погрузчика при изменении требований.

В данной работе изучено геометрическое моделирование с применением контрольных структур на примере разработки механизма подъема мини-погрузчика; разработан алгоритм проектирования узла изделия на основе контрольной структуры; проведено моделирование кинематики и динамики электронного макета механизма при рабочих нагрузках и определена картина силовых взаимодействий в соединениях; установлено, что подход на основе контрольных структур позволяет быстро вносить изменения в конструкцию и тем самым быстрее находить рациональное конструкторское решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. <http://cadroad.com/nx-cad-top-down/> дата обращения к ресурсу 19.04.2019.

П.Д. Мирошникова

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕМАТИЧЕСКОГО СУВЕНИРА

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Научный руководитель – доцент В.А.Родионов*

В настоящее время самыми распространенными сувенирами являются магнитики разнообразных форм и размеров, кружки с нанесенными на них фотографиями знаменитых красивых мест, ложки и многое другое. Темой для изготовления сувенира была выбрана рыбалка. Для выполнения сувенира, на основании мониторинга рынка, был сделан вывод, что большинство сувениров на эту тематику представляют собой изделия, выполненные в форме трофейных рыб, и при этом они несут только эстетическую функцию. Все это подтолкнуло на мысль о том, что необходимо создать оригинальный тематический сувенир, который будет нести как эстетическую, так и практическую функции.

Окончательным решением стало выполнение сувенира в виде настенных часов с рельефом, сюжет которого будет отражать один из волнительных моментов рыбалки. Для реализации данной идеи была выбрана программа Autodesk ArtCAM Premium 2017. Она позволяет создавать художественные рельефы, поднимая отдельные участки. Данная программа позволила не только поднять рисунок, но и сделать его многоплановым, что придает изделию еще большую реалистичность (см. рис.). Создание сувенира начинается с импорта изображения в компьютерную программу и перевода ее в вектор, затем вектора разбиваются на отдельные сегменты, для последующего их поднятия, тем самым рисунок можно разделить по планам и придать ему наибольшую объемность. Для большей удобства каждая группа объектов размещается на отдельном слое, и только затем поднимает-

ся по отдельности каждая область, чтобы получился рельеф нужной высоты.



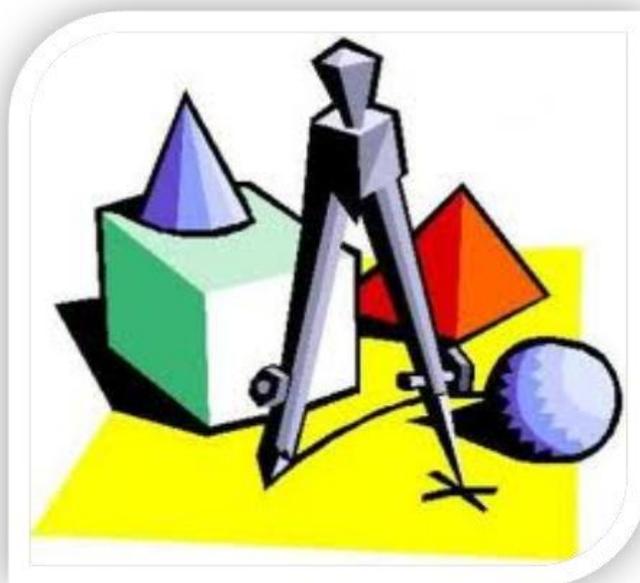
Эскиз сувенира, выполненный в компьютерной программе

На завершающем этапе, после изготовления изделия из материала на станке с ЧПУ для придания сувениру более художественного и законченного вида, его можно раскрасить с помощью акриловых красок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Родионов В.А., Рязанова Ю.С. Разработка технологической оснастки для изготовления художественного изделия пластической деформацией. // Материалы Всероссийской научной интернет – конференции «Высокие технологии в машиностроении» Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015, с. 133-134.
2. Родионов В.А., Солодова Н. О., Оптимизация конструкции радиатора автомобильного воздушного отопителя. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара: Изд – во Самарского научного центра РАН. – 2018. Т. 4(2) – С. 293 – 298.
3. Родионов В.А., Астапова В. В. Абразивная обработка изделий из стекла с применением САД/САМ технологий. // Материалы Всероссийской научной интернет – конференции «Высокие технологии в машиностроении» Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015, с. 127-128.

**СЕКЦИЯ «МЕХАНИКА
И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**



КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КОНТАКТРОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОЛИКА И ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Механика»*

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.Е. Адеянов

Цилиндрические роликовые подшипники, показанные на рисунке 1, применяются в мощных редукторах трансмиссии для того, чтобы воспринимать большие радиальные нагрузки. Когда они правильно выровнены во время работы, они лучше работают на высоких скоростях, выделяя меньше тепла из-за трения.

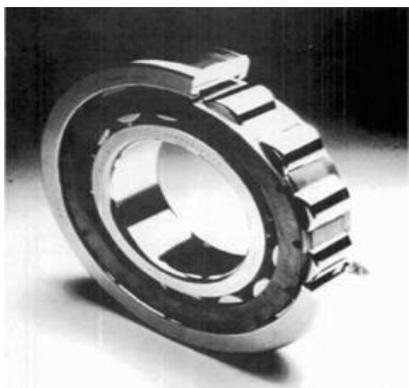


Рис. 1 Цилиндрический роликовый подшипник

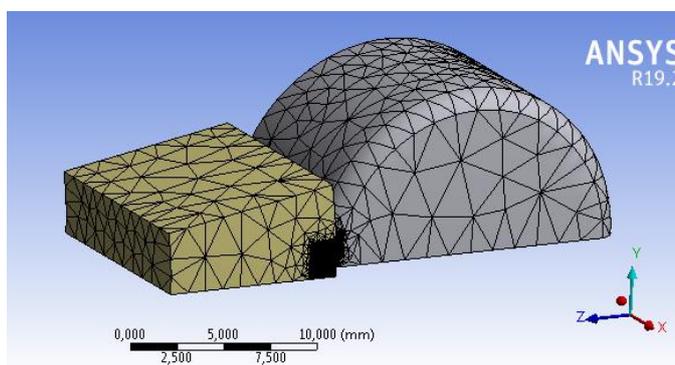


Рис. 2 Модель «ролик-внутреннее кольцо»

Осевая нагрузка на подшипник вызывает перекося, который можно устранить фланцем на каждом кольце. Если подшипник специально сконструирован, со сферическими торцами, которые имеют небольшой угол в контакте с поверхностями фланцев, каждый торец ролика контактирует с поверхностью фланца при соприкосновении углового радиуса и плоского торца ролика.

Напряжения, возникающие в месте контакта ролика и внутреннего кольца подшипника, в свою очередь, оказывают

разрушительное действия на смазку подшипника и в целом на его конструкцию. Решение данной проблемы позволит спроектировать, а в дальнейшем сконструировать подшипник, который обладал бы большей износостойкостью и долговечностью.

Нами проведено исследование зависимости возникающих напряжений в месте контакта от геометрической формы ролика. Для решения данной задачи, был выбран конечно-элементный пакет ANSYS. При помощи данного программного обеспечения нами была построена математическая модель ролика и внутреннего кольца подшипника, представленная на рисунке 2. Было принято решение использовать плоскости симметрии, что позволило существенно упростить процесс построения модели и её расчёт методом конечных элементов. На рисунке 2 представлена конечно-элементная модель четвертой части ролика и области внутреннего кольца подшипника, непосредственно прилегающая к месту контакта с учетом симметрии. Сетка существенно измельчена в области контакта этих двух тел.

После построения модели «ролик-внутреннее кольцо», показанной на рисунке 2, был произведен статический анализ контактного взаимодействия с помощью пакета ANSYS и, после обработки результатов, были получены графики возникших напряжений в месте непосредственного контакта ролика с внутренним кольцом. По графикам, представленным на рисунке 3, можно провести анализ возникающих контактных напряжений в ролике с цилиндрической бомбиной и в ролике с прямой бомбиной.



Рис. 3 Контактные напряжения в ролике

Р.С. Гришин

СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДАТЧИКА ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ МЕТРАН-43ДИ

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Инженерная графика»*

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.В. Неснов

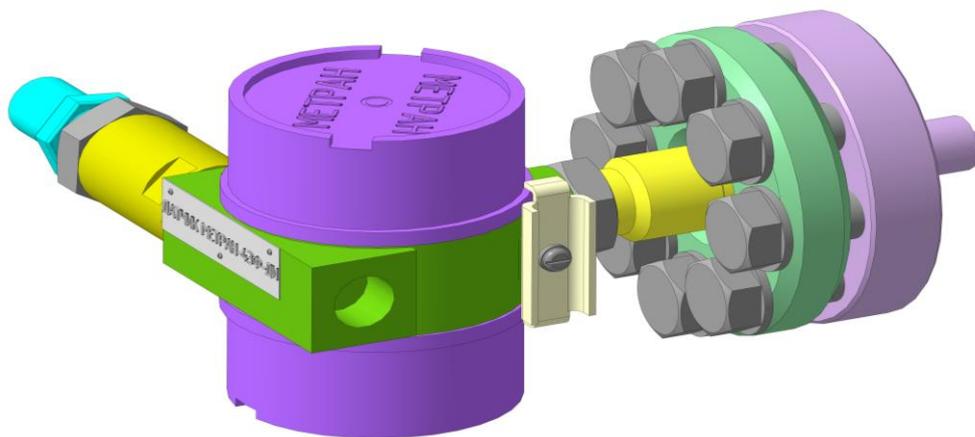
3D графика — это область компьютерной графики, позволяющая описывать объемные объекты с помощью компьютера. Преимущество трёхмерного моделирования заключается в том, что с помощью него можно дать точную модель какого-либо устройства максимально приближенную к реальности. Современные программы помогают достичь высокой детализации. При этом значительно увеличивается наглядность проекта.

Цель данной работы: овладеть навыками работы в программе КОМПАС [1, 2], изучить все функции и возможности данной программы для создания трехмерных моделей объекта, изучить широкий спектр прикладных библиотек редактора, а также научиться создавать и работать со сборкой, и продемонстрировать проделанную работу на изделии – «Датчик избыточного давления Метран-43ДИ».

Данный сборочный узел состоит из 70 оригинальных и 74 стандартных деталей. В общем счёте насчитывается 380 деталей. При создании деталей данного устройства использовались такие операции КОМПАСа, как: выдавливание, вращение, вырезание, кинематическая операция, условное указание резьбы. Детали, которым необходимы стандартные конструктивные элементы, создавались при помощи прикладных библиотек: «Резьбовое отверстие». При создании проводов применялся пространственный сплайн, который соединял начальную и конечную точки, у которых мы знали координаты. Промежуточные точки задавались произвольно, но с учетом того, что по-

сле добавления 3D модели провода в сборку, он не пересекал другие провода и компоненты самой сборки. В общей сборке также присутствуют крепежные изделия взятые из Библиотек КОМПАСА: «Винты», «Болты», «Гайки», «Шайбы», «Шурупы», «Штифты» и прочее. Для создания общей сборки (рис. 1) было создано 7 главных подборок. Самые крупные это «Плата», «Верхняя часть Метрана-43ДИ», «Нижняя часть Метрана-43ДИ» и «Сборка проводов». При их соединении применялись такие операции, как: «Соосность», «Совпадение», «На расстоянии», «Параллельно» и т.д. После окончательной сборки, данная модель была также представлена в разнесенном виде с целью показать все оригинальные и стандартные детали, мини сборки и части данного устройства, которые находятся внутри изделия.

При помощи программы Artisan Rendering было создано фотореалистичное изображение трехмерной модели данного станка. А также при помощи программы устройство представлено на различных фонах. Данная визуализация необходима для показа образца предмета, который ещё не создан в реальности.



Датчик избыточного давления Метран-43ДИ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. КОМПАС-3D V17. Руководство пользователя. Том 1-3 – ЗАО АСКОН, 2016 г.
2. Азбука КОМПАС 3D V17. – ЗАО АСКОН, 2016 г.

К.А. Розова, Е.Ю. Семенова

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СИСТЕМЕ КОМПАС 3D

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Инженерная графика»*

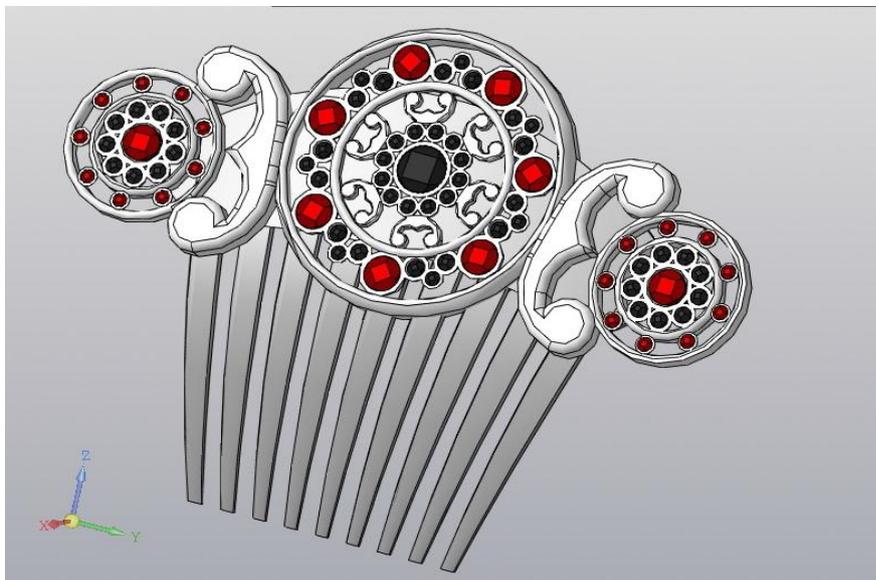
Научный руководитель - к. пед. н., доцент А.Б. Пузанкова.

Компьютерные технологии проникли во все сферы деятельности человека XXI века. Системы автоматизированного проектирования применяют во многих отраслях - от машиностроения до архитектуры и дизайна. Применение САПР освобождает человека от рутинной работы, позволяет проявить творческую мысль и максимально настроиться на воплощение своей идеи [1].

В процессе создания работы использовался такой программный продукт, как КОМПАС-3D v18.1, разработки российской компании АСКОН [2]. Система КОМПАС-3D позволяет создавать 2D-контуры, 3D-модели, устанавливать параметрические связи, создавать под сборки, сборки, чертежи и другие документы проектно-конструкторской документации. Наше внимание привлекла идея создания аксессуара для волос – гребня, инкрустированного драгоценными камнями. При создании модели мы вдохновлялись видом ювелирных изделий в стиле XIX века.

Для создания авторской модели использовались операции “Выдавливание”, “Выдавливание по траектории”, “Элемент по сечениям” и др. Для создания повторяющихся элементов использовалась операция «Массив по сетке». В процессе работы мы пришли к выводу, что для создания сложных конструкций, целесообразно разбить проектирование изделия на составляющие элементы и выполнять все действия поэтапно. На заключительном этапе создания модели была осуществлена сборка её составляющих в

единое целое. В сборке объединялись заранее созданные элементы модели: основание гребня с зубчиками, его верхняя часть и камни (см. рисунок).



Модель «Гребень»

Компьютерные технологии трёхмерного моделирования позволяют за короткий промежуток времени, рассмотреть несколько вариантов модели, предоставляют широкий спектр возможностей вариативного дизайна и позволяют сразу после создания 3D-модели, направить её в производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пузанкова А.Б. Компьютерная графика: учеб. пособ. / А.Б. Пузанкова - Самара. Самар. гос. техн. ун-т, 2013.-65 с.
2. КОМПАС-3D v17: Руководство пользователя. ООО «АСКОН-Системы проектирования». - Электронное издание 2017. - 2920 с.

Н.Г. Трофименко, Д.Д. Федотов

**РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ, ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Инженерная графика»*

*Научные руководители – д.т.н., доц. А.А. Черепашков,
к.пед.н. А.Б. Пузанкова*

В работе описываются методы и способы реверс-инжиниринга изделий машиностроения в контексте САПР [1]. Демонстрируются практические возможности моделирования, параметризации и редактирования цифровых моделей разных форматов. Производится анализ и сравнение возможностей разных программных пакетов в связи с предварительно поставленными проектными задачами. Осуществляется производство созданных моделей по технологии FDM, методом 3D-печати, сборка рабочего образца 3D-принтера с применением созданных компонентов.

Одной из сложностей нашего исследования была необходимость работы с разными форматами файлов, в том числе их перевод и редактирование. В ходе работы над проектом по созданию 3D-принтера мы столкнулись с необходимостью изменения формы деталей, существующих в формате - STL. Чтобы редактировать модель, сохраненную в таком формате, необходимо преобразовать ее в параметрическую CAD-модель [2].

Решение этой задачи было осуществлено средствами программных пакетов: Geomagic Design X и Autodesk Fusion 360, имеющих нужный функционал (рис. 1). В программе Geomagic Design X был построен эскиз по сетке, создана модель и применен анализ отклонений формы (рис. 2), что позволило осуществить ее точное копирование. Возможности же моделирования объектов в единой среде Fusion

360 позволили совместить твердотельную и STL-модели для анализа совпадений поверхностей. В дальнейшем модели были параметризированы, сохранены в формате STL и напечатаны на 3D-принтере.

Напечатанные комплектующие были применены в конструкции создаваемого 3D-принтера.

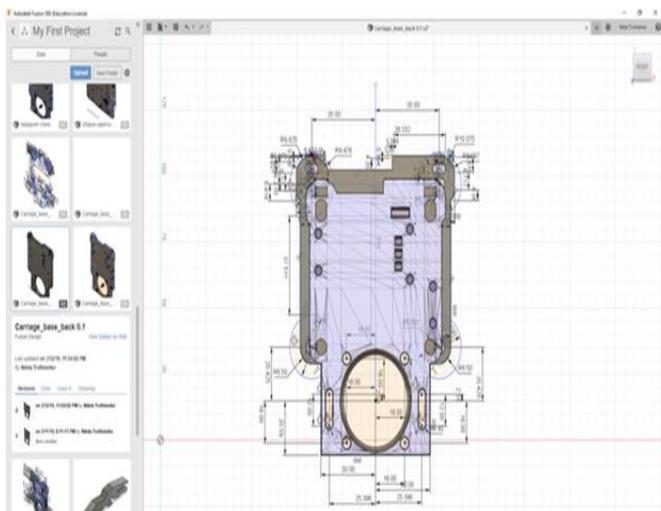


Рис 1.

Совмещение параметризированной и STL-модели во Fusion 360

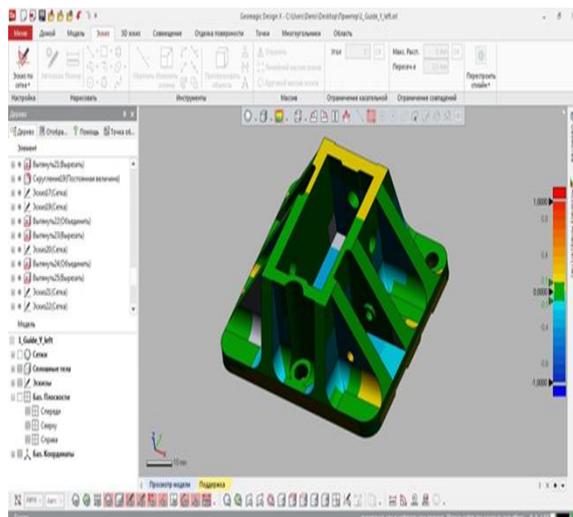


Рис.2

Анализ отклонений формы в Geomagic Design X

В заключении отметим, что работа современного инженера машиностроения предполагает применение широких знаний в области компьютерного моделирования, понимания необходимости использования такого программного обеспечения как системы автоматизированного проектирования в целях большей эффективности реализации проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черепашков А.А. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: учебник. 2-е изд./ А.А. Черепашков, Н.В. Носов – СПб.: Проспект Науки, 2018.–592 с.
2. Пузанкова А.Б. Компьютерная графика: учеб. пособ. / А.Б. Пузанкова - Самара. Самар. гос. техн. ун-т, 2013.-65 с.

М.В. Шаронов

**ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОТЛАДОЧНАЯ
СИМУЛЯЦИЯ РАБОТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ С ЭЛЕК-
ТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ В СРЕДЕ КОМПАС-3D**

Самарский государственный технический университет

кафедра «Инженерная графика»

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.В. Неснов

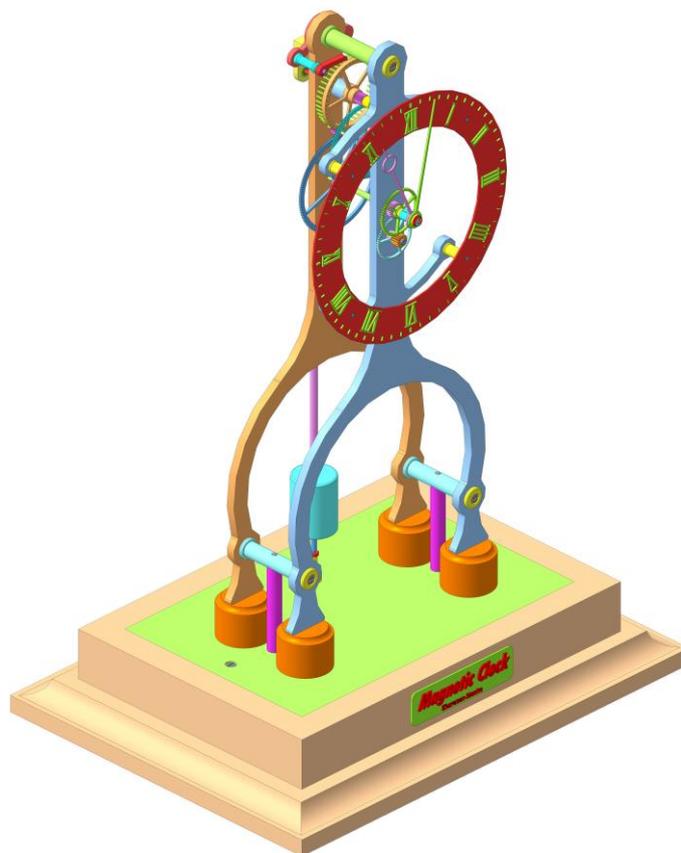
3D графика — это вид компьютерной графики – комплекс методов и инструментов, применяемых для создания изображений трехмерных объектов.

Цель данной работы: изучить приемы работы в программе КОМПАС [1], освоить возможности, предоставляемые ей при создании 3D-объектов, ознакомиться с многофункциональными библиотеками, а также научиться создавать сборки и работать с ними, и продемонстрировать сделанную работу на изделии – «Механические часы с электромагнитным приводом».

Сборка проекта состоит из 262 деталей. Из них 236 уникальных и 26 стандартных деталей. В создании деталей применялись такие операции, как: кинематическая операция выдавливания, зеркальный массив, вырезание, вспомогательная плоскость, операция вращения и многие другие. Из библиотек КОМПАС были взяты стандартные детали, требующие точности ГОСТ, такие как: шпильки, шайбы, гайки, винты, подшипники и другие элементы. Также подключались библиотеки КОМПАС-GEARS и КОМПАС-SPRING для создания зубчатых колес и пружин соответственно. Задавая основные параметры зубчатого колеса: модуль, количество зубьев, ширина зубчатого венца и осуществляя программный расчет, создается заготовка будущего колеса. В библиотеке КОМПАС-SPRING посредством задания основных геометрических размеров пружины – количество витков,

диаметр проволоки и других создается тело пружины. В конечной сборке (рис. 1) участвовало 17 подборок. Самые крупные это «__MagneticClock», «__Base», «__CenterWheel» и «__Spring». При их соединении применялись такие операции, как: «Соосность», «Совпадение», «Касание», «На расстоянии» и др. Помимо основной сборки был создан разнесенный ее вариант, чтобы лучше видеть все слагающие часы компоненты.

С использованием программы Artisan Rendering была воссоздана реалистичная версия трехмерных часов, визуально неотличимая от настоящего натурального образца. Данное фотореалистичное изображение позволяет увидеть вид изделия, без необходимости создания его реального образца.



Механические часы с электромагнитным приводом

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. КОМПАС-3D V17. Руководство пользователя. Том 1-3 – ЗАО АСКОН, 2016 г.

СЕКЦИЯ «АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ»



Н.А. Дунюшкин

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ
СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ
АВТОМОБИЛЕЙ**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»
Научный руководитель – к.б.н., доцент В.А. Папшев*

Для обеспечения безопасного движения автомобиля, особенно на высоких скоростях, необходимо иметь надежную и эффективную тормозную систему. Эффективность работы тормозной системы определяется временем срабатывания и по расстоянию тормозного пути. Отметим, что тормозная система фактически является средством управления скоростью автомобиля. Чем более эффективной является тормозная система, тем большую скорость может развить автомобиль на протяжении всего маршрута движения.

Элементы тормозной системы должны соответствовать таким важным требованиям, как: теплопроводность, прочность, стабильность, высокий уровень трения, минимальная адгезия и устойчивость к тепловому воздействию.

Вместе с тем, перегрев тормозных дисков приводит к ухудшению тормозных свойств автомобиля, а именно к менее эффективному контакту тормозной колодки с тормозным диском, вызывающему скольжение. Этот факт негативно влияет на активную безопасность автомобиля в целом и может привести к необратимым последствиям.

Самая распространенная причина перегрева тормозных дисков – длительное применение тормозной системы, то есть торможения. Торможение автомобиля достигается путем соприкосновения тормозной колодки с тормозным диском, при котором диск начинает нагреваться. Нагрев диска происходит очень быстро, тогда как процесс

остывания занимает большой промежуток времени.

В данной работе в рамках методов описания систем выполнен функциональный анализ тормозной системы автомобиля. Выявлены особенности функционирования, как отдельных элементов, так и всей системы в целом. Описаны основные функции системы, а также определена их зависимость от внешних и внутренних воздействий.

Таким образом, в работе решается задача создания ротора тормозного диска с внутренней вентиляцией, который имеет эффективную теплопередачу и также однородное распределение температуры по поверхности ротора тормозного диска, который можно использовать как для левой, так и для правой стороны автомобиля или другого транспортного средства.

Следует отметить, что вентилируемые тормозные диски применяются при высоких скоростях и темпах торможения при движении транспортных средств и обеспечивают, благодаря своей конструкции, лучшую эффективность охлаждения по сравнению с невентилируемым тормозным диском.

В вентилируемых дисках тормозной ободнеобходимо изготавливать из пары взаимно обращенных друг к другу пластин, которые соединены между собой множеством соединительных элементов, как правило, в форме шипов или перемычек. Наружные поверхности двух пластин образуют противоположащие тормозные поверхности. Внутренние обращенные друг к другу поверхности образуют совместно с шипами или перемычками вентиляционные каналы для охлаждения диска и прохождения воздуха в центробежном направлении при вращении этого диска.

Для улучшения вентиляции и уменьшения трещин в результате изменения температур предлагается использовать вентилируемые тормозные диски, имеющие профилированные соединительные элементы или имеющие систему охлаждения в виде сквозных радиально направленных внутренних каналов для повышения эффективности работы вентиляционных каналов.

Н.П. Климашов

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»
Научный руководитель – к.б.н., доцент В.А. Папшев*

В настоящее время перед отечественным автомобилестроением стоят актуальные задачи по разработке новой мощной и надежной силовой установки автомобиля, отвечающей возрастающим требованиям потребителей.

Вместе с тем, отсутствие современных технических решений удовлетворяющих потребителей заставляет многих пользователей двигателей ЗМЗ переходить на бензиновые 6 цилиндровые атмосферные японские двигатели серии J_z и U_z мощностью 250-300л.с. Однако этот переход сопряжен с имеющимися недостатками эксплуатации. К таковым можно отнести дорогие запасные части, недостаточное количество станций технического обслуживания, способного обслуживать старые японские двигатели.

В данной работе решается задача повышения мощности двигателя путем использования системы турбонаддува. Для решения задачи были выполнены расчеты характеристик турбированного двигателя ЗМЗ-409, удовлетворяющих потребителей. По характеристикам наддува к установке на двигатель предложена турбина *MitsubishiTD 05*. Разработаны мероприятия по внесению изменений в электрооборудование и программное обеспечение стандартного электронного блока управления двигателем.

Результаты произведенных расчетов основных характеристик двигателя после внесения изменений в конструкции, представлены в таблице.

Характеристики двигателя

Объем двигателя ($см^3$)	2693
Рабочие обороты ($об/мин$)	4400
Максимальная мощность ($л.с.$)	289
Максимальный крутящий момент ($Н\cdot м$)	280

График расчетного прироста мощности показан на рисунке 1.

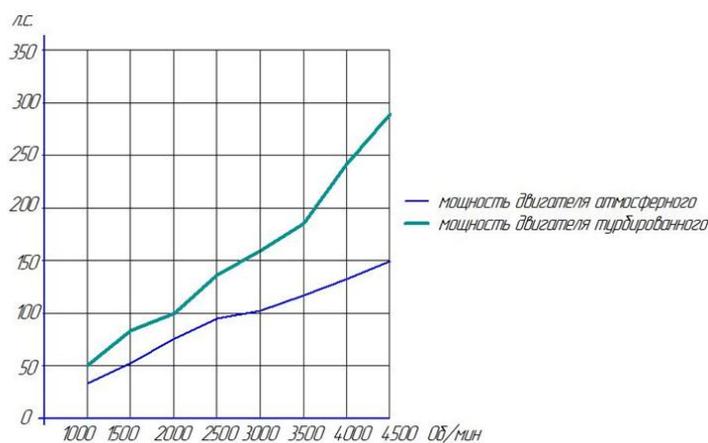


Рис. 1. График прироста мощности

График расчетного прироста крутящего момента показан на рисунке 2.

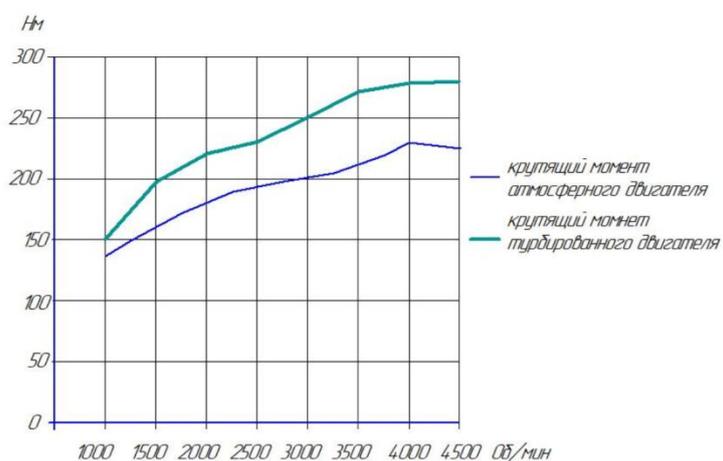


Рис. 2. График прироста крутящего момента

Таким образом, внесение предлагаемых изменений в конструкции позволяет получить конкурентоспособный двигатель, удовлетворяющий запросы потребителей.

А.Е. Криворученко

ОБОСНОВАНИЕ ПЛАНИРОВКИ ОСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»*

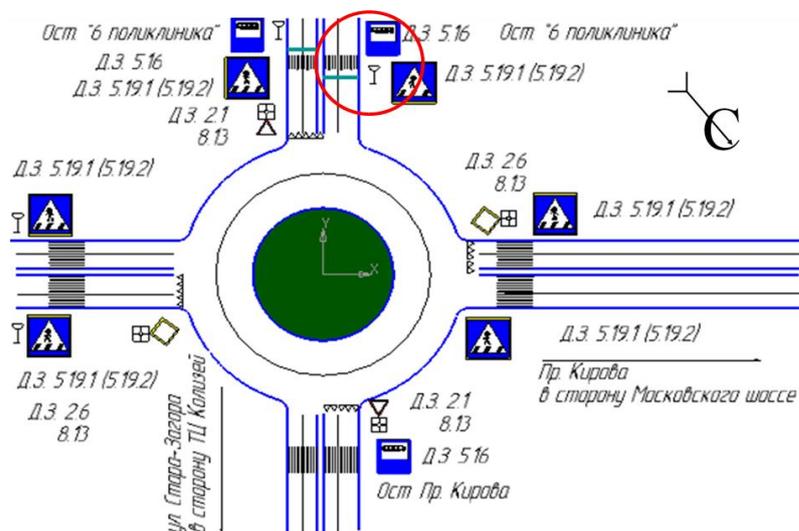
Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент

О.М. Батищева

Рост объема перевозок и увеличение числа транспортных средств ведут к резкому повышению интенсивности транспортных потоков на улично-дорожной сети (УДС) города. Как правило, в части города с уже сложившейся УДС решение задач повышения эффективности транспортных потоков с обязательным условием выполнения требований безопасности дорожного движения возможно только на основе комплексной реализации архитектурно-планировочных и организационных мероприятий. Очевидно, что эта деятельность требует больших капиталовложений и, соответственно, достаточного обоснования принимаемых решений. В этой связи особая роль отводится моделированию транспортных потоков – это позволяет повысить объективность принимаемых решений.

Для анализа выбран участок УДС, представляющий собой кольцевое пересечение двух крупных улиц г.о. Самара: проспекта Кирова и улицы Стара-Загора (см. рисунок). Улица Стара-Загора в силу своего расположения – параллельно двум основным магистралям города (Московское шоссе и ул. Ново-Садовая) – принимает на себя значительную часть транспортных потоков. Проспект Кирова, пересекая улицу Стара-Загора, соединяет промышленные зоны города с районами, где расположены университеты, жилые районы, а также с исторической частью города. Загруженность этой транспортной артерии – всегда высокая, при этом в пиковые часы – возрастает до предельных значений. Пассажиропоток в этой части транспортной сети весьма значителен и неоднороден: это рабочие и сотрудники проект-

ных организаций, учащиеся и преподаватели многочисленных колледжей и университетов, офисные служащие и многие другие.



Безмасштабная схема пересечения пр. Кирова и ул. Стара-Загора

Для анализа планировки выбрана остановка «6 поликлиника» на ул. Стара-Загора по пути «в город» (см. рисунок). Через остановочный пункт проходят четыре автобусных и четыре троллейбусных маршрута, на которых используются автобусы МАЗ (длина 11,985 м) и ЛиАЗ (длина 11,4 м), а также троллейбусы длиной 12,79 м. Официальные данные по интервалам движения общественного транспорта позволили оценить интенсивность потока. При этом время прибытия автобуса или троллейбуса есть величина случайная. Анализ показал, что потоки маршрутных транспортных средств можно отнести к простейшим пуассоновским. Тогда интенсивность совокупного потока в данном случае составляет 72,32 т.с./ч. Тогда в соответствии с законом распределения Пуассона вероятность прибытия к остановочному пункту не менее двух транспортных средств составляет 87,6 %.

По результатам анализа было предложено увеличить протяженность остановочного пункта. Одновременно с этим в целях повышения эффективности транспортного потока обоснована необходимость обустройства парковочного кармана для маршрутного общественного транспорта. Это позволит сделать более безопасным выезд с кольцевого пересечения.

А.Г. Курнузов

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА СЕРИЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ LADA

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»*

Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент

О.М. Батищева

Модельный ряд автомобилей, выпускаемых АВТОВАЗом, характеризуется преемственностью конструкции. В частности, двигатели автомобиля ВАЗ-2112, снятого с производства в 2008 г., с некоторыми доработками устанавливаются на автомобили новых моделей. Двигатели 21126, 21127 стали более динамичными по сравнению со своим предшественником 21124 благодаря более легкой шатунно-поршневой группе. Вместе с тем, они обладают существенным недостатком: при обрыве или другой неисправности привода газораспределительного механизма (ГРМ) – клапана, которые после обрыва ремня остаются в одном положении, встречаются с поршневой группой в верхней мёртвой точке. Структурирование проблем позволило сформулировать следующие задачи по модернизации конструкции: уменьшение нагрузки на привод ГРМ; повышение динамических характеристик двигателя за счет улучшения качества работы ГРМ.

При открытии (опускании) впускного клапана через кольцевой проход между тарелкой клапана и седлом проходит топливно-воздушная смесь, заполняющая цилиндр. Чем больше площадь проходного сечения, тем полнее заполняется цилиндр – следовательно, его выходные показатели при рабочем ходе будут выше. На рис. 1 указана область, где серийный клапан является препятствием для части потока. Предлагается доработать стандартные клапаны под Т-образную форму (рис. 2), обеспечивая этим максимальную пропускную способность.

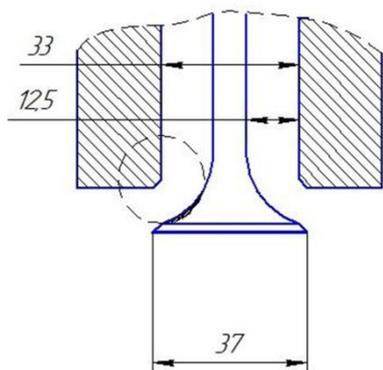


Рис. 1. Серийный клапан

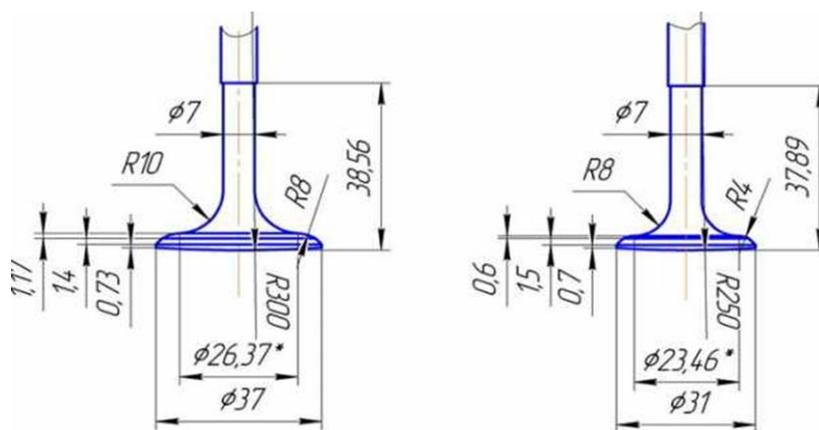


Рис. 2. Параметры Т-образных клапанов

При производстве двигателей отклонения размеров деталей от заданных – неизбежны. За счет отклонения деталей ГРМ фактические фазы газораспределения (ФГР) двигателя даже нового автомобиля могут отличаться от номинальных до 10 градусов. Серийная шестерня не позволяет точно настроить ФГР, следствием этого является заметная потеря в мощности и моменте. Для компенсации погрешности предлагается установка разрезной шестерни, позволяющей изменить положение ее зубчатого венца относительно ступицы.

Предлагается также использовать распределительный вал с более узкой цилиндрической частью [1]. Такая конструкция газораспределительного вала обеспечивает более эффективное вращение гидротолкателя вокруг своей оси и уменьшение мощностных затрат на привод распределительных валов. Данная модель конструкции кулачка распределительного вала по сравнению с известными аналогами обеспечивает более эффективное вращение гидротолкателя вокруг своей оси, снижает интенсивность износа сопрягаемых поверхностей кулачка и гидротолкателя и уменьшает мощностные затраты на привод распределительных валов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов, С.А., Коровкина, Н.Ю. Кулачок распределительного вала двигателя внутреннего сгорания. Патент на полезную модель № 63868.

А.В. Тимофеева

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКИНГА В Г. НОВОКУЙБЫШЕВСК

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Транспортные процессы и технологические комплексы»*

Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент

О.М. Батищева

Одной из проблем транспортной системы города Новокуйбышевск является неэффективность транспортных процессов – в том числе отсутствие единого парковочного пространства. С позиций системного подхода задачу управления парковками следует рассматривать во взаимосвязи с организацией дорожного движения и автомобильных перевозок с учетом ограничений в рамках транспортного планирования. В целях дальнейшего анализа предложено разделить город на определенные сектора в соответствии с хронологическим развитием города и сравнить их по четырем критериям: количество жилых домов, численность населения, наличие мест тяготения граждан, развитость улично-дорожной сети (УДС). Наиболее проблемным признан сектор, территория которого формировалась в первые годы развития Новокуйбышевска – как города нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Показано, что одной из проблем этого сектора является сложившаяся в 50-х годах конфигурация УДС с малой шириной проезжей части и отсутствием парковочных «карманов» даже при их острой необходимости – это приводит к беспорядочному и стихийному паркованию, что сказывается на эффективности транспортных потоков и безопасности участков УДС.

Выполнен анализ транспортной ситуации на одной из улиц данного сектора – ул. Пирогова, в зоне которой расположены городская больница, крупный торговый центр, городской рынок, центр детско-

юношеского творчества и другие точки массового тяготения граждан. По результатам наблюдений с использованием регрессионного анализа получены оценки параметров одной из возможных моделей снижения скорости движения транспортных средств в зависимости от ширины «уличной» парковки. Показано, что средняя скорость транспортного потока может снижаться более чем в два раза.

Выполнен анализ эффективности имеющихся парковок: возле больницы и возле городского рынка. Для этого использованы методы теории массового обслуживания [1]: парковку можно рассматривать как систему массового обслуживания, каналы которой – это существующие места для парковки. Система характеризуется потоком заявок с интенсивностью λ (востребованность парковки) и потоком обслуживания с интенсивностью μ , соответствующей среднему времени пользования парковкой. Тогда можно определить интенсивность нагружения каждого канала и вероятность отказа в обслуживании.

На основе наблюдений сформирован массив статистических данных, который позволил оценить вероятность отказа в обслуживании на парковке возле больницы (83,6 %), что свидетельствует о неудовлетворительной организации парковочного пространства. Аналогичный анализ парковки возле городского рынка (70 мест) показал, что её пропускная способность достаточно велика (94,6 %). Однако, если принять в качестве поправки к вычислениям тот факт, что часть мест на парковке занимают не клиенты рынка, а приехавшие на личном транспорте продавцы, то ситуация резко ухудшается.

Таким образом, по результатам исследований можно сделать вывод, что организация единого парковочного пространства в городе требует системного подхода с учетом сложившейся планировки, востребованности определенных центров притяжения и требований безопасности движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев, М.Ю., Багриновский, К.А., Матюшок, В.М. Прикладные задачи исследования операций. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 332 с.

СЕКЦИЯ «ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»



**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
БРОНЗОВЫХ ОТЛИВОК ЛИТЬЁМ
ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ
АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

*Факультет машиностроения металлургии и транспорта,
кафедра «Литейные и высокоэффективные технологии»
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Дьячков*

Применение технологий 3D-сканирования и 3D-печати в литейном производстве способствует существенному сокращению сроков получения литого изделия, снижению затрат на изготовление оснастки, а также повышению качества будущих изделий. Выполнены исследования по разработке технологических параметров получения декоративного изделия из бронзы «Комплект для оконного рычага» на производственных мощностях Центра литейных технологий (ЦЛТ) СамГТУ с использованием аддитивных технологий и технологий реверс-инжиниринга. Исследования выполнялись в рамках комплексных реставрационных работ особняка Наумова (г. Самара), который является памятником архитектуры и находится под охраной государства. Требовалось изготовить 20 комплектов, каждый из которых состоял из 9 литых элементов. На первом этапе представленные аутентичные элементы подверглись 3D-сканированию на сканере, Roland LPX-60, оснащённом поворотной платформой. Далее полученные математические модели дорабатывались до полного соответствия с оригиналами. Промодели отливок получали на 3D-принтере по технологии SLA/DLP. На следующем этапе изготавливали пресс-форму для получения восковой модели. Учитывая сложную конфигурацию промоделей и наличие на них контруклонов и поднутрений, препятствующих свободному извлечению, приняли решение об изготовлении

эластичной пресс-формы. Для изготовления эластичной пресс-формы использовали полиуретан марки Smooth-on Vytaflex 3.0. Промодель помещали в герметичную пластиковую опоку и заливали полученной смесью. Полное время затвердевания полиуретана составляло 24 часа. Для извлечения промодели форму из полиуретана разрезали особым образом. Далее получали восковые модели отливок и элементов литниково-питающей системы с использованием модельного воска марки «RemetGTR». Запресовка воска в пресс-формы производилась при температуре жидкого модельного воска 63-64°C, под давлением 0.8-1 бар. На готовый модельный блок послойно наносили огнеупорное покрытие, состоящее из связующего марки «Сиалит-20С» и плавленного кварца. Количество наносимых слоев зависит от размеров модельного блока и конфигурации отливки. Для данного аутентичного комплекта было выбрано количество слоев равное 5. Выплавление модельного состава из полученной огнеупорной формы производили в горячей воде при температуре 100°C. ОКФ подвергали сушке и прокалке. Прокалку осуществляли в прокалочной печи при температуре 850°C. Литые элементы получали из бронзы марки БрА9ЖЗЛ (ГОСТ 493-79). Температура огнеупорной керамической формы при заливке составляла 20°C. Температура расплава - 1150 °C. После извлечения литейного куста из ОКФ производили финишные операции: обрезка элементов литниково-питающей системы, зачистка, шлифовка, полирование, патинирование.



а

б

Этапы изготовления Комплекта оконного рычага

а- промодели в воске б- готовое изделие

А.Ф. Минеханова

СВС ТИТАНОСОДЕРЖАЩИХ МАХ-ФАЗ В СИСТЕМЕ Ti-Al-N-C

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – к.т.н., доцент Титова Ю.В.*

Создание новых материалов и технологий их производства является одной из важных научных и прикладных задач физического материаловедения. При разработке таких материалов особый интерес представляют материалы нового класса – МАХ-фазы. Особенности строения их кристаллических решёток обуславливают уникальное сочетание в таких материалах свойств металла и керамики [1-3]. Для получения материалов на основе МАХ-фаз используют различные методы. Основным методом получения материалов на основе МАХ-фаз является спекание, которое требует больших затрат энергии и времени. Альтернативой спеканию является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС).

Цель работы – исследование возможности использования ресурсосберегающей технологии СВС для получения МАХ-фазы в системе Ti-Al-N-C.

Работа была разделена на два этапа. На первом этапе с помощью технологии СВС с применением твердого азотирующего вещества – азида натрия (СВС-Аз) синтезировали порошок состава $(AlN+5\%Na_3AlF_6)$, состоящий из нановолокон AlN диаметром 100-300 нм и длиной до 3 мкм с примесью 5 % криолита.

На втором этапе для получения МАХ-фазы системы «Ti-Al-N-C» синтезированный порошок $AlN+5\%Na_3AlF_6$ вводили в шихту, традиционно используемую для получения наиболее изученной МАХ-фазы – Ti_3AlC_2 . Уравнение получения МАХ-фазы системы «Ti-Al-C» состава Ti_3AlC_2 выглядит следующим образом:



Для замены части углерода на порошок $\text{AlN}+5\%\text{Na}_3\text{AlF}_6$ определялось процентное содержание исходных компонентов в уравнении (1): $\text{Ti} = 74\%$, $\text{Al} = 14\%$, $\text{C} = 12\%$ и количество исходных компонентов в граммах для образца массой 10 г: 7,4 г, 1,4 г, 1,2 г, соответственно. Было приведено 4 эксперимента: без замены, с заменой 10 %, 20 % и 30 % C на нанопорошок $\text{AlN}+5\%\text{Na}_3\text{AlF}_6$.

Исходные компоненты, взятые в нужном соотношении, смешивались вручную в фарфоровой ступке, прессовались в брикеты диаметром 20 мм до относительной плотности 0,4. Полученные брикеты сжигались на воздухе.

Результаты микроструктурного анализа показали наличие пластин МАХ-фазы Ti_3AlC_2 со сферическими частицами TiC . Наряду с ними видны частицы более сложной формы Ti_3Al . Внутренние слои образца состоят преимущественно из Ti_3Al и в меньшем количестве из TiC . Согласно результатам энергодисперсионного анализа, азот обнаружен в синтезированном образце в небольшом количестве.

Таким образом, показано, что высокодисперсный порошок нитрида алюминия марки СВС-Аз может быть использован для получения МАХ-фаз в системе $\text{Ti}-\text{Al}-\text{N}-\text{C}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сметкин А.А., Майорова Ю.К. Свойства материалов на основе МАХ-фаз // Вестник ПНИПУ, 2015. – Т. 17, № 4. – С. 120-138.
2. Радишевский В.Л., ЛепакOVA О.К., Афанасьев Н.И. Синтез, структура и свойства МАХ-фаз Ti_3SiC_2 и Nb_2AlC // Вестник Томского государственного университета. Химия, 2015. – № 1. – С. 33-38.
3. Колесников С.И. Определение оптимальных условий синтеза в тройной системе $\text{Ti}-\text{Al}-\text{N}$ для получения продуктов, содержащих наибольшее количество МАХ-фаз // Башкирский химический журнал, 2012. – Т. 19. – № 4. – С. 162-165.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ "ПАТРУБОК" С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Факультет машиностроения металлургии и транспорта,
кафедра «Литейные и высокоэффективные технологии»*

Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Дьячков

Для существенного сокращения временных и финансовых затрат в литейном производстве для мелкосерийной продукции все чаще начинают внедрять аддитивные технологии. Применение 3-D принтеров позволяет получать модели сложной формы за считанные часы. В Центре литейных технологий (ЦЛТ) СамГТУ была разработана технология изготовления отливки «Патрубок». На первом этапе стояла задача создать математическую модель отливки с элементами литниково-питающей системы с помощью программы SolidWorks. На рисунке 1 представлена математическая модель отливки «Патрубок» с литниково-питающей системой.

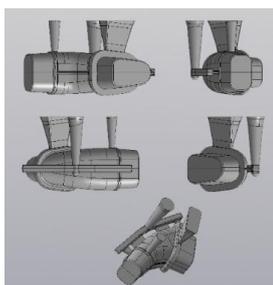


Рис. 1. Математическая модель отливки «Патрубок» с элементами ЛПС

Промодели отливок получали на 3D-принтере по технологии SLA/DLP. Процесс формовки начинается с обработки полимерной оснастки с помощью скипидара, чтобы смыть остатки пыли с рабочей поверхности. Применение скипидара вместо воды обусловлено тем, что PLA пластик является водопоглощающим материалом. Далее их

покрывали разделительным покрытием марки ESCOPART LP 89 для того, чтобы в дальнейшем можно было извлечь оснастку. После формовки готовые полуформы и стержень покрывают антипригарным покрытием на спиртовой основе SILICO L 200 GS фирмы «Полимет».

На рисунке 2 (а, б, в) представлены готовые полуформы и стержень в сборе.

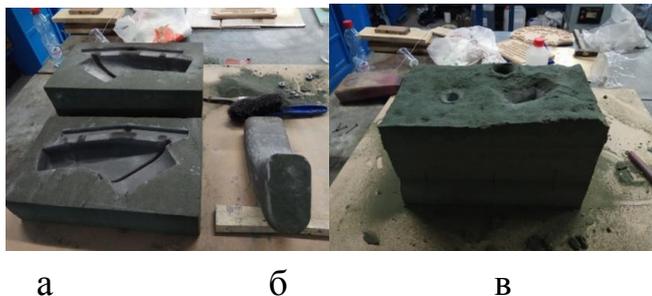


Рис. 2. Готовые полуформы (а) и стержень (б) в сборе (в)

Далее разрабатывали технологический процесс получения отливок литьём в ХТС с использованием полимерной литейной оснастки. Для изготовления отливки использовали сплав марки АК9ч (ГОСТ 1583-2000). Заливка алюминиевых сплавов производили в интервале температур 760-780°C. После заливки давали технологическую выдержку в течение 1,5 ч и извлекали отливку из формы.

На рисунке 3 представлена готовая отливка «Патрубок» с элементами ЛПС.



Рис. 3. Готовая отливка «Патрубок» из сплава АК9ч с элементами литниково-питающей системы

Таким образом, рассчитали технологический процесс получения отливки «Патрубок» из сплава АК9ч с применением аддитивных технологий для изготовления литейной оснастки.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ
ПУТЕМ ДУГОВОЙ ЗАВАРКИ И ПАЙКИ В УСЛОВИЯХ
ЦЕНТРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ САМГТУ**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта
Кафедра “Литейные и высокоэффективные технологии”
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Жаткин*

Технология получения изделий из металла литьем известна человечеству уже давно. И с первых же отливок мастеров-металлургов, начали преследовать дефекты литья. В точном литье по выплавляемым моделям основными видами брака являются деформация восковых моделей, газовые раковины, усадочные раковины, засор формовочным материалом, горячие и холодные трещины. В центре литейных технологий (ЦЛТ) СамГТУ по устранению данных дефектов это особенно актуально для изделий художественного литья из литейных бронз, выполняемых по заказу администрации города Самары. В связи с этим предлагается методика устранения дефектов литья художественных изделий из бронз с использованием таких электрофизических технологий как дуговая сварка и пайка в защитной среде. В отличие от печной пайки данные методы характеризуются локальностью и не требуют в случае коррекции дефектов в габаритных изделиях использования дорогостоящих печей. Устранение таких дефектов может быть выполнено сваркой – аргонодуговой и ручной дуговой сваркой.

Способы реализации: проведены предварительные исследования по устранению дефектов литья изделий из бронзы БрО5Ц5С5 с использованием дуговой сварки и пайки в защитной среде. Проведено

сравнительное исследование зон заварки и пайки пор после литья. Ниже приведены примеры данной работы (см. рисунок).



Пример дефекта (недолив) при литье и после сварки

Заварка дефектов при ювелирном и художественном литье отработана на аргонодуговом аппарате при токе дуги 85-95А. Данная технология имеет множество плюсов, однако для изготовления статуарного литья необходимо освоение технологии сварки бронзы в незащищенных условиях без подачи инертного газа. В связи с этим в ЦЛТ отработывается технология заварки дефектов ручной дуговой сваркой с угольным электродом, как более доступный и мобильный вид сварки в удаленных участках. В настоящее время сварку угольным электродом применяют ограниченно при сварке изделий из тонколистового металла, при исправлении дефектов литья и при сварке некоторых цветных металлов и наплавке твердых сплавов. Сварка угольным электродом выполняется с применением литых присадочных прутков диаметром 6—12 мм примерно того же состава, что и основной металл. При сварке применяют флюсы, которые применяются при газовой сварке на основе соединения бора (бура и борная кислота в отношении 1:1, флюс БМ-1 и др.) или на основе хлористых и фтористых солей щелочных и щелочно-земельных металлов. Последние применяются при сварке алюминиевых бронз, сварку выполняют на постоянном токе прямой полярности угольным электродом диаметром 8—15 мм. Сила тока 150—350 А, в зависимости от толщины свариваемых элементов или завариваемых деталей. Перед сваркой изделие следует подогреть до температуры 350—450 градусов.

**ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОРОШКА
НИТРИДА АЛЮМИНИЯ ПО АЗИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВС**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Титова Ю.В.*

Высокодисперсный порошок AlN трудно получить с помощью обычного механического измельчения, поэтому было разработано большое количество химических и физико-химических методов его получения, таких как прямое азотирование, плазмохимический синтез, карботермический синтез, химическое осаждение из газовой фазы, взрыв алюминиевой проволоки и др. Однако из-за большого энергопотребления, сложного оборудования, высокой стоимостью сырья, большинство из этих методов не используется для производства нано- и ультрадисперсного порошка AlN.

Технология СВС-Аз основана на использовании азиды натрия NaN_3 в качестве твердого азотирующего реагента и галоидных солей. Анализ широкого класса неорганических галоидных солей, предполагаемых для использования в системах СВС показывает, что наибольшего внимания заслуживает комплексная соль галогенида азотируемого элемента – гексафторалюминат аммония [1, 2].

Для исследования возможности получения нитрида алюминия по азидной технологии СВС с использованием в качестве прекурсора гексафторалюмината аммония были выбраны следующие уравнения:



Исследование продуктов реакции (1)-(3) с помощью микроструктурного и рентгенофазового анализов показали, что при варьирова-

нии соотношения исходных компонентов изменяется не только содержание целевой фазы AlN, но и размер и морфология частиц порошка нитрида алюминия. В отсутствие энергетической добавки порошка Al продукт горения представляет собой агломераты равноосных наночастиц размером около 100 нм. При содержании Al в шихте в количестве 10 молей, AlN представляет собой ультрадисперсные частицы сферической формы, диаметром 200-400 нм. При увеличении содержания Al до 20 молей, синтезируется в виде ультрадисперсных волокон диаметром 100-300 нм и длиной до 3 мкм. Это обусловлено увеличением температуры и скорости горения смесей с увеличением содержания Al.

Далее порошок, синтезированный по уравнению (1) использовался для получения нанокompозита AM5+4%AlN. Ввод нанопорошка нитрида алюминия осуществляли в твердожидкий расплав AM5. Для этого сплав нагревали до 670-690 °С, при этом состоянии расплав находился в твердожидком состоянии, но ближе к твердому. Ввод порошка осуществляли на поверхность расплава одной порцией при постоянном перемешивании для обеспечения металлизации всего объема порошка. Время ввода составило 3-4 мин. После ввода порошка AlN поднимали температуру расплава до 730-750 °С. Время нахождения порошка в расплаве составляло 10-15 мин. После кристаллизации в графитовой изложнице фиксировался нанокompозит с усвоенными 4%AlN.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амосов А.П., Бичуров Г.В. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридов: Монография.- М.: Машиностроение-1, 2007. - 526 с.
2. Титова, Ю.В. Шиганова Л.А., Майдан Д.А., Бичуров Г.В. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез наноструктурированного порошка нитрида алюминия с использованием фторида алюминия и азиды натрия // Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия, 2012. – С. 25-29.

***СЕКЦИЯ «ТОВАРОВЕДЕНИЕ
И ЭКСПЕРТИЗА ТОВАРОВ»***



Ю.В. Махонина

ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСКРЕТНО-УПРОЧНЕННОГО ЛЕГИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО СПЛАВА (Al-Cu-Mn-Ni)-TiC

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Луц А.Р.*

Алюмоматричный композиционный материал (АМКМ) – это материал, в котором искусственно объединены высокопластичная матрица из алюминия и тугоплавкие высокопрочные наполнители. Применяется 2 способа получения: твердофазный и жидкофазный. Наиболее перспективным является самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) в расплаве – это технология, в ходе которой реакция между частицами реакционно-активных порошков протекает или в режиме послойного горения, или в режиме сгорания всего объема смеси порошков за счет тепла, выделяемого жидким матричным расплавом (СамГТУ, 1991 г.). Главными преимуществами СВС технологии являются: одностадийность, простота технологического исполнения, энергоемкость, а также малые временные затраты.

Алюминиевые сплавы характеризуются легкостью и ценовой доступностью, но зачастую некоторые механические характеристики ограничивают область их применение. Добавление карбида титана позволяет решить данную проблему. Из алюминиевых сплавов с добавлением TiC можно изготавливать подшипники, цилиндрические вкладыши и поршни.

Были проведены плавки системы «(Al-Cu-Mn)-TiC» и «(Al-Cu-Ni-TiC)» и проведены исследования на механические свойства отливок. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица

Механические свойства сплавов

Сплав системы (Al-5%Cu-2%Mn)-10%TiC					
	$\sigma_{0,2}$ [МПа]	σ_B [МПа]	δ [%]	ψ [%]	НВ
Al-10%TiC	82	110	11,6	23,0	35,0
(Al-5%Cu)-10%TiC	-	196	8,0	11,0	63,9
(Al-5%Cu-2%Mn)-10%TiC	97	188	8,6	13,3	96,0
(Al-5%Cu-2%Mn)-10%TiC + 5% Na ₂ TiF ₆	114	213	6,6	7,3	97,0
Сплав системы (Al-5%Cu-4%Ni)-10%TiC					
Al (A7)	67	81	9,4	20,0	25,0
Al-5%Cu	65	136	11,7	24,2	45,6
Al-5%Cu-4%Ni	75,1	133,2	4,5	6,5	-
(Al-5%Cu-4%Ni)-10%TiC	102	220	5,5	8,0	92,0
(Al-5%Cu-4%Ni)-10%TiC + 5% Na ₂ TiF ₆	118	224	6,0	7,0	98,0

Был проведен анализ конкурентов, на основании которого были сделаны следующие выводы: отечественные аналоги – сплав АМ5 – имеет меньший предел прочности, чем наш сплав, а по цене они находятся в одной ценовой категории, также сплав АМ5 производят по традиционной литейной технологии, что занимает 3-5 часов, на производство нашего сплава методом СВС требуется порядка 20 минут (при любых объемах производства); зарубежные аналоги используют дорогостоящие легирующие элементы, стоимость которых варьируется от 1,5 до 3,5 тыс. руб. за кг, или же используется дорогостоящий нанопорошок карбида титана, стоимость которого составляет 60-80 тыс. руб. за кг – при использовании метода СВС есть возможность синтезировать наноразмерные частицы TiC непосредственно в расплаве, используя доступные по цене порошки титана и углерода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Луц А.Р., Макаренко А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез алюминиевых сплавов // М.: Машиностроение. - 2008.-175 с.: ил.

А.Ф. Минеханова

ОСНОВНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ТИТАНОСОДЕРЖАЩИХ МАХ-ФАЗ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЖИМЕ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – доцент, к.т.н., доцент Майдан Д.А.*

Потребительские свойства товаров – важный аспект изучения и усовершенствования производства. Проблема оценки качества товаров и услуг тесно связана с определением перечня их свойств и характеристик. К потребительским свойствам титаносодержащих МАХ-фаз можно отнести следующее: фазовый, химический и гранулометрический составы, а также микроструктуру. Для определения данных характеристик применялись следующие методы: *металлографический* и *энергодисперсионный* анализы (растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6390A); *рентгенофазовый* анализ (автоматизированный дифрактометр ARL X'trA ThermoScientific). На рисунке 1 представлены поверхности излома исследуемых образцов титаносодержащих МАХ-фаз, полученных по азидной технологии СВС. Из представленных фотографий видно, что с увеличением количества добавляемого нанопорошка $\text{AlN}+5\%\text{Na}_3\text{AlF}_6$ марки СВС-Аз снижается количество и размер пор в образце.

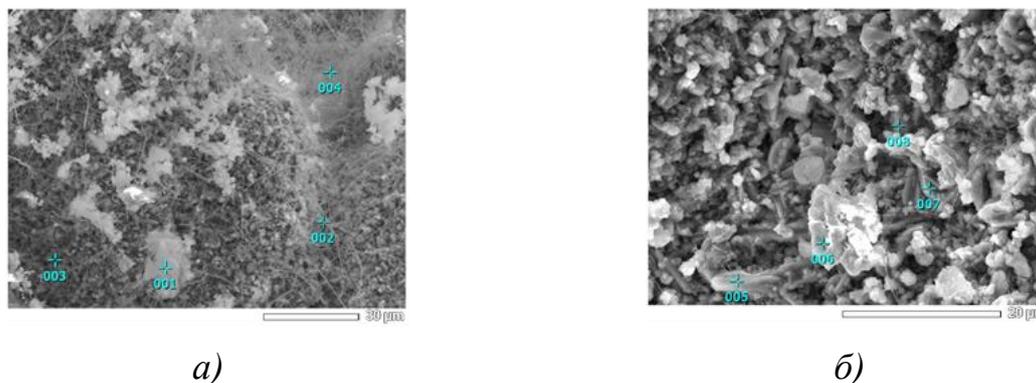


в) с добавлением 20 % порошка AlN з) с добавлением 30 % порошка AlN

Рис. 1. Фотографии поверхности излома образцов

с добавлением различного количества порошка AlN+5%Na₃AlF₆

На рисунке 2 представлены результаты микроструктурного и энергодисперсионного анализов спеченного образца, в котором 30 % углерода заменено на нанопорошок AlN+5%Na₃AlF₆ марки СВС-Аз.



Номермаркера	Массоваядоля, %					
	C	N	O	Al	Ca	Ti
001	4,18	–	20,79	67,79	–	7,30
002	2,00	0,94	2,97	46,27	2,45	45,37
003	7,64	–	2,18	22,63	2,61	64,94
004	4,56	–	5,21	31,09	4,10	55,04
005	3,07	–	1,36	7,21	–	88,35
006	2,38	–	–	4,48	–	93,13
007	3,04	–	0,99	6,65	–	89,33
008	2,78	–	0,78	5,12	–	91,31

Рис. 2. Результаты энергодисперсионного анализа продуктов горения смеси «3Ti+Al+2C» с заменой 30 % углерода на нанопорошок AlN+5%Na₃AlF₆

Результаты микроструктурного анализа показали наличие пластин МАХ-фазы Ti₃AlC₂ со сферическими частицами TiC. Наряду с ними видны частицы более сложной формы Ti₃Al. Внутренние слои образца состоят преимущественно из Ti₃Al и в меньшем количестве из TiC. Согласно результатам ЭДС, азот обнаружен в синтезированном образце в небольшом количестве. Таким образом, определены основные потребительские свойства титаносодержащих МАХ-фаз марки СВС-Аз.

Д.В. Остроухов

**ТОВАРОВЕДНАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ЛИТЫХ
АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ Al-BN-TiC**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.А. Майдан.*

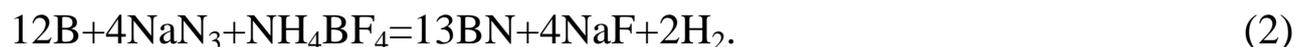
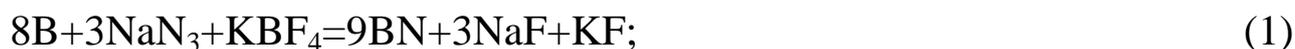
Создание новых типов алюмоматричных композиционных материалов, обладающих высокими механическими свойствами в диапазоне температур до 500 °С, является важной научно-технической задачей. Применение конструкционных материалов с высокой удельной прочностью в машиностроении и аэрокосмической индустрии позволит существенно снизить вес конструкций, что, в конечном итоге, обеспечит существенную экономию энергии. Одним из подходов к созданию легких высокопрочных алюмоматричных композиционных материалов является использование наночастиц BN в качестве упрочняющей добавки. Технология получения, структура и механические свойства композитов Al-BN на данный момент изучены недостаточно полно. Однако известны работы, в которых сообщалось об улучшении механических свойств при добавлении частиц BN в Al матрицу [1,2].

Благодаря уникальному набору механических и физико-химических свойств нитрид бора является подходящим материалом для использования в качестве армирующей добавки в дискретно-армированных металломатричных композиционных материалов на основе алюминия.

Преимуществами алюминиевых сплавов в качестве матриц МКМ являются высокие показатели теплопроводности, теплоемкости, высокие технологические свойства, в том числе возможность

варьирования механических свойств и износостойкости за счет выбора систем легирования и режимов термических и термомеханических обработок, литейные свойства, обрабатываемость резанием и, наконец, совместимость с дискретными наполнителями.

Для получения исследования нитрида бора с использованием галлоидных солей, были выбраны следующие уравнения:



Для исследования товароведческих свойств были выбраны следующие методы:

1) Рентгенофазовый анализ (РФА). В основу РФА положено явление дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Для выполнения качественного и количественного фазового анализа используется современная рентгеновская аппаратура – рентгеновские дифрактометры, что позволяет проводить анализ быстро и с большой точностью.

2) Микроструктурный анализ. Под микроскопическим анализом понимают изучение строения порошков при увеличении в 50-20000 раз. Анализ проводится с помощью электронных микроскопов со значительно большими увеличениями

Литой образец композита Al - BN - TiC имел хороший внешний вид, его поверхность была чистая, усадочная раковина отсутствовала, но излом был загрязнен включениями лигатуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фаерштейн, К.Л. Синтез наноструктур BN и их применение для получения легких металлических матриц на основе Al. [Текст]: дис... на соискание ученой степени, канд.тех.наук (05.16.09) / Фаерштейн Константин Леонидович - Москва: МИСиС,2016.-137 с.

2.Луц.А.Р. Алюминиевые композиционные сплавы-сплавы будущего. [Текст]: учебное пособие/Луц.А.Р, Галочкинай И. А.-Самара:СамГТУ,2013.-82 с.

Д.И. Платонова

ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ЖЕНСКОЙ СПОРТИВНОЙ ОБУВИ

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта,
кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты»
Научный руководитель – к.т.н., доцент Луц А.Р.*

В данной научно-исследовательской работе была поставлена цель провести анализ товароведных характеристик спортивной обуви двух фирм после 1 сезона активной эксплуатации. Для осуществления экспертизы было взято 2 пары полуботинок для занятий спортом.

Первый образец – спортивная пара обуви от фирмы Converse классической модели Chuck Taylor All Star (рис. 1, а). Размер – 42. Страна изготовления – Индонезия. Полуботинки выполнены клеевым методом крепления.



а



б

Рис. 1 Объекты исследования

Второй образец – спортивная пара обуви от фирмы Puma модели Bayndyt Mesh (рис. 1, б). Размер - 42.5. Страна изготовления – Вьетнам. Метод крепления полуботинок – клеевой.

Первоначально определялся процент потери качества, который равен совокупности процента износа и самого значительного дефекта [1]. Процент износа первого образца можно определить, как средний,

что соответствует 30% потери качества. Самый значительный из дефектов: отклеивание загнутого края деталей заготовки – 20% (расщелина составляет 100 мм и присутствует на обеих полупарах. Выявляем процент потери качества первого образца.

$$\% \text{ потери качества: } 30\% + 20\% = 50\%$$

Процент износа второго образца, определяем, как средний - 20% потери качества. Сильнейший дефект: отклонение от симметрии расположения блочек - 20% (отклонение от симметрии свыше 3 мм) Суммируем процент износа с наибольшим процентом дефекта.

$$\% \text{ потери качества: } 20\% + 20\% = 40\%$$

Таким образом, по результатам работы определено, что после 1 сезона эксплуатации стоимость обувных пар сильно упала вместе с запасом их долговечности. К реализации обувь не пригодна.

Проверка прочности клеевого крепления низа обуви осуществлялась по ГОСТ 9292-82 [1]. В ходе испытания применялась стандартная разрывная машина УМ-5, обеспечивающая скорость движения нижнего зажима (100 ± 10) мм/мин. Установив полупару в машину и включив ее на растяжение, производили отрыв подошвы.

По результатам была вычислена прочность крепления подошвы, которая составила: для первой пары 29,9 Н/см; для второй пары - 28,8 Н/см. Результаты испытания сверялись с требованиями ГОСТ 21463-87 «Нормы прочности», и было выявлено, что прочность крепления подошвы не соответствует требованиям, так как должна составлять не менее 42 Н/см.

Таким образом, по результатам исследований можно сделать вывод, что у заявленных объектов исследования после 1 сезона эксплуатации уровень потребительских свойств значительно снижен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Товароведение и экспертиза обувных товаров: лаборат. практикум / А.Р. Луц. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2014. – 120 с.: ил.

**ЭКСПЕРТИЗА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОРОШКА НИТРИДА
АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ПО АЗИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА**

*Факультет машиностроения, металлургии и транспорта, кафедра
«Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Майдан Д.А.*

Высокодисперсный порошок AlN трудно получить с помощью обычного механического измельчения, поэтому было разработано большое количество химических и физико-химических методов его получения, таких как прямое азотирование, плазмохимический синтез, карботермический синтез, химическое осаждение из газовой фазы, взрыв алюминиевой проволоки и др. Однако из-за большого энергопотребления, сложного оборудования, высокой стоимостью сырья, большинство из этих методов не используется для производства нано- и ультрадисперсного порошка AlN.

Для решения задачи получения нанопорошка AlN по ресурсосберегающей азидной технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС-Аз). Технология СВС-Аз основана на использовании азида натрия NaN_3 в качестве твердого азотирующего реагента и галоидных солей. Анализ широкого класса неорганических галоидных солей, предполагаемых для использования в системах СВС показывает, что наибольшего внимания заслуживает комплексная соль галогенида азотируемого элемента – гексафторалюминат аммония [1].

Для получения исследования нитрида алюминия с использованием галоидных солей, были выбраны следующие уравнения:

- $(\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6 + 6\text{NaN}_3 = \text{AlN} + 6\text{NaF} + 6\text{H}_2 + 10\text{N}_2$, (1)
- $10\text{Al} + (\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6 + 6\text{NaN}_3 = 11\text{AlN} + 6\text{NaF} + 6\text{H}_2 + 5\text{N}_2$, (2)
- $20\text{Al} + (\text{NH}_4)_3\text{AlF}_6 + 6\text{NaN}_3 = 21\text{AlN} + 6\text{NaF} + 6\text{H}_2$. (3)

Для исследования товароведческих свойств были выбраны следующие методы:

1) Рентгенофазовый анализ (РФА). В основу РФА положено явление дифракции рентгеновских лучей на кристаллической решетке. Для выполнения качественного и количественного фазового анализа используется современная рентгеновская аппаратура – рентгеновские дифрактометры, что позволяет проводить анализ быстро и с большой точностью.

2) Микроструктурный анализ. Под микроскопическим анализом понимаются изучение строения порошков при увеличении в 50-20000 раз. Анализ проводится с помощью электронных микроскопов со значительно большими увеличениями

3) Количественный анализ – идентификация различных кристаллических фаз и определение их относительных концентраций в смесях на основе анализа дифракционной картины, регистрируемой от исследуемых порошковых образцов. Прецизионное определение параметров элементарной ячейки известного вещества с целью обнаружения изоморфных примесей.

При варьировании соотношения исходных компонентов изменяется не только содержание целевой фазы AlN, но и размер и морфология частиц порошка нитрида алюминия. В отсутствие энергетической добавки порошка Al продукт горения представляет собой агломераты сферических наночастиц размером около 100 нм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амосов А.П., Бичуров Г.В. Азидная технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза микро- и нанопорошков нитридов: Монография.- М.: Машиностроение-1, 2007. - 526 с.

СЕКЦИЯ «ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»



А.П. Ларин

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗА
НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Тепловые электрические станции»
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.К. Зиганшина*

Энергосбережение, то есть разработка мер по экономии энергии особенно за счет использования вторичных энергоресурсов (ВЭР), очень актуально [1, 2].

На АО «Куйбышевский нефтеперерабатывающий завод» в результате нефтепереработки образуется технологический газ, сбрасываемый с установок в топливное кольцо завода. Данное топливо представляет собой смесь горючих (метан, этан, пропан и др.) и негорючих (азот, углекислый газ) газов. На котлах пиковой водогрейной котельной (ПВК) завода в качестве топлива используется мазут, эффективность которого довольно низкая из-за содержания серы, сложной подготовки, а также негативного воздействия на окружающую среду. Поэтому предлагается модернизация ПВК путём перевода водогрейных котлов ПТВМ-50-1, предназначенных для подогрева сетевой воды, на сжигание газа нефтепереработки. Проект модернизации предполагает прокладку газопровода от топливного кольца завода до ПВК с организацией узлов подготовки и распределения газа, установку новых горелок, ЧРП на дутьевые вентиляторы и системы подогрева топлива уходящими газами [3].

Произведён расчёт выбросов загрязняющих веществ при переводе котлов на сжигание газа нефтепереработки. Анализ результатов, представленных в таблице, показывает, что выбросы вредных и токсичных веществ сокращаются.

Характеристики выделений загрязняющих веществ в атмосферу

Загрязняющее вещество	Разовый выброс, г/с		Годовой выброс, т/год	
	Мазут	Техн-ий газ	Мазут	Техн-ий газ
Азота диоксид	11,7	6	125,4	64,3
Оксиды серы	27,4	0	293,6	0
Оксид углерода	0,013	0,0047	0,139	0,05
Пятиокись ванадия	0,00048	0	0,005	0
Бенз(а)пирен	$1,44 \cdot 10^{-6}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	0,00002	0

Для определения сроков окупаемости проекта была определена экономия сжигаемого топлива в денежном выражении:

$$\Delta C_{\text{топл}} = V_{\text{мазут}} \cdot C_{\text{мазут}} - V_{\text{тех.газ}} \cdot C_{\text{тех.газ}} \quad (1)$$

$$\Delta C_{\text{топл}} = 12321 \cdot 9 - 11818 \cdot 0,6 = 103798,2 \text{ тыс.руб./год,}$$

где $C_{\text{мазут}}$, $C_{\text{тех.газ}}$ – стоимости мазута и технологического газа, тыс.руб./тыс.м³.

Определены ключевые показатели эффективности проекта: чистый дисконтированный доход – 340 тыс. руб.; дисконтированный срок окупаемости – 2,7 лет; инвестиции в проект - 81 500 000 рублей (при ставке дисконтирования – 20%).

Таким образом, при переводе котлов ПТВМ-50-1 с мазута на газ нефтепереработки снижаются вредные выбросы в окружающую среду, увеличиваются теплопроизводительность и КПД котлов до 97%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудинов А.А., Зиганшина С.К. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения. М.: ИНФРА-М, 2016. 320 с.
2. Кудинов А.А. Горение органического топлива: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 2015. 390 с.
3. Ларин А.П., Зиганшина С.К. Анализ эффективности использования технологического газа нефтепереработки на ТЭЦ промышленного предприятия // Экологический сборник трудов молодых ученых. 2019. № 7. С. 290-294.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»
Научный руководитель – к.т.н. Р.Ж. Габдушев*

Стремительно развивающийся мир требует новых технологий. Целью данной работы была оценка актуального состояния развития и поиск трендов малой ветроэнергетики путём обзора научной литературы за последние 5 лет и поиск необычных проектов и образцов. Именно сфера малой ветроэнергетики сейчас активно развивается и представляет интерес не только для специалистов-энергетиков, но и для обычных людей. Считается, что производство малых ветроэлектрических установок (ВЭУ) является более выгодным, чем крупных. Также перспективу имеет гибрид из солнечной и ветряной установки различных типов [1-3]. На данный момент на рынке преобладают технологии горизонтально-осевых ВЭУ [4], а большинство вертикально-осевых моделей, разработанных в течение последних 5–7 лет, только выходят на рынок, и продолжают совершенствоваться [5].

Разрабатываются ВЭУ для регионов с малой ветровой нагрузкой и рассчитываются сроки окупаемости при уже существующих установках, например от 50 лет при скорости ветра 3 м/с до 10 лет при скорости ветра 5 м/с. Поднимается и верхний предел работы ВЭУ. Изобретённые в Исландии модели IceWind CW для домашнего пользования и IceWind RW для вышек телекоммуникации способны работать в диапазоне от 2 до 60 м/с и выдерживать ураган 4 категории.

Внедрение ВЭУ в систему электроснабжения городских районов имеет большой потенциал [2]. Так, голландская компания MarinusMieremet запустила на рынок ВЭУ, способную вписаться в городскую среду. Другая разработанная для города модель,

HelixWindSavonious2.0, использует уникальный ротор, способный захватывать всенаправленные ветры и не занимает много места..

Также ВЭУ не всегда должны иметь лопасти. В 2015 году, испанская компания VortexBladeless предложила модель и рабочий макет принципиально нового ветрогенератора. Конструктивно он состоит из двух частей: верхняя часть с неровной поверхностью раскачивается и генерирует воздушные вихри дорожки Кармана. В неподвижной нижней части конструкции расположены элементы электрогенератора. Установка спроектирована так, чтобы раскачка происходила на резонансной частоте, совпадающей с частотой вихрей в образуемой дорожке Кармана. Такие ВЭУ не требуют много места и их можно устанавливать рядом друг с другом.

Растущий спрос на экологичные и недорогие источники энергии во всем мире приводит к увеличению спроса и на малую ветроэнергетику.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузнецов Н.М., Минин В.А. Гибридные установки с применением ВИЭ в энергообеспечении удаленных потребителей Мурманской области //Возобновляемая энергетика XXI век: Энергетическая и экономическая эффективность, 2016. – 2016. – С. 184-189.
2. Миллер Роман-Франк. О развитии ветроэнергетики в населенных пунктах //Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2016. №1 (144).
3. Огунлана А.О. Перспективы применения гибридных установок в малой энергетике России. 2017.
4. Соломин Е.В. и др. Мировая малая ветроэнергетика, анализ состояния//Наука ЮУрГУ. Секции техн.наук: материалы 66-й науч. конф./отв. за вып. С.Д. Ваулин; Юж.-Урал.гос.ун-т.-Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014.-1764 с.
5. Соломин Е.В., Сироткин Е.А., Соломин Е.Е. Результаты испытаний и эксплуатации вертикально-осевых ветроэнергетических установок //Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2015. №15.

К.С. Пешкин

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Теплоэнергетический факультет,

кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»

Научный руководитель – ассистент В.К. Ткачев

Предметом данной работы является инструментальное обследование многоквартирного дома в г.о. Самара, с целью выявления неоправданных потерь энергетических ресурсов и повышения его энергетической эффективности.

Визуальное обследование выявило неудовлетворительное состояние фасада здания. Повсеместно наблюдались дефекты железобетонных плит и трещины швов перекрытий. Преобладающее число окон являются современными пластиковыми стеклопакетами, большинство балконов оказалось утепленными. В целом, состояние световых проемов можно оценить, как удовлетворительное.

Инструментальное обследование, с использованием тепловизора, только подтвердило неудовлетворительное состояние фасада. По всей его площади наблюдаются колоссальные тепловые потери (см. рисунок). Также, большое количество теплоты здание теряет через подъездные двери, поэтому были предложены рекомендации по их утеплению или замене.



Фасад здания (тепловизионная съемка)

Первым этапом к снижению затрат и экономии энергоресурсов является установка общедомового прибора учета тепловой энергии, без которого все дальнейшие мероприятия не будут иметь смысла. Кроме того, установка общедомового прибора позволит сэкономить до 20% от годовых начислений на тепловую энергию. Это доказывает таблица, в которой указаны годовые начисления на тепловую энергию исследуемого дома и аналогичного, в котором уже имеется общедомовой прибор учета.

Годовые начисления на тепловую энергию

	Аналогичный дом	Исследуемый дом
Год	Гкал/ тыс.руб.	Гкал/ тыс.руб.
2017	579,1/ 760,9322	673,164/ 1099,411
2016	578,8/ 734,9317	673,164/ 1099,411
2015	592/ 711,8647	673,164/ 1099,411
2014	592/ 668,2205	673,164/ 1099,411
2013	602,76/ 630,5502	673,164/ 1099,411

Следующими этапами являются утепление фасада здания и крыши. Для утепления фасада был выбран пенополистирол толщиной 10 см, а для крыши гравий керамзитовый толщиной 35 см.

Экономия тепловой энергии от утепления фасада здания составляет 287,35 Гкал/год, что является 40% от существующих годовых потреблений.

Экономия тепловой энергии от утепления крыши здания составляет 112, 77 Гкал/год, что является 18% от существующих годовых потреблений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергоэффективность и теплозащита зданий/ В.С. Беляев. М.: Издательство АСВ, 2016. -304 с.

ТЕПЛООБМЕН В СТЕРЖНЕ В УСЛОВИЯХ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Научный руководитель – к.т.н. Еремин А.В.*

Интенсификация процесса теплообмена в теплообменном оборудовании является важнейшей задачей современной теплотехники. Одним из методов интенсификации является ошиповка (оребрение) поверхностей теплообмена. В данной работе численным методом (методом конечных разностей) в безразмерных величинах решена нестационарная задача теплообмена в стержне.

Краевая задача с учетом безразмерных параметров имеет следующий вид [1,2]

$$\frac{\partial \Theta(\xi, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 \Theta(\xi, Fo)}{\partial \xi^2} - B\Theta(\xi, Fo); \quad (Fo > 0; \quad 0 < \xi < l); \quad (1)$$

$$\Theta(\xi, 0) = 1; \quad (2)$$

$$\Theta(0, Fo) = D; \quad (3)$$

$$\partial \Theta(1, Fo) / \partial \xi + Bi \Theta(1, Fo) = 0. \quad (4)$$

где $\Theta = \frac{T - T_{cp}}{T_0 - T_{cp}}$; $Fo = \frac{at}{l^2}$; $\xi = \frac{x}{l}$; $Bi = \alpha \frac{l}{\lambda}$; $D = \frac{T_{ст} - T_{cp}}{T_0 - T_{cp}}$; $B = bl^2 / a$.

Результаты решения задачи представлены на рис. 1. Анализ результатов численных расчетов распределения температуры по длине стержня позволяет заключить, что при высокой интенсивности теплообмена ($Bi > 0,5$) часть стержня принимает температуру окружающей среды. Так, например, при $Bi = 1$ безразмерная температура в диапазоне значений $0,6 < \xi < 1$ равна нулю. При этом тепловой поток в направлении оси стержня на этом участке отсутствует.

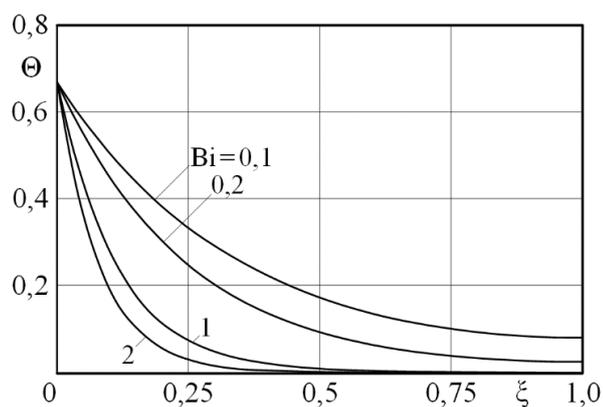


Рис.1. Распределение температуры ($Fo = 1$)

На рис. 2 изображены графики $\frac{\partial \Theta}{\partial \xi}$ из которых видно, что тепловой поток на участке $0,6 < \xi < 1$ при $Bi > 0,5$ отсутствует, так как отношение $\frac{\partial \Theta}{\partial \xi}$ по физическому смыслу представляет собой ничто иное как тепловой поток.

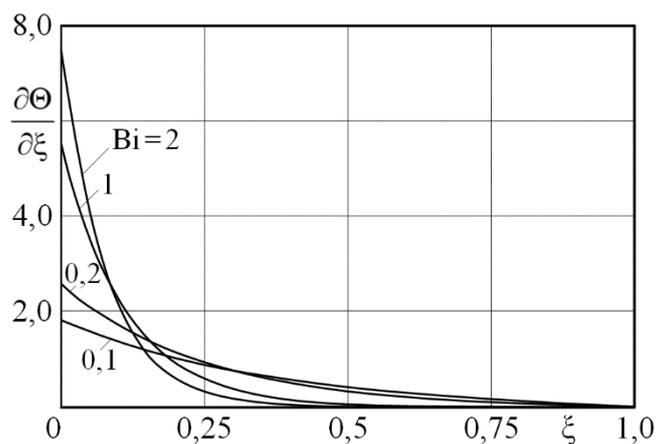


Рис.2. Отношение $\frac{\partial \Theta}{\partial \xi}$

Таким образом, дальнейшее увеличение длины стержня не приводит к увеличению теплового потока в направлении оси стержня, т.е. существует оптимальная длина стержня, при которой тепловая мощность стержня (шпира, ребра) будет максимальна.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках научного проекта МК–2614.2019.8.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Араманович И.Г, Левин В.И. Уравнения математической физики М.: Наука, 1969. 288 с.
 2. Калиткин Н.Н. Численные методы М.: Наука, 1978. 512 с.
- УДК 536. 2(075)

Е.С. Кошелев, М.С. Коростелев, С.С. Леонов

**РАСЧЁТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ
КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ
РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКОНОМИИ ТЕПЛОТЫ**

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»
Научный руководитель – д.ф. – м.н., профессор В.А.Кудинов*

Целью энергетического обследования является расчёт потерь теплоты через ограждающие конструкции (стены, окна, полы, потолки), а также оценка мощности установленных по факту отопительных приборов в каждом отдельном помещении здания. По результатам сравнения мощности отопительных приборов, найденной на основе расчётных потерь теплоты, с мощностью установленных приборов отопления выполняется корректировка их мощности. Рассмотрим последовательность расчёта потерь теплоты для административного здания, общая площадь ограждающих конструкций, которого составляет 9250 м^2 . Из них стены (с дверями) – 3157 м^2 ; окна – 863 м^2 ; полы – 2615 м^2 ; потолок – 2615 м^2 .

В расчетах были использованы следующие исходные данные, принятые согласно СНИП: $\alpha_1 = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ – коэффициент теплоотдачи внутри помещений; $\alpha_2 = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ – коэффициент теплоотдачи от стен здания в окружающую среду; $t_{\text{вн}} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$ – температура воздуха внутри помещений; $t_{\text{нар}} = -30 \text{ }^\circ\text{С}$ – температура наружного воздуха; $G_{\text{пвх}} = 1,7 \text{ кг}/(\text{м}^2 \text{ ч})$ – воздухопроницаемость пластиковых окон. Теплотери в помещениях корпуса находятся расчетным методом. Количество теплоты, поступающее в атмосферу через стены и крышу, определяются по формуле (1) для многослойной стенки

$$Q = \frac{F_c (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (1)$$

где F_c – площадь поверхности стенки (крыши); δ_i ($i = \overline{1, n}$) – толщины слоев стенки (крыши); λ_i – коэффициенты теплопроводности слоев стенки (крыши); n – число слоев.

Теплопотери через окна находились по следующей формуле:

$$Q = \frac{F(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})}{\frac{1}{\alpha_1} + R + \frac{1}{\alpha_2}} + Q_{\text{инф}}, \quad (2)$$

где $Q_{\text{инф}} = \frac{G F_0 (t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}}) C}{3600}$ – теплопотери, связанные с инфильтрацией холодного воздуха, $Вт$; C – теплоёмкость воздуха, $Дж/(кг \cdot K)$; G – воздухопроницаемость, $кг/(м^2 \cdot ч)$; F_0 – площадь поверхности окон, $м^2$.

Общие результаты расчетов тепловых потерь через ограждающие конструкции сведены в таблице.

Таблица

Ограждение	Площадь ограждения, $м^2$	$(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})$, $^{\circ}C$	Теплопотери Q , $кВт$	Теплопотери Q , $Гкал/ч$
Пол	2615	50	22,8	0,0138
Стены	3157	50	98,5	0,0598
Окна	863	50	98,2	0,0596
Потолок	2615	50	43,4	0,0263
Все ограждения	9250	50	263	0,1595

С.С. Леонов, Е.С. Кошелев, В.В. Паращенко, А.А. Бекшаев

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»
Научные руководители: д.ф. – м.н., профессор В.А.Кудинов, к.т.н.,
доцент Р.Ж. Габдушев*

В настоящей работе излагается приближённый аналитический метод определения толщины отложений в трубопроводах. Основную идею метода рассмотрим на примере решения задачи теплопроводности в следующей математической постановке (см. рисунок).

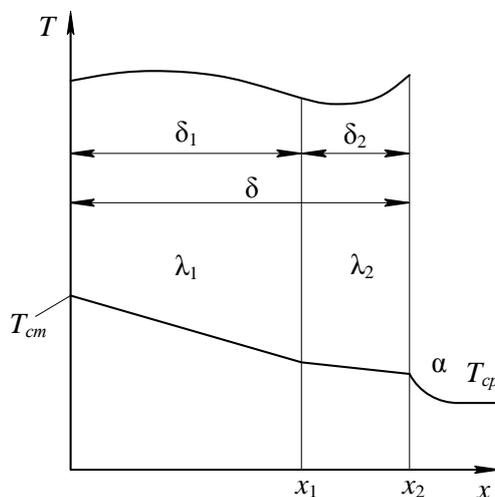


Схема теплообмена в двухслойной системе

$$\frac{d^2T(x)}{dx^2} = 0, \quad (i = 1, 2; \quad x_{i-1} \leq x \leq x_i; \quad x_0 = 0; \quad x_2 = \delta); \quad (1)$$

$$T_1(x_1) = T_{cr}; \quad (2)$$

$$\frac{dT_2(\delta)}{dx} - \frac{\alpha}{\lambda_2} [T_{cp} = T_2(\delta)] = 0; \quad (3)$$

$$T_1(x_1) = T_2(x_1); \quad (4)$$

$$\lambda_1 \frac{T_1(x_1)}{dx} = \lambda_2 \frac{T_2(x_1)}{dx}, \quad (5)$$

где T_1 – температура i – го слоя ($i=1, 2$); x – координата; $T_{\text{ст}}$ – температура поверхности отложений; α – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности стенки трубы; $T_{\text{ср}}$ – температура окружающей среды; λ_1 – коэффициент теплопроводности отложений; λ_2 – коэффициент теплопроводности стенки трубы; $\delta = \delta_1 + \delta_2$ – суммарная толщина двухслойной стенки; δ_1, δ_2 – толщины первого и второго слоя.

Точное аналитическое решение задачи (1) – (5) имеет вид

$$T_1(x) = T_{\text{ср}} + \Delta T \left(1 - \alpha x / \left(\lambda_1 \frac{\alpha \lambda_1 (\delta_1 + \delta_2)}{\lambda_2} \left(1 + \frac{x_1}{\delta_1 + \delta_2} \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right) \right) \right) \right); \quad (6)$$

$$T_2(x) = T_{\text{ср}} + \frac{\Delta T \left(\lambda_1 \frac{\alpha (\delta_1 + \delta_2)}{\lambda_2} \left(1 - \frac{x_1}{\delta_1 + \delta_2} \right) \right)}{1 + \frac{\alpha (\delta_1 + \delta_2)}{\lambda_2} \left(1 + \frac{x_1}{\delta_1 + \delta_2} \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right) \right)}, \quad \Delta T = T_{\text{ст}} - T_{\text{ср}}. \quad (7)$$

Используя соотношение (7), путём решения обратной задачи теплопроводности [1, 2], найдем толщину отложений δ_1 применительно к решению тестовой задачи. Допустим, что полученная из эксперимента температура на внешней поверхности стенки трубопровода $T_2(x_2) = 343 \text{ K}$. Исходные данные для решения задачи были следующие: $\lambda_1 = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $\lambda_2 = 45 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; $\delta_2 = 0,005 \text{ м}$; $T_{\text{ср}} = 273 \text{ K}$; $\alpha = 1,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Подставляя $T_2(x_2)$ в левую часть соотношения (7), положив $\delta = \delta_1 + \delta_2$, относительно неизвестной величины δ_1 получаем следующее уравнение

$$2,8(\delta_1 + 0,005)(45\delta_1 + 0,01) - 2,7(2\delta_1 + 0,01) = 0. \quad (8)$$

Из решения уравнения (8) находим $\delta_1 = 0,04 \text{ м}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена. М.: Машиностроение, 1988. 297 с.
2. Тёмкин А.Г. Обратные методы теплопроводности. М.: «Энергия», 1973. 464 с.

РОЛЬ ТАРИФА НА ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ В ЭКОНОМИКЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Теоретические основы теплотехники и гидромеханика»
Научный руководитель – к.э.н., доцент К.В. Трубицын*

Цель выполняемой работы заключается в определении влияния тарифа на тепловую энергию, устанавливаемого правительством Самарской области, на общую отгрузку продукции в регионе.

Для исследуемых процессов в качестве модели взята двухфакторная производственная функция (ПФ) с предельно агрегированными характеристиками типа Кобба-Дугласа с одним выходом – объемами общей отгрузки продукции Y , и с двумя входными воздействиями: тарифом на тепловую энергию X_1 и фондом оплаты труда в регионе X_2 . Структурно такая модель представлена на рис. 1.

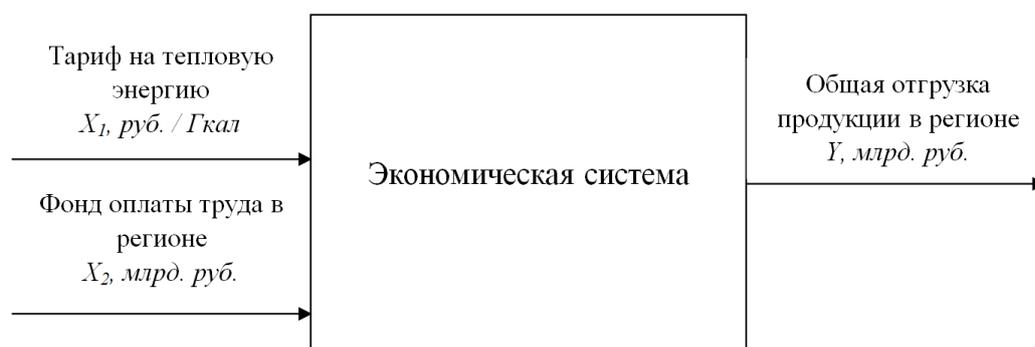


Рис. 1. Схема модели ПФ типа Кобба-Дугласа

Далее мною была построена модель в виде следующей ПФ:

$$Y(t) = M \cdot X_1(t)^{\alpha_1} \cdot X_2(t)^{\alpha_2}, \quad (1)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты эластичности, которые являются функциями логарифмической чувствительности величины общей отгрузки продукции к изменению среднего тарифа на тепловую энергию и фонда оплаты труда;

M – масштабный коэффициент.

Для нахождения параметров модели была проведена ее линеаризация. Далее, используя статистические данные по используемым факторам, методом наименьших квадратов была произведена идентификация параметров модели. В результате решения итоговая модель в виде ПФ типа Кобба-Дугласа имеет вид зависимости:

$$Y(t) = 14,01 \cdot X_1(t)^{0,75} \cdot X_2(t)^3, \quad (2)$$

Так как параметр α_1 характеризует эластичность тарифа на тепловую энергию, то, судя по финальной модели, его рост на 1% приведет к росту валового регионального продукта на 0,75%.

Сопоставление реальных данных по общей отгрузке продукции в регионе с модельными расчетами представлено на рис. 2.

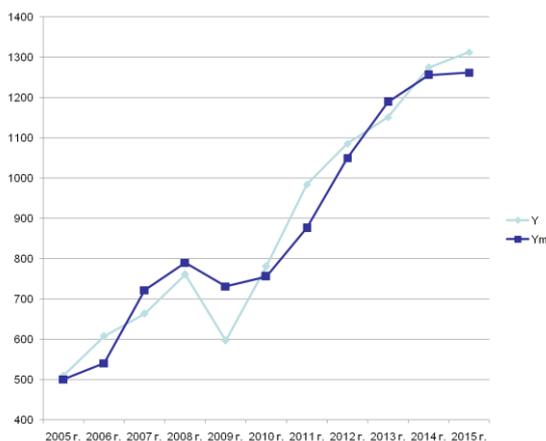


Рис. 2. Сопоставление расчётов и реальных данных

Анализ данных показал, что аппроксимативные свойства модели, определяемые коэффициентом детерминации R^2 , достаточно удовлетворительны для описания общей отгрузки продукции в регионе – 0,93. Значимость этого показателя подтверждается величиной критерия Фишера, равной 49,82. При этом значение критерия DW (Дарбина-Уотсона) должно быть в диапазоне (1,5÷2,5), чему соответствует значение коэффициента $DW = 1,9$ (автокорреляция отсутствует).

Подводя итоги, можно сказать, что модельный анализ показал положительное влияние роста тарифа на тепловую энергию на число отгружаемой продукции в регионе и, следовательно, на его валовый региональный продукт.

СЕКЦИЯ «ТАМОЖЕННОЕ ДЕЛО»



Н.И. Еремина

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА
В РАМКАХ ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ТАМОЖЕННОГО
КОНТРОЛЯ УПОЛНОМОЧЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ОПЕРАТОРОВ**

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических
и социотехнических комплексов»*

Научный руководитель – доцент Е.В. Чекушкин

Одним из вариантов упрощения деятельности, касающейся таможенных органов, является введение института уполномоченного экономического оператора (далее - УЭО). Деятельность УЭО, регламентирована несколькими правовыми актами, в том числе Киотской конвенцией и ТК ЕАЭС, и предполагает наличие упрощений при ведении внешнеэкономической деятельности.

Тем не менее, на практике это означает, что упрощение таможенных формальностей при перемещении товаров через таможенную границу и сокращение времени на проведение таможенных операций требуют адекватных мер по развитию таможенного контроля после выпуска товаров (далее - ТКПВТ).

Так, основным инструментом ТКПВТ является таможенная проверка, одним из неотъемлемых элементов которой, в свою очередь, является аналитическая работа, включающая в себя проверку соблюдения требований таможенного права ЕАЭС уполномоченным экономическим оператором.

В настоящее время в список УЭО, которые применяют специальные упрощения в регионе деятельности Самарской таможни входят 10 организаций.

Одним из критериев при выборе объекта ТКПВТ является оценка финансовой устойчивости организации, в том числе УЭО.

Приволжским таможенным управлением установлены рекомендации по оценке абсолютной и относительной финансовой устойчивости организации.

Смысл данного анализа заключается в расчете финансовых коэффициентов - показателей, рассчитанных на основе данных бухгалтерской (финансовой) отчетности, дающих возможность получить представление об отдельных характеристиках организации.

После расчета коэффициентов финансовой устойчивости, составлен рейтинг потенциальной опасности УЭО в регионе деятельности Самарской таможни с помощью DEA-анализа.

Таблица

	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	DEA-оценка (CCR-модель)
	Кср.л	Ктек.л	Кт.пл	Кабс.л	Кавт	Кф	Кфу	
СТРОЙФАРФОР	0,05	0,43	1,65	0,19	0,36	0,55	0,42	1
АВТОВАЗ	0,48	1,54	5,34	0,07	0,46	0,31	0,21	0,36
ТАРКЕТТ	0,31	0,9	1,89	0,33	0,57	1,33	0,72	1
ЭЛЕКТРОЩИТ	0,19	1,09	9,7	0,007	0,1	0,11	0,1	0,093
АКОМ	1,84	1,88	1,45	0,12	0,43	0,75	0,83	1
ЕВРОТЕХНИКА	0,1	0,65	3	0,35	0,64	1,77	0,67	1
НЕСТЛЕ	0,01	1,15	2,59	0,02	0,3	0,44	0,32	1
КУЙБЫШЕВАЗОТ	0,73	0,46	2,14	0,12	0,5	1,01	0,68	1
РОБЕРТ БОШ	1,72	2,17	1,24	0,63	0,84	5,27	0,84	1

Для последующего ранжирования предприятий, определенных как «эффективные», следует применять модель «Super-Efficiency» (суперэффективность).

Таким образом, основываясь на расчете финансовой устойчивости и составлении рейтинга предприятий с помощью DEA-анализа, возможно совершенствование аналитической работы таможенных органов, а именно выявление наиболее потенциально-опасных организаций, в последующем становящихся объектами ТКПВТ.

Л.Г. Гаспарян

**ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ВАЛЮТНОГО КОНТРОЛЯ
НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ТАМОЖНИ.
АНАЛИЗ ВЫЯВЛЯЕМЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЙ**

Теплоэнергетический факультет, кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов»

Научный руководитель – доцент В.В. Батаев

Валютный контроль операций, связанных с перемещением товаров через таможенную границу, заключается в проверке таможенными органами соблюдения сроков перечисления валютной выручки на счета в уполномоченные банки, подписавшие паспорта сделки по соответствующим внешнеторговым контрактам.

Цель работы заключается:

- в раскрытии основной проблематики валютного контроля;
- в изучении рисков совершения сомнительных валютных операций;
- в поиске предложений по их решению.

Основная проблема пресечения данного вида правонарушений заключается в том, что на момент проведения проверочных мероприятий фирмы-однодневки, фактически прекращают свою деятельность. Например, в качестве даты окончания контракта указывается 31 декабря, чтобы максимально отложить момент начала проверочных мероприятий со стороны таможенных и иных правоохранительных органов. При этом недобросовестные участники ВЭД, которые иногда такими и не являются, изначально не намерены перечислять валютную выручку на счета в уполномоченные банки. Это естественно затрудняет возможность привлечения к административной или уголовной ответственности виновных лиц, что в конечном итоге приводит к незаконному выводу валюты из страны.

По итогам рассмотрения 2018 году в Самарской таможне находилось на исполнении 77 постановлений на сумму 1 млрд. 696 млн. 433 тысяч рублей по делам об АП – исполнено 14 постановлений, взыскано штрафов на сумму 469 тыс. рублей. Эффективность исполнения постановлений по сумме взысканных штрафов составляет ничтожные 0,02% [1].

Сопоставление цифр, характеризующих объемы выявленных правонарушений и взысканных штрафных санкций, наглядно свидетельствуют о несовершенстве действующих норм, что позволяет практически безнаказанно выводить денежные средства из России [2].

Для решения этой проблемы необходимо внести изменения в ФЗ №173-ФЗ и иные подзаконные акты, а именно:

- значительно сократить сроки исполнения обязательств по репатриации денежных средств;
- отказывать в регистрации фирм учредителям, которые ранее допустили нарушения валютного законодательства;
- делегировать контролирующим органам полномочия по выбору сроков начала проверочных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях – Москва: Проспект, 2018. – 672 с.
2. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 №63-ФЗ (ред. от 01.04. 2019). [Электронный ресурс.] – Режим доступа: www.consultant.ru

**АНАЛИЗ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ
ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ**

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических
и социотехнических комплексов»*

Научный руководитель – к.э.н., доцент Ю.Н. Горбунова

В настоящее время основой российско-китайских торгово-экономических отношений является Договор о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве 2001 г., определивший их как «всеобъемлющее равноправное доверительное партнерство и стратегическое взаимодействие». С 2013 года Китай является основным торговым партнером России. В декабре 2018 года товарооборот между Китаем и Россией достиг 100 млрд. долларов [1].

Статистика товарной номенклатуры экспорта из РФ в КНР показывает преобладание в структуре экспорта минеральных продуктов. За 2017 год рост объемов экспорта обеспечен минеральным продуктам (на 45,6%). Что касается импорта в РФ из КНР, то здесь преобладают машины, оборудование и аппаратура. По итогам 2017 года поставки в Россию продукции китайских компаний возросли по всем группам товаров [1].

Для оценки сравнительных преимуществ России в торговле товарами из перспективных направлений, необходимо, как минимум, выполнить расчеты по индексу Балассы:

$$BI_{i,c,t} = \frac{X_{i,c,t}}{\sum_c X_{i,c,t}} / \frac{\sum_c X_{i,c,t}}{\sum_i \sum_c X_{i,c,t}}.$$

$X_{i,c,t}$ – объем экспорта товара i из страны c во все другие страны в году t ;

Если для некоей страны и некоего товара индекс Балассы превышает единицу, эта страна имеет сравнительное преимущество в торговле данным товаром на мировом рынке [2].

Из расчетов индекса Балассы получено, что Россия обладает сравнительным преимуществом в торговле Минеральным топливом, нефтью/нефтепродуктами (группа товаров по ТН ВЭД ЕАЭС 27), черными металлами, алюминием и изделиями из него (группа товаров по ТН ВЭД ЕАЭС 72). По указанным группам товаров Индекс Баласса, BI , на всем протяжении анализируемого периода (2002 – 2017 г.г.) имеет значение больше 1.

Также индекс Балассы по группе товаров по ТН ВЭД ЕАЭС 1-24 «Сельхозпродукция и продукты питания» показывает, что Россия обладает сравнительным преимуществом по этой группе товаров. Так в анализируемый период 2002 – 2017 г.г., индекс Балассы изменялся в диапазоне 2,69 – 8,12, следовательно, решение стратегической задачи наращивания экспорта сельскохозяйственной продукции в Китай целесообразно.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Внешняя торговля России в 2016-2018 гг. (по данным ФТС России) http://www.ved.gov.ru/monitoring/foreign_trade_statistics/countries_breakdown;
2. Ван Нана Стратегический выбор экономического сотрудничества между странами в условиях глобализации // Известия иркутской государственной экономической академии. 2005. №2, С. 255-260.

ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КООПЕРАЦИИ СТРАН ЕАЭС В ВОПРОСЕ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТА

Теплоэнергетический факультет, кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов»

Научный руководитель – декан ТЭФ, к.э.н., доцент К.В. Трубицын

По оценкам Евразийской экономической комиссии успешное выполнение интеграционных задач в рамках Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС) может обеспечить совокупный дополнительный прирост ВВП ЕАЭС к 2030 году на 210 млрд. долл. США в текущих ценах. Эффект от участия в ЕАЭС к 2030 году для ряда государств-членов оценивается экспертами ЕЭК до 13% дополнительного прироста ВВП. В связи с этим вопрос определения эффективности интеграционных процессов не теряет своей актуальности как с научной, так и с практической точки зрения.

Важнейшей методологической задачей для достижения прогнозируемых эффектов является оценка и прогноз товарооборота между государствами-членами ЕАЭС с помощью математических моделей.

Любая модель, описывающая международные торговые потоки, может быть сформулирована с различной степенью детализации. В работе использован фундаментальный закон физики – закон всемирного тяготения И. Ньютона – применительно к описанию потоков товаров и услуг между государствами-членами ЕАЭС.

Взяв этот закон за основу, голландский экономист Ян Тинберген, вместе с Р. Фришем создал и применил динамические модели к анализу экономических процессов.

Такая модель получила название гравитационной, где в качестве основной идеи выступает внешнеторговый оборот, находящийся в

прямой зависимости от экономического потенциала стран и в обратной – от расстояния между ними.

Гравитационная модель Я. Тинбергена имеет следующий вид:

$$y_{ij} = \frac{kx_i^\alpha x_j^\beta}{d_{ij}^\gamma}, \quad (1)$$

где k – свободный член уравнения (масштабный коэффициент);

y_{ij} – стоимостной объем экспорта из страны i в страну j ;

x_i, x_j – экономические размеры экспортера и импортера;

d_{ij} – издержки торговли между странами;

α, β и $\gamma > 0$.

В качестве меры экономического размера Я. Тинберген рассматривал валовый внутренний продукт (ВВП) страны, в качестве мер издержек торговли – расстояние между странами, фиктивные переменные наличия общей границы и членства в торговых союзах. Anderson и van Wincoop (2004) к детерминантам торговых издержек также относят: таможенные тарифы, транспортные издержки, географические переменные (островное государство, нет доступа к морю) и т.д.

Приняв, что в ЕАЭС отсутствуют таможенные границы между государствами-членами Союза и ввозные таможенные пошлины и полагая, что торговые преференции между государствами-членами Союза также отсутствуют, за значение параметра d_{ij} примем расстояние между столицами государств-членов ЕАЭС.

Далее нами были получены искомые гравитационные модели экспорта из России в государства-члены ЕАЭС: Армению, Беларусь, Казахстан и Киргизию. Экономическая интерпретация параметров моделей позволила заключить следующее: увеличение ВВП Российской Федерации на 1% приведет к росту экспорта товаров из России в Армению на 0,92%, в Беларусь – на 2,89%, в Казахстан – на 2,29% и в Киргизию – на 1,97%. Рост ВВП соответствующих государств-членов ЕАЭС на 1% приведет к увеличению экспорта из России: для Армении – на 5,47%, для Беларуси – на 0,53%, для Казахстана – на 1,02% и для Киргизии – на 1,86%.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗИМАНИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ, УПЛАЧИВАЕМЫХ ФИЗИЧЕСКИМИ ЛИЦАМИ, ПЕРЕСЕКАЮЩИМИ ТАМОЖЕННУЮ ГРАНИЦУ ЕАЭС

Теплоэнергетический факультет, кафедра «Управление и системный анализ теплоэнергетических и социотехнических комплексов»

Научный руководитель – декан ТЭФ, к.э.н., доцент К.В. Трубицын

Одним из важных вопросов статистического анализа таможенных платежей является совокупность влияющих на них факторов. В научной литературе существует множество классификаций факторов формирования таможенных платежей, включающих в себя только те обстоятельства, которые воздействуют на собираемость таможенных платежей во внешнеторговом обороте и никак не касаются перемещения товаров физическими лицами.

Рассмотрим наиболее часто используемую в имитационном, математическом моделировании процессов производственно-экономических систем двухфакторную производственную функцию (далее – ПФ) с предельно агрегированными характеристиками. Агрегирование характеристик широко применяется в практике построения моделей производственно-экономических систем, соответствует современным представлениям о методологии математического моделирования реальных процессов.

Для исследуемых процессов в качестве модели возьмём ПФ типа Кобба-Дугласа с одним выходом – величиной таможенных платежей, взимаемых с физических лиц, перемещающих товары через таможенную границу, и с двумя входными воздействиями – отношение стоимостного объема товаров, перевозимых физическими лицами через таможенную границу ЕАЭС, к их физическому объему (X_1) и число физических лиц, въезжающих на территорию России (X_2).

Построив модель и проведя необходимые математические операции, получаем следующие результаты:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= 1,395; \\ \alpha_2 &= 1,126; \\ M &= 8,39 \cdot 10^{-11}.\end{aligned}$$

Параметр α_1 характеризует эластичность отношения стоимостного объема товаров, перевозимых физическими лицами через таможенную границу ЕАЭС, к их физическому объему и, следовательно, его рост на 1% приводит к увеличению таможенных платежей на 1,395%. Число физических лиц, въезжающих на территорию России, характеризуется параметром α_2 , и его увеличение на 1% приводит к росту объёмов таможенных платежей (1,126%).

Выдерживая соотношение $\frac{x_2}{x_1} \approx 500$, государство может осуществлять свою таможенную политику таким образом, чтобы получать в федеральный бюджет максимально возможные таможенные платежи от физических лиц, перемещающих товары для личного пользования через таможенную границу ЕАЭС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дилигенский Н.В. Построение и идентификация математических моделей производственных систем: Учебное пособие / Н.В. Дилигенский, А.А. Гаврилова, М.В. Цапенко. – Самара: ООО «Офорт», 2005. – 126 с.
2. Аоки М. Оптимизация стохастических систем. – М.: Наука, 1971. – 424 с.
3. Ту Ю. Современная теория управления. – М.: Машиностроение, 1971. – 472 с.
4. Зоркальцев В.И. Метод наименьших квадратов: геометрические свойства, альтернативные подходы, приложения. – Новосибирск: ВО «Наука», 1995. – 220 с.
5. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. – М.: Наука, 1984. – 392 с.

СЕКЦИЯ «КОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНЖИНИРИНГ»



М.И. Гнутикова

CFD МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ МЕТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LES МОДЕЛИ

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко*

Реакция горения метана применяется как в быту, так и в различных отраслях промышленности. Проведение эксперимента такой реакции трудоёмкий и достаточно опасный процесс, поэтому на начальном этапе лучше отдать предпочтение численному моделированию данного процесса с помощью вычислительной гидрогазодинамики (CFD).

Целью работы является проведение компьютерного моделирования горения метановоздушной смеси в программном продукте ANSYSFluent.

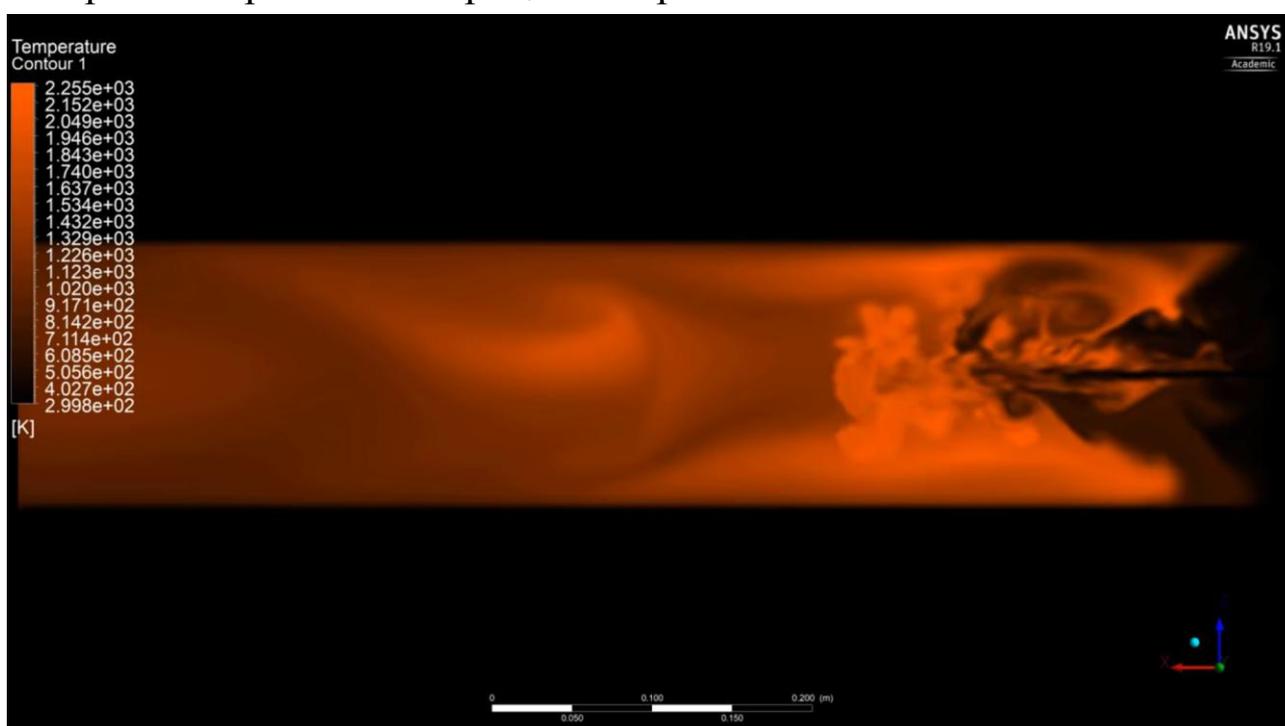
На начальном этапе создана трёхмерная модель геометрии, которая состоит из трёх частей: внешняя и внутренняя камера сгорания, а также входное сопло, через которое подаётся метан. Повышение точности решения задачи осуществляется за счет адаптации сетки во встроенном в ANSYS модуле Meshing, применена функция Sizing во внутренней части камеры сгорания и в области входного сопла. Общее количество элементов сетки: 374163. Задача решается в нестационарном виде (transient), подключено уравнение энергии, а также в качестве модели турбулентности выбран метод крупных вихрей (LargeEddySimulation) во вкладке Setup [2]. Начальная скорость воздуха составляет 0,3 м/с, скорость метана 65 м/с. Температура воздуха и метана 300 К.

Идея LES метода заключается в том, что большие масштабы турбулентности рассчитываются явно, а эффекты более мелких вих-

рей моделируются с использованием правил подсеточного замыкания [1].

При моделировании горения метана использовалась следующая химическая реакция (SpeciesTransport – methane-air):
 $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

На рисунке показаны результаты моделирования горения метановоздушной смеси. Контур температуры показывает явное образование турбулентных вихрей при движении топливно-воздушной смеси, что говорит об адекватности построенной модели, а также о достоверности протекания процесса горения.



Контур изменения температуры внутри камеры сгорания
(LES модель горения метана)

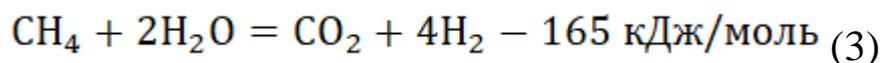
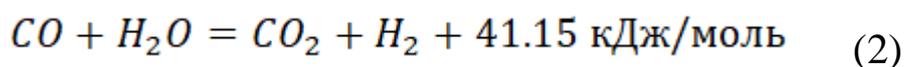
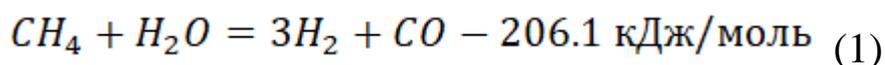
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Секундов А.Н., Чепрасов С.А., Якубовский К.Я. Сопоставление результатов моделирования полей CO на фронте пламени методами RANS и LES // Теплофизика высоких температур. 2015. №5 (53). – с. 747-751.
2. Ansys Fluent theory guide // ANSYS Inc., USA. – 2011.

И.Д. Карпилов**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ
ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ КОЛИЧЕСТВА КАТАЛИЗАТОРА**

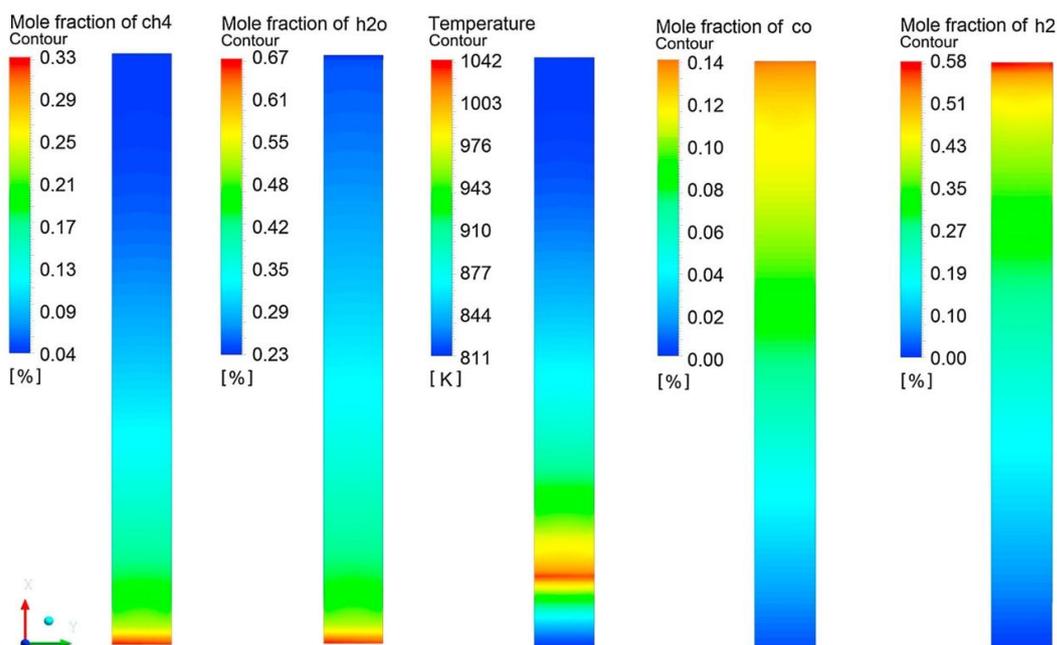
*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко*

Одним из перспективных направлений повышения энергетической эффективности является термохимическая регенерация теплоты отходящих дымовых газов. Сущность такого процесса заключается в трансформации физической тепловой энергии продуктов сгорания в химическую энергию исходного топлива. Перспективным вариантом реализации термохимической регенерации теплоты при высокой температуре отходящих дымовых газов является использование паровой конверсии метана, которая в основном состоит из трех эндотермических реакций, протекающих одновременно:



Расчет проводился в программном продукте ANSYS Fluent. Граничные условия для входа задавались в виде mass-flow inlet с массовой долей водяного пара и водорода соответственно 0,67 и 0,33. Величина расхода смеси была определена исходя из массы катализатора в трубке и изменялась в диапазоне от 0,00025 до 0,00125 кг/с. Температура смеси на входе равнялась 700К, а температура предварительно нагретых частиц катализатора варьировалась в диапазоне от 900 до 1300К.

На рисунке представлен контур разреза катализатора вдоль оси, на котором изображено распределение концентрации веществ, участвующих в реакции. Концентрация метана и водяного пара постепенно снижается по ходу движения внутри катализатора в результате прохождения химической реакции. Концентрация продуктов реакции наоборот значительно возрастает, причем водород образуется гораздо интенсивнее, чем монооксид углерода.



Контур мольного распределения веществ и температуры в регенераторе

При температуре нагрева катализатора ниже 1200К увеличение количества каталитической вставки оправдано тем, что на последующих ступенях образуется большее количество водорода и возрастает степень конверсии метана. При температуре 1200 К графики имеют практически линейный характер, однако при дальнейшем увеличении температуры нагрева вставки на первых слоях катализатора наблюдается более интенсивное образование водорода и конверсия метана, чем на последующих. Это говорит о том, что выше 1200 К эффективность каждой последующей вставки снижается.

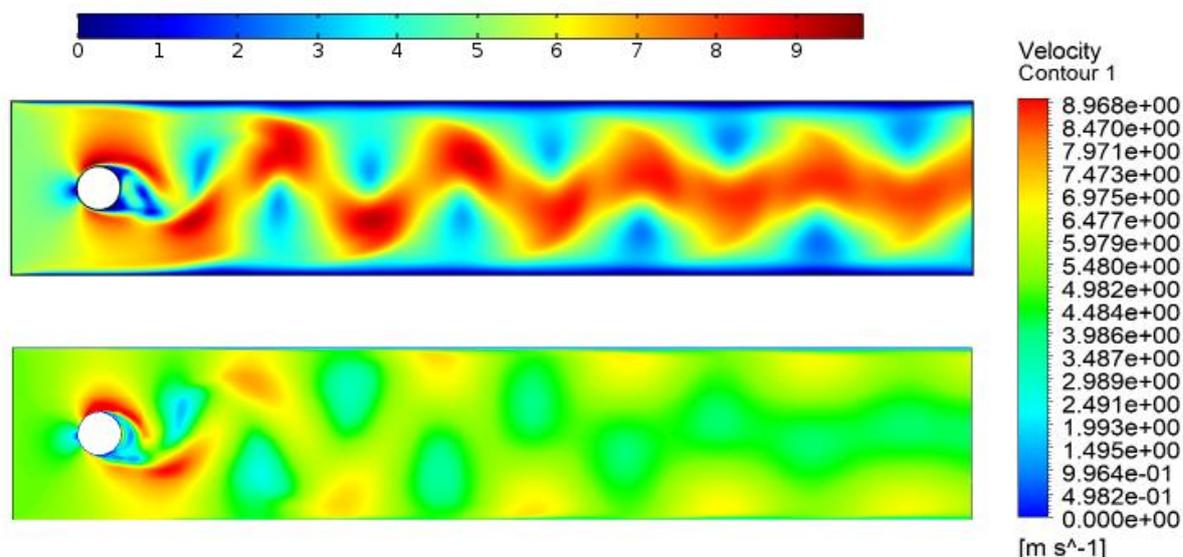
**СРАВНЕНИЕ ANSYS FLUENTI COMSOL MULTIPHYSICS НА
ПРИМЕРЕ CFD МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОРОЖКИ КАРМАНА**

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко*

Исследование аэродинамических характеристик ошипованных поверхностей нагрева является неотъемлемой задачей по исследованию эффективности их использования в составе энергетических установок. В последнее десятилетие все более широкое применение стали получать компьютерные модели реальных процессов, построенные на принципах вычислительной гидродинамики, т.н. CFD-моделирование (computational fluid dynamics). Реализация этих компьютерных моделей возможна в различных программных продуктах: ANSYS, COMSOL Multiphysics, OpenFOAM и др. Однако в научном сообществе нет полного согласия относительно того, какую программу лучше использовать при решении той или иной задач. В настоящем исследовании сравнивается моделирование аэродинамических характеристик ошипованных поверхностей в программных продуктах ANSYS Fluent и ComsolMultiphysics.

Расчетная геометрия задавалась в 2D в виде цилиндрического шипа, расположенного перпендикулярно набегающему потоку. Расчетная область была задана в виде сетки, состоящей из 228322 треугольных элементов с пограничным слоем вблизи цилиндра и верхней и нижней границы области. Сетка в Comsol генерировалась автоматически, а в Ansys было необходимо использовать процедуры sizing и inflation, которые задают размер ячеек и пограничный слой соответственно.

Граничные условия задавались на входе, который задан на рисунке левой границей расчетной области. Скорость потока воздуха на входе составляла 4 м/с, турбулентность была задана с помощью модели k-ε, давление в области атмосферное, на выходе применялась процедура pressure outlet. Если в Ansys скорость задается просто вводом входного значения, то в Comsol необходимо задать функцию скорости.



Сравнение контуров скоростей потока в Ansys (снизу) и Comsol (сверху)

Задача решалась в нестационарном режиме за 3500 итераций для формирования потока в течение 3 секунд. В Ansys на решение ушло 7 минут, а в Comsol 5 минут, что говорит о более оптимальном алгоритме решения.

Сравнение полученных контуров скорости в Comsol и Ansys представлено на рисунке 1. Оба контура имеют одинаковое расположение зон повышенной и пониженной скорости, значения скорости отличаются также довольно незначительно. В обоих случаях наблюдается дорожка Кармана, что указывает на физичность полученных результатов. Однако пограничный слой в Comsol влияет на поток несколько больше, чем в Ansys.

В итоге Comsol имеет ряд преимуществ перед Ansys, среди которых также является расположение всех модулей программы в одном окне.

А.Д. Москвитина, Р.М. Мустафин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СОЛНЕЧНОГО ПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВОЗДУХА

*Теплоэнергетический факультет,
кафедра «Промышленная теплоэнергетика»
Научный руководитель – к.т.н. Д.И. Пащенко*

Развитие малой энергетики предоставляет возможность децентрализации энергосистемы и автономности. Использование возобновляемых источников открывает новые цели в разработке технологий. Например, внедрение солнечного подогревателя воздуха. Сущность солнечного подогревателя заключается в нагреве проходящего через него теплоносителя (в данном случае воздуха) за счёт солнечного излучения. Подача воздуха осуществляется вентиляторами с заданной скоростью. В данной работе в конструкцию подогревателя было заложено поступление воздуха из помещения в помещение. Подогреватель не занимает больших территорий, поскольку устанавливается непосредственно на стену. Методикой исследования является численное моделирование процессов истечения газов и теплообмена в программном продукте ANSYS Fluent. Расчёт производился для города Самара 19.02.2019 года при безоблачной погоде.

Для расчёта эффективности теплообменника использовалась следующая формула:

$$\eta = Z_{\text{тепло}} - Z_{\text{электро}} \quad (1)$$

В выражении (1) величина $Z_{\text{тепло}}$ представляет собой затраты на отопление, которые можно сэкономить при использовании СПВ, $Z_{\text{электро}}$ являются затратами на электроэнергию, используемую для работы вентиляторов. $Z_{\text{тепло}}$ и $Z_{\text{электро}}$ определяются соответствующими выражениями (2) и (3).

$$Z_{\text{тепло}} = C_p G_v \Delta T \cdot \text{Тариф}_{\text{тепло}} \quad (2)$$

где C_p – массовая теплоёмкость, кДж/(кг·К), G_v – массовый расход воздуха, кг/с, ΔT – изменение температуры на входе и выходе из воздухоподогревателя, К, $\text{Тариф}_{\text{тепло}}$ – стоимость одной Гкал, принятая за 1633.20 рублей.

$$Z_{\text{электро}} = N \cdot \text{Тариф}_{\text{электро}} = \frac{G_v \Delta p}{\eta_{\text{вентилятора}}} \text{Тариф}_{\text{электро}} \quad (3)$$

N – мощность вентилятора, кВт, G_v – объёмный расход воздуха, м³/с, Δp – перепад давлений на входе и выходе из СПВ, Па, $\eta_{\text{вентилятора}}$ – КПД вентилятора, равный 0,8 по технической документации, $\text{Тариф}_{\text{электро}}$ – тариф на электроэнергию, равный 4 рубля/кВт.

Было проведено исследование СПВ с плоской поверхностью нагрева на экономически оптимальную скорость подачи воздуха.

Воздух подавался на вход в СПВ в диапазоне от 0,25 до 3 м/с. Максимальная скорость подачи воздуха обусловлена максимальной скоростью выбранного вентилятора. В результате был построен график зависимости экономии от скорости (см. рисунок). По

нему была выбрана средняя для всего дня оптимальная скорость, равная 1,63 м/с. По графику максимальная эффективность с 10 по 14 часов, а в 18:00 при скорости больше 2,75 наблюдается убыточная работа СПВ. Если заменить электроэнергию сети на солнечную панель, стоимость капитальных затрат значительно вырастет, однако появится автономность. Это позволит размещать СПВ как дополнительный источник тепла в местах, удалённых от центрального отопления.

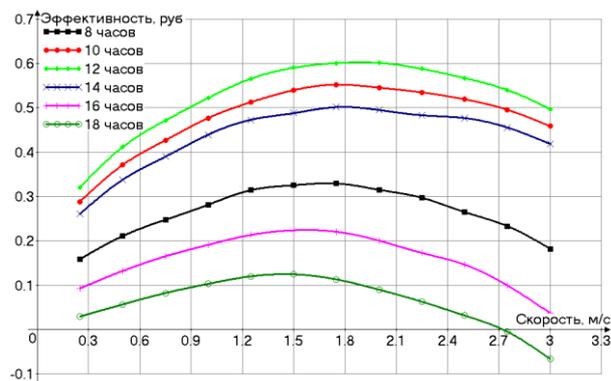


График эффективности подогревателя в различное время в зависимости от скорости

П.С. Щеголькова, А.В. Коробко, А.Ю. Погиблова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ МЕТОДОМ
КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА**

*Теплоэнергетический факультет, кафедра «Механика»
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Лукьянова*

Передача нагрузки в зубчатой передаче происходит в результате соприкосновения боковых профилей сопряженных зубьев. Под действием сил давления зубья находятся в сложнапряженном состоянии. При этом нагружается и поверхность зубьев (линейный контакт), и весь объем зуба. Поэтому работоспособность передачи оценивается контактной прочностью боковой поверхности зубьев и объемной прочностью зуба при сложном нагружении.

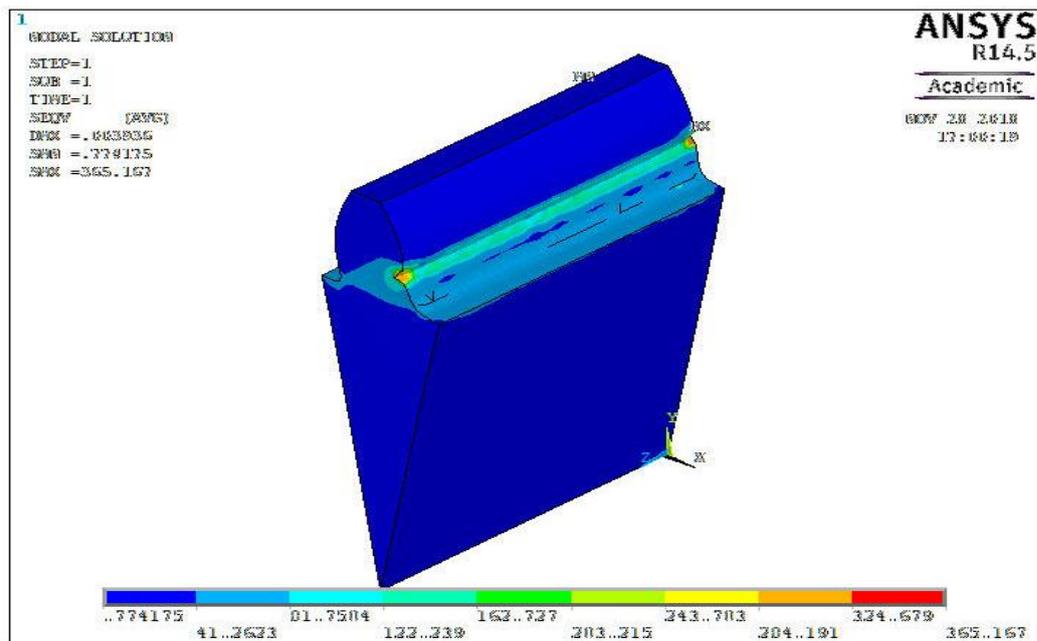
Слабым элементом зубчатой передачи является зуб шестерни. Поэтому в работе представлено моделирование зуба шестерни с использованием программы инженерного анализа Ansys [1]. С помощью метода конечного элемента определены напряжения и деформации зуба шестерни редуктора [2].

Модели шестерни заданы свойства стали 45 с упругими линейными изотропными свойствами. Материал характеризуется модулем упругости $2 \cdot 10^5$ МПа и коэффициентом Пуассона - 0,3. Для создания конечно-элементной модели использован объемный элемент SOLID185. Размер элемента задан 0,5 мм.

Вектор результирующей нагрузки направлен перпендикулярно площадке контакта. Рассмотрен максимально опасный момент – контакт зубьев в полюсной точке. Результирующая сила представлена двумя проекциями: окружная сила (F_t) 10000 Н и радиальная сила (F_r) 3640 Н.

Получены следующие результаты решения статической задачи: в зоне контакта зубьев максимальная величина эквивалентных напряжений составила 365 МПа (см. рисунок), виден краевой эффект – смещение максимума напряжений к боковой грани. Максимальные напряжения сравниваем с допускаемыми значениями:

$$\sigma_H \leq [\sigma]_H$$



Картина изолиний эквивалентных напряжений зуба шестерни

Таким образом, максимальное значение напряжения $\sigma_H = 365 \text{ МПа}$ меньше допускаемого значения $[\sigma]_H = 515 \text{ МПа}$. Прочность цилиндрической передачи достаточная и проверена методом конечных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ANSYS Help.
2. Лукьянова А.Н. Моделирование контактного взаимодействия деталей: учеб. пособие / А.Н. Лукьянова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2012. – 87с.: ил.

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»



**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ И
СРЕДСТВ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ
ГЕНЕРАЦИЕЙ**

Электротехнический факультет, кафедра «Автоматизированные электроэнергетические системы»

Научные руководители – к.т.н., доцент Е.М. Шишков,

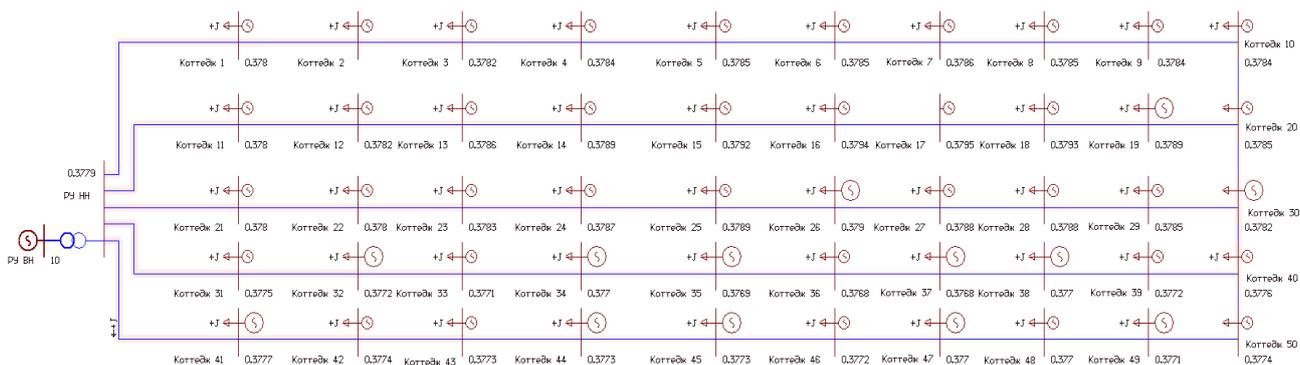
к.т.н., доцент Д.Н. Дадонов

Решение задач, стоящих перед современной электроэнергетикой, требует применения инновационных технологических решений. Одним из средств решения задач управления режимами электроэнергетических систем и организации систем учёта электроэнергии для систем, характеризующихся большим числом взаимодействующих между собой агентов – участников локального рынка электроэнергии, является технология распределённого реестра.

В настоящей работе предложен подход к построению системы коммерческого учёта электроэнергии для микрогрида, основанный на технологиях распределённого реестра и умных контрактов, реализуемых посредством системы автоматизированного управления режимом. Целью работы является научное обоснование и формирование подходов к практической реализации систем автоматизированного управления режимами микрогрида на основе технологий распределённого реестра. Управление режимом осуществляется в целях поддержания необходимого уровня надёжности электроснабжения, показателей качества электроэнергии и минимизации резервов мощности микрогрида при использовании рыночных подходов. Предлагаемая система предполагает объединение некоторого количества узлов нагрузки (квартир, коттеджей) в небольшую локальную энергосистему.

Каждый узел нагрузки – участник внутреннего рынка электроэнергии. Объединение позволяет участникам обмениваться между собой электроэнергией. Если у участника избыток электроэнергии – то он продает её в локальную сеть за виртуальную внутреннюю валюту, если недостаток – то, в зависимости от общей ситуации локальной энергосистеме, покупает её либо из резервного источника за реальную валюту, либо также из локальной сети за виртуальную внутреннюю валюту. В качестве примера рассматривается возможность автономного электроснабжения части коттеджного поселка «Экодолье», включающей в себя 50 частных домов с газовыми плитами.

На рисунке ниже представлена схема сети с отображенным градиентом токовой загрузки ветвей для нормального режима при потреблении из собственных источников энергии.



Был произведен расчет режима N-1. В данном расчете производилось отключение наиболее загруженной ветви «РУ НН – Коттедж 31». В результате максимальная токовая нагрузка ветви составила 9,33%. При этом наибольшее отклонение напряжения в узле нагрузки оказалось равным -1,9%. Суммарные потери активной мощности составили 0,15449 кВт.

Результаты проведенных расчетов параметров режима при потреблении из собственных источников энергии показали, следующее:

- Значения установившегося отклонения напряжения (положительные и отрицательные) не превышают допустимых значений (+/- 10 %);
- Загрузка ветвей по току не превышает длительно-допустимых значений.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ В СОВРЕМЕННЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ**

*Электротехнический факультет, кафедра
«Автоматизированные электроэнергетические системы»
Научные руководители – профессор, д.т.н. В.Г. Гольдштейн,
ассистент Казанцев А.А.*

В современных условиях потери электроэнергии и мощности можно существенно снизить применением в конструкциях силовых трансформаторов (СТ) следующих инновационных решений: использование эффекта сверхпроводимости низко- и высокотемпературной для кардинального уменьшения потерь в обмотках СТ, внедрение новых эффективных способов формирования основного магнитного потока с помощью аморфных ферромагнитных материалов для значительного снижения потерь холостого хода и применение комбинированных конструкций, сочетающих в себе применение аморфных ферромагнитных материалов для производства магнитопровода, и материалы обладающие высокотемпературной сверхпроводимостью для изготовления обмоток силовых трансформаторов.

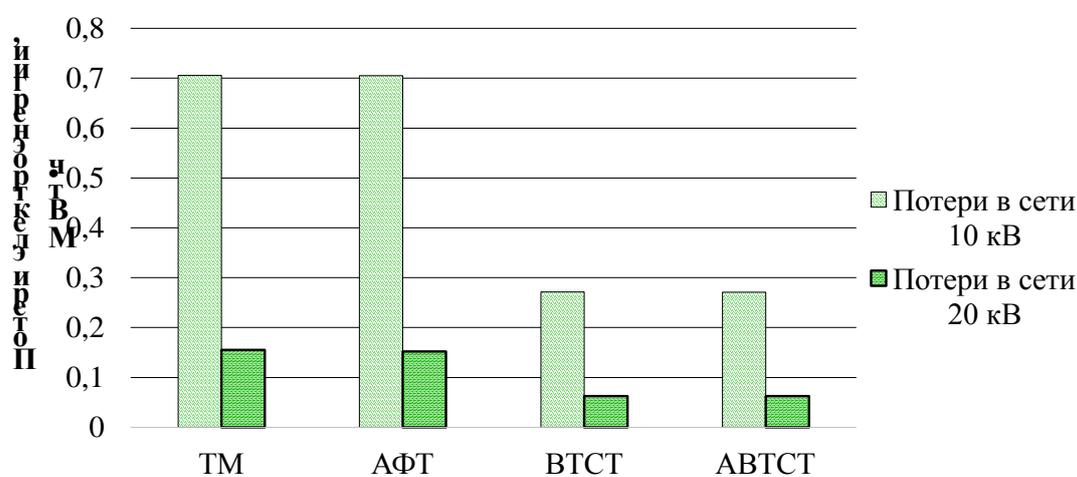
Силовой трансформатор является наиболее ответственной и дорогостоящей электроустановкой, а применение новых материалов увеличивает его стоимость. Поэтому необходимо, чтобы этот элемент сети функционировал с высокой надёжностью и стабильностью.

Целью настоящей работы является решение задачи проектирования и моделирования перспективных систем электроснабжения, содержащих АФТ, ВТСТ и АВТСТ трансформаторы.

Для фрагмента сети ГПП-1 г. Тольятти на напряжение 10 и 20 кВ была смоделирована замена традиционных ТМ на всех трансформаторных подстанциях с учетом реальных нагрузок на АФТ, ВТСТ и АВТСТ. Расчеты потерь электроэнергии и мощности были выполнены в программном комплексе RastrWin3.

Была оценена эффективность применения АФТ, ВТСТ и АВТСТ по сравнению с ТМ путем определения суммарных потерь в линиях электропередачи и в трансформаторах схемы сети ГПП-1 г. Тольятти.

Графически результаты расчетов представлены на рисунке:



Из результатов проведенных экспериментов стало видно, что энергоэффективность инновационных трансформаторов значительно выше, чем энергоэффективность трансформаторов с традиционным исполнением магнитопровода. Также можно отметить, что удельные потери в сети 20 кВ ниже, чем в сети 10 кВ при использовании каждого из видов трансформаторов.

Таким образом, делаем вывод, что введение в эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов с магнитопроводами из аморфных сплавов, высокотемпературных сверхпроводниковых трансформаторов и их комбинированной конструкции является одним из наиболее перспективных путей снижения технических потерь энергосистем.

К ОЦЕНКЕ РАСЧЕТНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ, ПИТАЮЩИХ КРАНЫ РЕЧНЫХ ПОРТОВ

*Электротехнический факультет,
кафедра «Автоматизированные электроэнергетические системы»
Научные руководители: к.ф.м.н, доцент Н.Д. Голубева, д.т.н. про-
фессор В.П. Степанов*

Актуальность работы определяется тем, что расчетные потери электроэнергии (ЭЭ) не могут быть измерены и определяются только расчетным путем. На практике оценка расчетных потерь ЭЭ производится по ступенчатым графикам электрической нагрузки (ГЭН). Поэтому потери активной ЭЭ ΔW_{a1} определяются по известному выражению:

$$\Delta W_{a1} = 3I_c^2 K_{\phi}^2 RT_p \quad (1)$$

Исходные ГЭН представляют собой случайный процесс и отличаются от ступенчатого ГЭН неравномерностью (K_{ϕ}), которая не учитывается в (1). Из теории электрических нагрузок известно, что коэффициент формы исходного графика определяется по следующему выражению:

$$K_{\phi}^2 = 1 + \frac{DI}{I_c^2} \quad (2)$$

Отличительной особенностью ГЭН кранов речных портов от ГЭН общепромышленных электроприемников является вид и параметры корреляционной функции (КФ), а также неравномерность графиков K_{ϕ} [1]. Графики кранов речных портов с грузоподъемностью от 3 до 16 тонн и единичной номинальной мощности от 30 до 200 кВт описывается КФ следующего вида [1]:

$$K(\tau) = DIe^{-\alpha|\tau|} \left(\cos \omega_0 \tau - \frac{1}{k_{\omega}} \sin \omega_0 \tau \right), \quad (3)$$

с постоянной времени корреляции T_k :

$$T_k = 2e^{\frac{-\pi}{2k_\omega}} e^{\frac{1}{k_\omega} \arccos \frac{k_\omega}{\sqrt{1+k_\omega^2}}} \times (\alpha \sqrt{1+k_\omega^2} \left[1 - e^{\frac{-\pi}{k_\omega}} \right])^{-1} \quad (4)$$

Дисперсии исходного DI и ступенчатого DI_θ ГЭН связаны между собой известным выражением:

$$DI_\theta = \frac{2DI}{m^2(1+k_\omega^2)} (1 - e^{-m} \cos(k_\omega m) - \frac{1}{k_\omega} e^{-m} \sin(k_\omega m)) \quad (5)$$

Подставив (5) в (2), получаем K_Φ исходного ГЭН:

$$K_\Phi^2 = 1 + m^2 (K_{\Phi\theta}^2 - 1) (1 + k_\omega^2) \times \left(2 \left[1 - e^{-m} \cos(k_\omega m) - \frac{1}{k_\omega} e^{-m} \sin(k_\omega m) \right] \right)^{-1} \quad (6)$$

Экспериментальные исследования по параметрам КФ и результаты расчета по (6) приведены в таблице.

Таблица

Исходные данные по параметрам КФ				Показатели ГЭН	
				Исходные $K_{\Phi\theta}$	Расчетные K_Φ
1	2	3	4	5	6
$\alpha,$ c^{-1}	$\acute{\omega},$ c^{-1}	$k_\omega,$ отн.ед.	$T_k,$ мин	отн. ед.	отн. ед.
0,023÷0,026	0,083	3,2÷3,6	33÷78	1,15÷1,2	1,21÷1,63

В таблице показаны результаты расчета неравномерности K_Φ по выражению (6). Из неё видно, что учёт неравномерности на ступеньках ГЭН приводит к увеличению K_Φ и, следовательно, к дополнительно увеличению расчетных потерь электрической энергии $\Delta W_{a1\text{доп}}$.

Расчеты свидетельствуют, что дополнительные потери электроэнергии в электрических сетях, питающих краны речных портов, находятся в диапазоне от 10% до 46 % при работе с “навалочным грузом”.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шошмин Б.А. Исследование особенностей электрических нагрузок и разработка методов их расчета для порталных кранов речных портов: Автореф. дис. на соиск. канд. техн. наук /Ленинградский институт речного и морского транспорта. Л., 1974. — 24 с.

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА РАСХОДА
КОММУТАЦИОННОГО РЕСУРСА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 6-1150 КВ**

*Электротехнический факультет,
кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Проценко*

В статье представлена Автоматизированная система расчета коммутационного ресурса высоковольтных выключателей. Назначение системы – определение расхода коммутационного ресурса высоковольтных выключателей. Определение остаточного коммутационного ресурса позволяет определить момент вывода выключателя в ремонт и тем самым предотвратить возможные аварии электрической сети. Основной характеристикой коммутационного ресурса является количество отключений токов к.з., так как для большинства выключателей именно при отключениях происходит основной износ элементов дугогасительного устройства. Коммутационный ресурс определяется как количеством отключений, так и количеством включений. Расчет коммутационного ресурса проводится часто, поэтому для уменьшения трудоемкости и вероятности ошибок была разработана данная программа. Были разработаны 2 различные методики расчета расхода ресурса: определение расхода коммутационного ресурса при известных значениях токов к.з.; прогнозирование остаточного коммутационного ресурса при отсутствии возможности регистрации токов к.з. При использовании первого метода необходимо рассчитать расход коммутационного ресурса и сравнить его с расходом, при котором выключатель должен быть выведен в ремонт.

Пример 1. Выключатель на линии с током 40 кА, отключил следующие к.з.: ток 40 кА - 2 раза; 32 кА - 2 раза; 20 кА - 3 раза; 15 кА -

2 раза; 10 кА - 4 раза. Расход коммутационного ресурса рассчитывается по выражению

$$R_k = \sum \frac{1}{n_{0I}} = \frac{2}{7} + \frac{2}{9} + \frac{3}{19} + \frac{2}{22} + \frac{4}{35} = 0.867 \quad (1)$$

Расход, при котором выключатель должен быть выведен в ремонт: $1 - 1/n_{0\text{мин}} = 1/n_{040} = 1 - 0.143 = 0.857$

Следовательно, после выполненного количества отключений выключатель должен быть выведен в ремонт ($0,867 > 0,857$).

Пример 2. Выключатель с током к.з. в начале линии 30 кА и в конце 10 кА. Определим, после скольких к.з. его надо ремонтировать.

По выражению $f(I) = I_n * I_k / I^2 * (I_n - I_k)$ строим кривую плотности распределения вероятности токов к.з. (на рис. 1). Строим обратную зависимость допустимого количества отключений от тока $\rho(I)$. По рис. 1 строим кривые $\rho(I)f(I)$ и $\rho^2(I)f(I)$ (рис. 2). Найдем σ по выражению и определим значение $m = 0,0604$ по рис.2, $\theta = 0,0045$

$$\sigma = \sqrt{\theta - m^2} = \sqrt{0.0045 - 0.0604^2} = 0.03 \quad (2)$$

Допустимое количество отключений определяется выражением (3).

$$n = \left(-\frac{1.3\sigma}{2m} + \sqrt{\left(\frac{1.3\sigma}{2m}\right)^2 + \frac{1}{m}} \right)^2 = 14.4 \quad (3)$$

Округляя до целого числа, принимаем допустимое количество отключений полюса - 14.

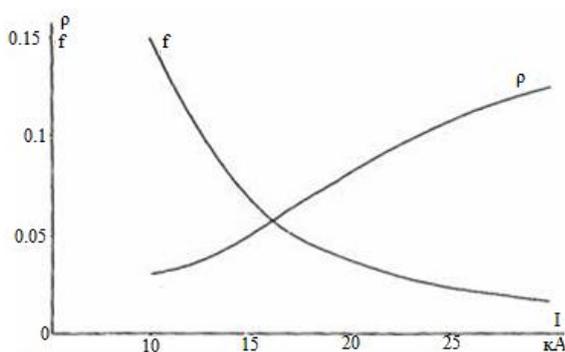


Рис. 1. Кривые зависимостей плотности распределения вероятности $f(r)$ и расхода коммутационного ресурса ρ от тока ($I_n = 30$ кА, $I_k = 10$ кА)

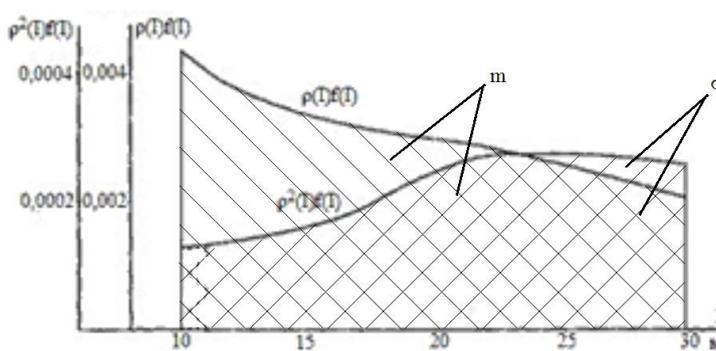


Рис. 2. Кривые зависимостей $pf(I)$ и $p^2f(I)$ для выключателей

СЕКЦИЯ «ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»



Д.И. Бурыцков

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕГУЛИРОВАНИЯ
ЧАСТОТЫ ЭКСТРОПОЛЯТОРА НУЛЕВОГО ПОРЯДКА
В ЦИФРОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**

*Электротехнический факультет,
кафедра «Электропривод и промышленная автоматика»
Научный руководитель профессор Лысов В.Е.*

Целью настоящей работы является исследование влияния дискретности экстраполятора нулевого порядка в структуре позиционно – следящего электропривода на динамические показатели качества управления. Основой исследования является теорема Котельникова-Шеннона [1].

Реальные динамические звенья и САУ в целом имеют бесконечный спектр, что в свою очередь приводит к наложению высокочастотных компонент спектра на низкочастотные, за счет чего всегда будет возникать искажение в цифровой системе относительно аналогового прототипа. В этой связи, требуется определить значение частоты квантования экстраполятора в структуре позиционно – следящей системы в зависимости от технологических требований к точности перемещения инструмента в рабочем пространстве станка.

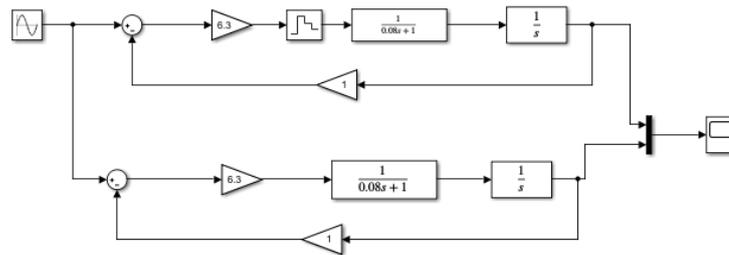
Величина сигнала задания ($\omega_{зд}$), определяется отношением линейной скорости резания V_p и радиусом закругления обрабатываемой поверхности $R_{зак}$. Поэтому при широкой гамме скорости резания и радиусов закругления обрабатываемых деталей, частота квантования также должна изменяться, в зависимости от параметров системы.

В работе устанавливается зависимость между погрешностью системы, её параметрами и частотой квантования. Для позиционно – следящей системы и её контура положения, настроенного на технический оптимум [1], тогда полная частота квантования определяется формулой:

$$\omega_0 = \sqrt[4]{\frac{1 - \Delta A_{зд}^2(\omega)}{T^4 \cdot \Delta A_{зд}^2(\omega)}} + \omega_c, \quad (1)$$

Где T - постоянная времени передаточной функции замкнутого контура положения; $\Delta A_{зд}(\omega)$ – заданная ошибка, ω_c - полоса пропускания линейной части САУ.

Полученные результаты подтверждаются путем моделирования в программной среде MatLab/Simulink, так на рисунке представлена сравнительная модель цифровой и аналоговой системы.



Сравнительная модель цифровой и аналоговой системы

На данной модели, представлена передаточная функция линейной части системы:

$$W(p) = \frac{1}{8T_{тп}p+1} \cdot \frac{1}{K_{осс}} = \frac{6,3}{p(0,08p+1)}, \quad (2)$$

Где $T_{тп}$ – постоянная времени тиристорного преобразователя; $K_{осс}$ – коэффициент усиления обратной связи по скорости, экстраполятор в виде Zero-OrderHold.

При $R=2500\text{мкм}$ – радиус резания; $\Delta A=2,5\text{мкм}$ - ошибка; $V=8333\text{мкм/с}$ – скорость резания.

Согласно формулы полной частоты квантования экстраполятора и заданной погрешности 0,1%, получены следующие данные: $\omega_0 = 296$ [рад/с] – полная частота квантования; $T_0 = 0,021$ [с] – период квантования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лысов В.Е. «Теория автоматического управления» М., «Машиностроение» 2010г. - 500с.
2. Черных И.В. «Моделирование электротехнических устройств в MatLab. SimPowerSystems и Simulink» М.:ДМК Пресс, 2007. – 288с., ил. (Серия «Проектирование»).

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО ТИПА

*Электротехнический факультет,
кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.И. Данилушкин*

Перекачка высоковязкой нефти является одной из основных проблем трубопроводного транспорта. Это связано главным образом с высокой вязкостью, наличием начального напряжения сдвига и высокой температурой застывания перекачиваемой нефти. Наиболее распространенным способом снижения энергозатрат при перекачке нефти является электроподогрев. Одним из альтернативных способов, рассматриваемых в настоящей работе, является подогрев нефти в электронагревателях трансформаторного типа. Предлагаемый нагреватель по сравнению с известными имеет ряд преимуществ: высокий КПД, высокий коэффициент мощности, симметричная нагрузка фаз сети. Электрический нагреватель представляет собой трехфазный трансформатор, вторичная обмотка которого выполнена из стальной трубки, по которой прокачивается нагреваемая нефть. Вторичная обмотка замкнута накоротко (рис.1).

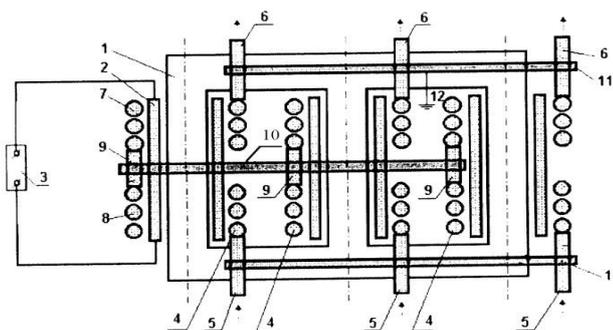


Рис.1. Эскиз нагревателя жидкости трансформаторного типа

Для разработки предлагаемой конструкции, расчета и выбора оптимальных конструктивных параметров нагревателя используется численный метод расчета электромагнитных и тепловых характеристик с помощью программного комплекса ELCUT 5.7 Professional. На рис.2 приведена картина распределения плотности тока во вторичной обмотке трансформатора.

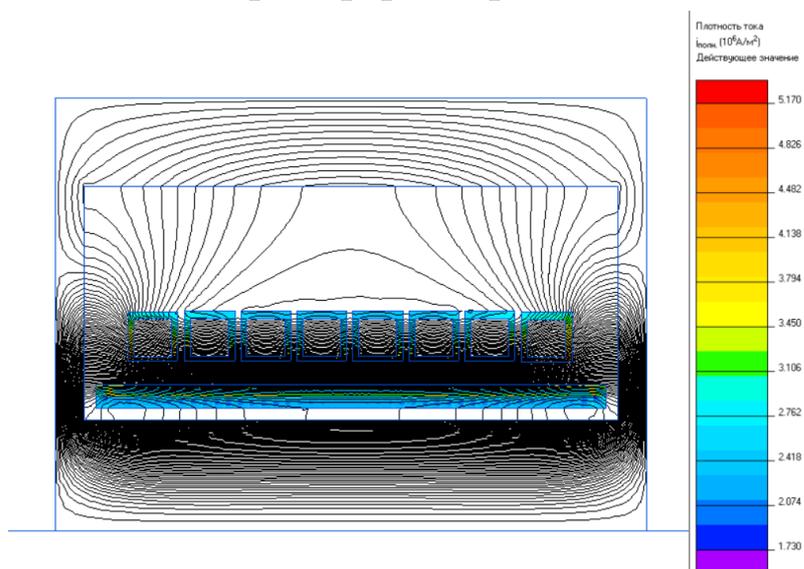


Рис.2. Распределение плотности тока в обмотке трансформатора

В работе рассматривался индукционный нагреватель для нагрева нефти производительностью 30 т. в сутки. Температура на выходе – 60 град. Мощность нагревателя – 40 кВт, коэффициент мощности 0,8, число витков вторичной обмотки 8. На основании всестороннего анализа полученных зависимостей устанавливается закономерность и степень влияния электрических и геометрических параметров на энергетические характеристики системы. Полученные закономерности далее будут использованы при решении задачи выбора оптимальных параметров системы нагрева.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХСЕКЦИОННОГО ИНДУКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ НАГРЕВА СТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПОД ДЕФОРМАЦИЮ

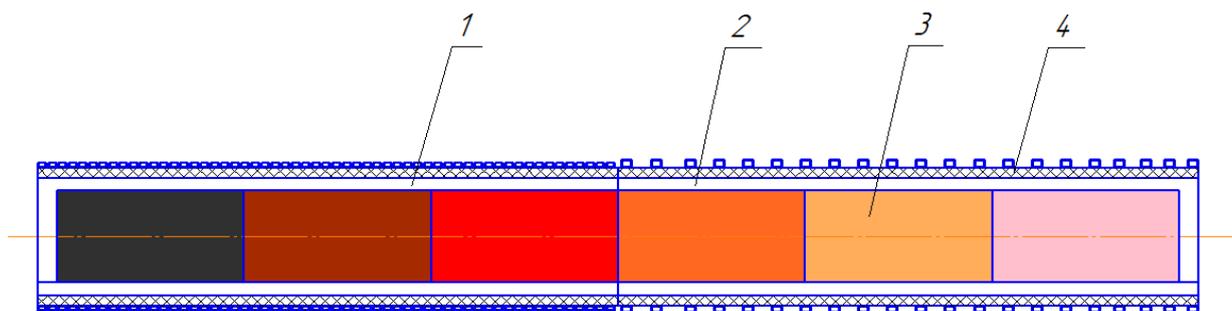
*Электротехнический факультет,
кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»,
Научный руководитель – д.т.н., профессор А.И. Данилушкин*

В настоящее время для нагрева ферромагнитных заготовок перед операциями пластического деформирования широкое применение находят индукционные нагреватели методического действия. Наиболее эффективным является нагрев крупногабаритных заготовок в двухсекционном нагревателе. Важной проблемой управления двухсекционными нагревателями является оптимизация пусковых режимов. Основным критерием при решении этой задачи является минимизация энергозатрат при пуске и сокращение времени выхода на установившийся режим. Пространственно-временное распределение температуры по объёму металлического изделия в процессе индукционного нагрева описывается системой уравнений Максвелла и Фурье для электромагнитных и температурных полей [1, 2].

$$\operatorname{rot}\{\bar{H}\} = \sigma \bar{E}; \quad \operatorname{rot}\{\bar{E}\} = -\left\{\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}\right\}; \quad \operatorname{div}\{\bar{B}\} = 0; \quad \operatorname{div}\{\bar{E}\} = 0 \quad (1)$$

$$c(r, x, T) \gamma \frac{\partial T_n}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda(r, x, T) \frac{\partial T_n}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda(r, x, T) \frac{\partial T_n}{\partial x} \right) + \frac{1}{c(r, x, T) \gamma} W(r, x, t, \xi(T)) \quad (2)$$

где $\{\bar{H}\}$, $\{\bar{E}\}$, $\{\bar{B}\}$ - векторы напряженности магнитного, электрического полей и магнитной индукции. Приведенная модель носит нелинейный характер, поэтому для решения поставленной задачи используется численный метод. На рисунке приведена схема нагрева в двухсекционном нагревателе методического действия.



Двухсекционный ИНУ

1- первая секция, 2-вторая секция, 3- заготовки, 4-футеровка

Процесс нагрева исследуется на примере двухсекционного нагревателя. Частота первой секции - 500Гц, второй секции -2400Гц.В первой секции нагрев ферромагнитной заготовки производится до температуры, превышающей точку Кюри (800°С). Дальнейший нагрев немагнитной заготовки до температуры пластической деформации (до1200°С) производится на повышенной частоте (2400Гц).

Задачей оптимального управления является поиск напряжения, подводимого к секциям индукторов процессе выхода нагревателя на установившийся режим с учетом ограничений на мощность источника питания. Управление осуществляется напряжением секций нагревателя и темпом перемещения заготовок. На основе приведенной модели разработан алгоритм расчета и получены зависимости напряжения, мощности, коэффициента полезного действия, коэффициента мощности от температурного распределения по длине загрузки в процессе выхода на установившийся режим нагрева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вайнберг, А.М. Индукционные плавильные печи [Текст] / А.М. Вайнберг. - М.: Энергия, 1967. - 415 с.
2. Лыков, А.В. Теория теплопроводности [Текст] / А.В. Лыков. - М.: Высшая школа, 1967. - 599 с.

К.А. Скопинцев

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ, ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСА

*Электротехнический факультет,
кафедра «Электропривод и промышленная автоматика»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. Чабанов Ю.А.*

Целью данной работы является усовершенствование системы автоматизации площадки подготовки нефти и оптимизация регулирования процесса перекачки нефти.

Насосная станция предназначена для внутриваршавской перекачки нефтепродуктов, подачи нефти в точку подключения к магистральному нефтепроводу, а также для проведения операции обратной прокачки УПНГ (установка подготовки нефти и газа), в случае остановки магистрального нефтепровода.

Насос и внешняя сеть составляют единую систему, установившийся режим работы которой возможен лишь при определенных условиях, когда соблюдается равенство расходов через насос и сеть при одном и том же напоре.

Реализация проекта (АСУ ТП) выполнена на базе программируемого логического контроллера Modicon M340.

Автоматизация процесса перекачки нефти необходима для освобождения человека от участия в процессе управления или облегчение его функционирования как составной части системы, а также улучшение работы системы в целом, повышения качества и объема выпускаемой продукции или сокращение издержек производства.

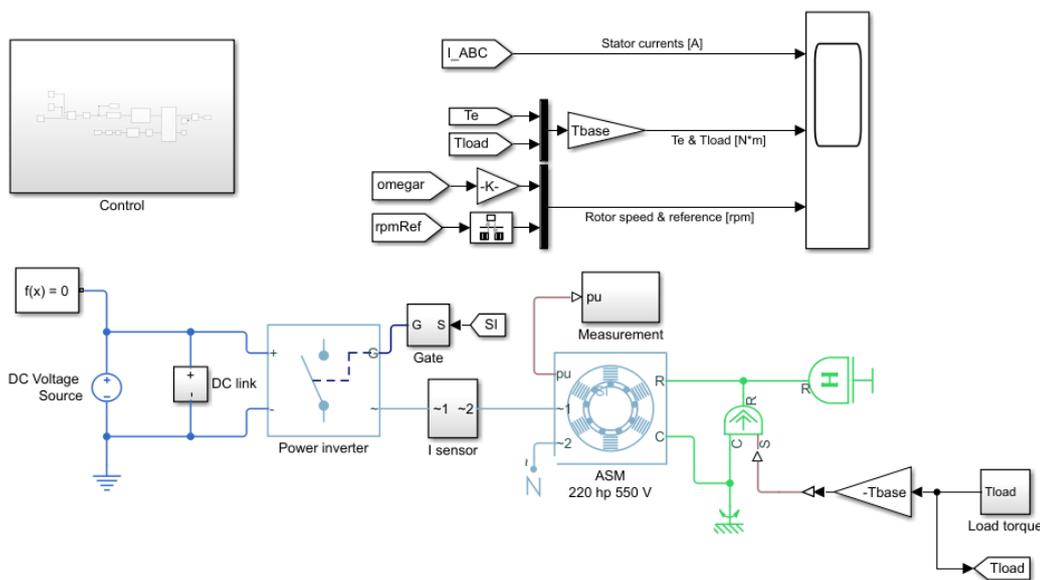
Спрограммированы этапы сепарации нефти и газа, а также печей подогревателей в программном комплексе Unity Pro XL, с помощью чего происходит автоматизация технологического процесса.

Процесс регулирования насосной станции (скорости вращения и момента асинхронного двигателя) осуществляется с помощью частотного преобразователя, который основан на изменении частоты и напряжения переменного тока.

Использование частотного преобразователя позволяет уменьшить энергопотребление электродвигателя; управлять скоростью вращения электродвигателя (плавный запуск и остановка, регулировка скорости во время работы); избежать перегрузок электродвигателя и тем самым увеличить его срок службы.

Было рассмотрено скалярное управление АД, при котором изменяется амплитуда и частота приложенного к двигателю напряжения. Изменение частоты питающего напряжения приводит к отклонению от расчетных значений максимального и пускового моментов двигателя, к.п.д., коэффициента мощности. Поэтому для поддержания требуемых рабочих характеристик двигателя необходимо с изменением частоты одновременно соответственно изменять и амплитуду напряжения.

Система управления была смоделирована в среде Matlab/Simulink, так на Рис.1 представлена блок-схема скалярного управления асинхронным двигателем.



Блок-схема скалярного управления асинхронным двигателем

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОСТОВОГО КРАНА, ЭЛЕКТРОПРИВОД ГРУЗОПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА

*Электротехнический факультет,
кафедра «Электропривод и промышленная автоматика»
Научный руководитель доцент, к.т.н. Чабанов Ю.А.*

Целью данной работы является усовершенствование системы автоматизации передвижения мостового крана и оптимизация системы гашения груза на гибком подвесе. Основой исследования является уравнение движения Лагранжа второго рода.

Решение задачи раскачки груза возможно различными способами: в частности, графическими или с использованием математического аппарата. В рамках освещаемого вопроса представлен алгоритм идентификации, результатом которого является получение передаточной функции объекта в автоматическом режиме с использованием математического пакета MATLAB/Simulink.

Используемая методика идентификации значительно упрощает процесс получения передаточной функции объекта и последующий процесс демпфирования колебаний груза.

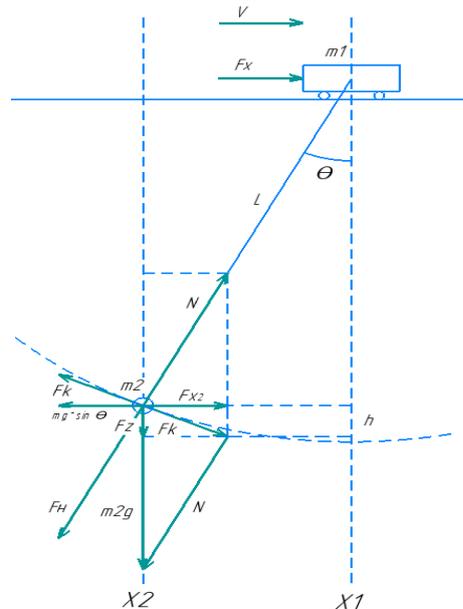
В ходе работы была проанализирована природа колебаний груза на гибком подвесе с помощью наиболее известных теорий. Были проведены попытки воссоздания колебаний груза в домашних условиях со взятой за основу одной из теорий.

При создании систем управления мостовым краном возникает ряд вопросов. Одним из решений поставленной задачи является использование уравнения движения Лагранжа второго рода:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W_k}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial W_k}{\partial q_i} + \frac{\partial W_p}{\partial q_i} + \frac{\partial W_d}{\partial q_i} = Q_i,$$

где W_k - кинетическая энергия системы; W_p - потенциальная энергия системы; W_d - работа сил рассеяния (диссипативная функция Релея); q_i - обобщенная координата; \dot{q}_i - обобщенная скорость; Q_i - обобщенная внешняя сила, соответствующая обобщенной координате.

Для исследования колебаний груза на гибком подвесе была сделана механическая система электропривода передвижения тележки.



Математическая модель «тележка - груз»

В результате исследований был сделан вывод, что демпфирование гибкоподвешенного груза зависит от массы груза, скорости движения мостового крана и тележки, а также от угла отклонения положения груза относительно состояния равновесия. Результаты моделирования показали, что эффективность системы демпфирования гибкоподвешенного груза значительно выше, чем эффективность оператора мостового крана. Кроме того, использование такой системы позволяет существенно сократить объем работ оператора кранового моста.

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»



3-НИТРОБЕНЗОФУРАНЫ И 3-НИТРО-4*H*-ХРОМЕНЫ В РЕАКЦИЯХ СОПРЯЖЕННОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ

Химико-технологический факультет, кафедра «Органическая химия»

Научный руководитель – к.х.н., доцент Д.В. Осипов

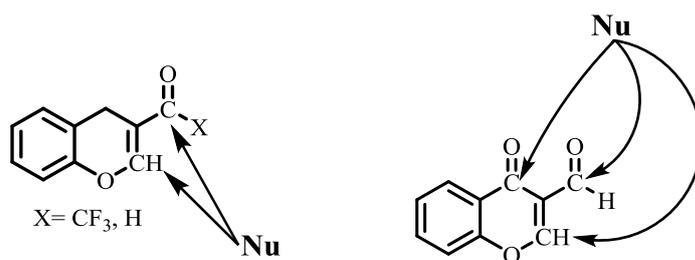
Поиск новых путей синтеза и изучение химических свойств гетероциклических соединений по-прежнему являются основополагающими аспектами современной органической химии. Целью данной работы являлось исследование реакционной способности 3-нитробензофуранов и 3-нитро-4*H*-хроменов по отношению к различным нуклеофилам.

Были изучены реакции 3-нитро-4*H*-хроменов **1** со спиртами в присутствии DBU, вторичными циклическими аминами, ароматическими аминами и 3-амино-5,5-диметилциклогекс-2-ен-1-оном и получены продукты сопряженного присоединения. В случае спиртов отмечается тенденция к увеличению *транс*-диастереоселективности с ростом длины углеводородного радикала, а в случае вторичных аминов 3-амино-5,5-диметилциклогекс-2-ен-1-она процесс протекает селективно с образованием *транс*-изомера. Все эти реакции сопровождаются сохранением пиранового цикла.

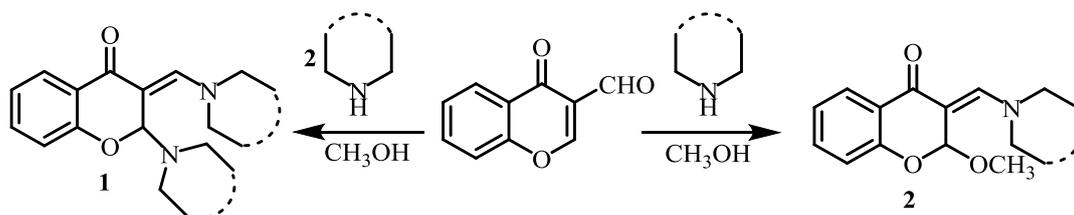
РЕАКЦИИ ХРОМЕН- И ХРОМОН-3-КАРБАЛЬДЕГИДОВ СО ВТОРИЧНЫМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ АМИНАМИ

*Химико-технологический факультет, кафедра «Органическая химия»
Научный руководитель - д.х.н., профессор Осянин В.А.*

Интерес к химии карбонилзамещенных хроменов и хромон-3-карбальдегидов обусловлен тем, что в их структуре присутствует несколько неэквивалентных электрофильных центра, что делает неоднозначным их взаимодействие с нуклеофильными агентами и обуславливает возможность получения целого набора различных продуктов.

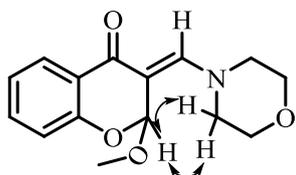


Ряд замещенных 2-аминохроменов с акцепторной группой в β -положении проявляют противоопухолевую активность за счет активации каспаз, связывания тубулина, ингибирования киназ Chk1 или белка Bcl-2, замедляющего апоптоз раковых клеток. Многие аннелированные хромены проявляют бактерицидную и фунгицидную активность. Было показано, что реакция хромон-3-карбальдегида и вторичных циклических аминов в метанольном растворе в мольном соотношении 1:1 при комнатной температуре приводит к образованию 2-метокси-3-аминометилензамещенных хроман-4-онов 2. При изменении мольного соотношения на 1:2 наблюдалось образование 2-

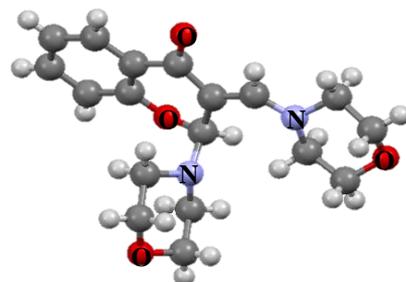


аминозамещенных хромононов 1.

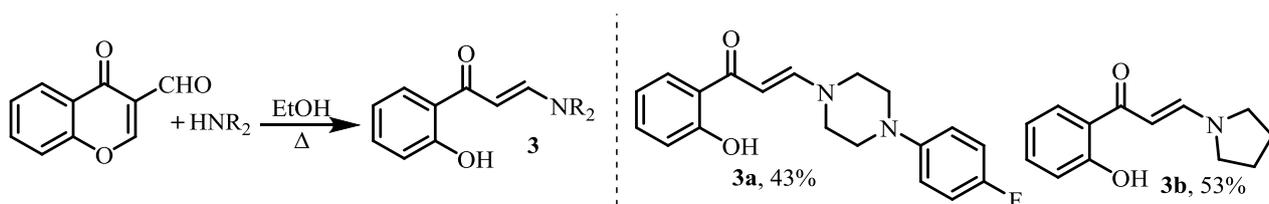
В спектре NOESY соединения 2а проявляется взаимодействие морфолиновых протонов с протоном пиранового цикла в α -положении, что говорит о *E*-конфигурации кратной связи. *E*-конфигурация кратной связи в соединении 1 была подтверждена методом РСА.



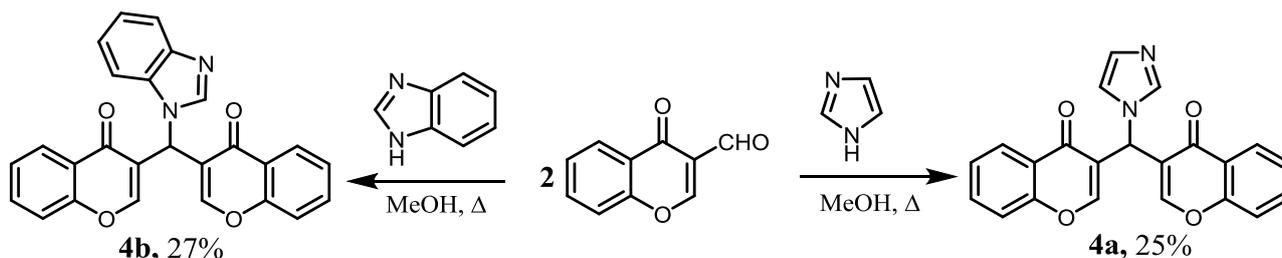
Гомоядерные корреляции в спектре ^1H - ^1H NOESY соединения 2



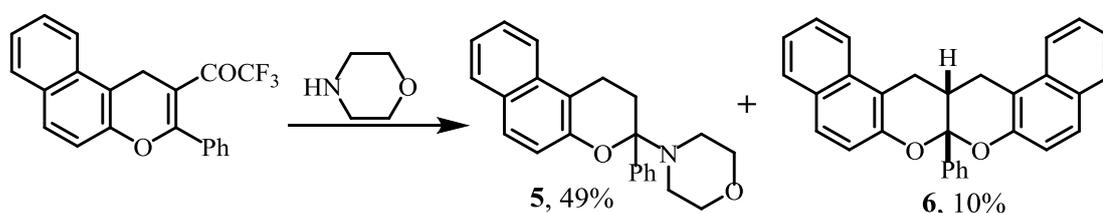
При изменении растворителя на этанол и нагреве наблюдалось раскрытие цикла и образование енаминонов 3а и 3б.



Использование имидазола и бензимидазола в качестве N-нуклеофилов в реакции с хромон-3-карбальдгидом приводит к бисхромононам 4а,б.



При введении в реакцию с морфолином 3-фенилзамещенного 2-трифторацетилхромена был выделен 3,3-дизамещенный аминохроман 5. Интересно отметить, что в качестве минорного продукта образуется симметричный хромено[2,3-*b*]хромен 6.

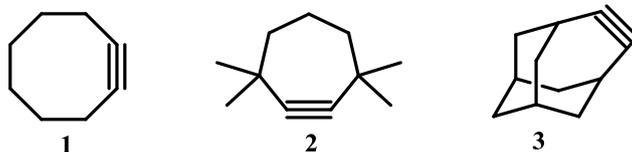


Т.С. Никулина

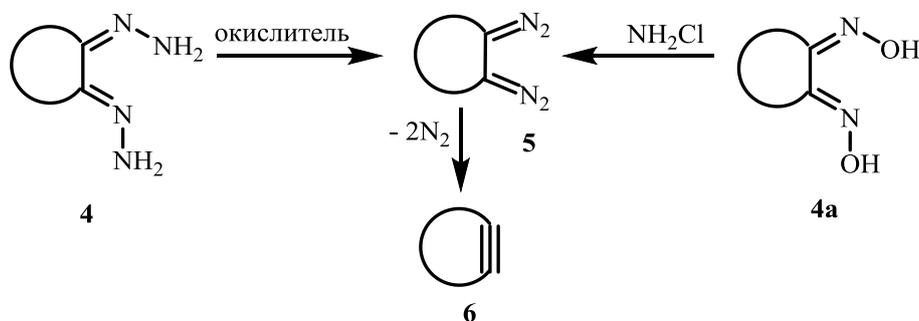
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКСИМА И ГИДРАЗОНА ГОМОАДАМАНТАН-4,5-ДИОНА

*Химико-технологический факультет, кафедра «Органическая химия»
Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Ширяев*

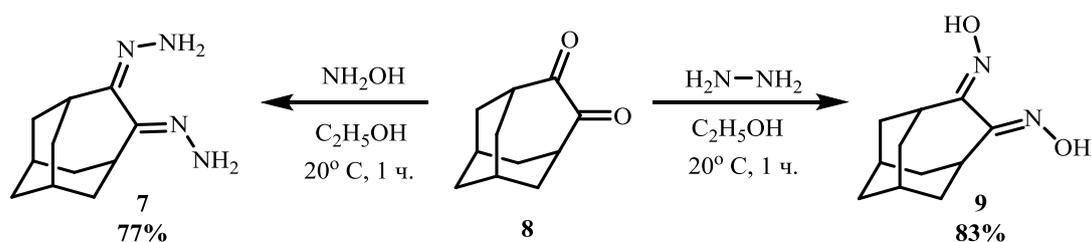
Получение напряженных циклоалкинов является одной из важных задач теоретической органической химии. Первый стабильный представитель этого класса соединений – циклооктин (1), однако известно, что увеличение замещения позволяет получать циклы с меньшим числом атомов, к примеру, тетраметилциклогептин (3). Гомоадамантин (1), как достаточно напряженный и в то же время стерически нагруженный циклоалкин, интересен с точки зрения изучения его стабильности и реакционной способности, а также получения широкого спектра производных гомоадамантана.



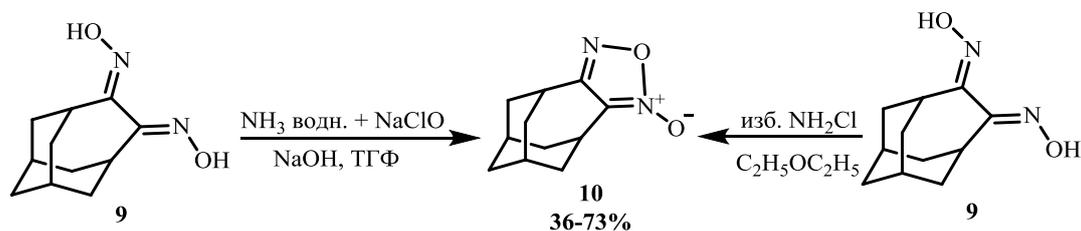
Циклоалкины с малым циклами чаще всего получают по реакции 1,2-элиминирования бис-дiazосоединений 5, которые получают окислением бис-гидразонов 4. Таким образом, ключевым интермедиатом в реакциях является бис-дiazосоединение 5 [1].



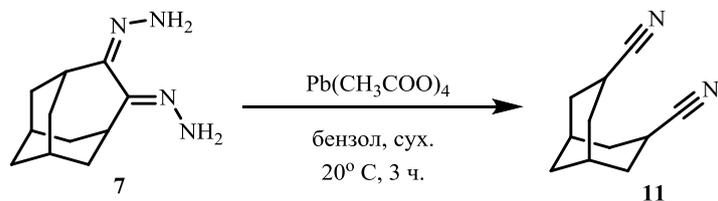
В качестве исходных веществ были выбраны бис-гидразон 7 и бис-оксим 9, которые получались из гомоадамантан-4,5-диона (8) по реакциям с гидразином и гидроксиламином.



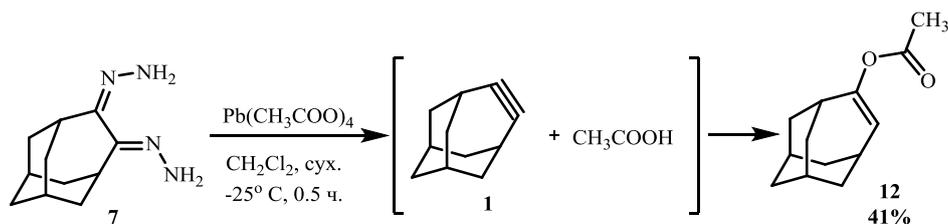
Бис-дiazосоединение 5 по реакции Форстера получить не удалось как с заранее выделенным хлорамином, так и с выделяющимся в ходе реакции. Предположительно, первоначально образующийся продукт присоединения хлорамина к оксимной группе циклизуется с образованием оксадиазола 10.



Бис-гидразон 7 окисляли тетраацетатом свинца в сухом бензоле [2]. При этом происходит электроциклизация промежуточно образующегося бис-дiazосоединения до тетразина, который подвергается ретро-реакции Дильса-Альдера с потерей молекулы азота и образованием динитрила 11.



Окисление 1 при пониженной температуре в хлористом метиле [1] дает 4-ацетоксигомоадамантен (12), который, вероятно, получается из образующегося в ходе процесса гомоадамантина при взаимодействии его с уксусной кислотой.



О.Н. Мякинкова

**ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ В СИСТЕМЕ
Li,Rb||F,CrO₄**

Химико-технологический факультет,

кафедра «Общей и неорганической химии»

Научный руководитель – к.х.н., доцент кафедры «ОНХ»

Бурчаков А.В.

В данной работе в тройной взаимной системе Li, Rb||F, CrO₄ были изучены двойная e 464 и тройная E 400 эвтектики [1]. Для получения удельной энтальпии плавления смеси солей, соответствующей двойной e 464 и тройной E 400 эвтектики, была проведена серия опытов, представляющая собой попарную запись кривых охлаждения эвтектической смеси и вещества сравнения (PbCl₂). Во всех экспериментах использовался один тигель. Суммарная масса каждой навески образца состава была равна 0,3 г. Расчет проводился по формуле:

$$\Delta_m H = \frac{S}{S_{PbCl_2}} \cdot \frac{T_{nl}}{T_{nl}(PbCl_2)} \cdot \Delta_m H_{PbCl_2} \quad (1)$$

где $T_{nl}(PbCl_2) = 485^\circ C$ - температура плавления PbCl₂ - вещества сравнения;

$T_{nl}(E 400) = 400^\circ C$ - температура плавления смеси, отвечающего точке E 400;

$T_{nl}(e 464) = 464^\circ C$ - температура плавления смеси, отвечающего точке e 464;

$\Delta_m H(PbCl_2) = 85,8 \frac{kJ}{\text{моль}}$ - удельная энтальпия плавления PbCl₂.

Экспериментальное изучение системы Li,Rb||F,CrO₄ позволило определить удельную энтальпию плавления двойной e 464

($\Delta_m H (e 464) = 347 \text{ кДж/кг}$) и тройной E 400 ($\Delta_m H (E 400) = 141 \text{ кДж/кг}$). Исходя из этих характеристик, рекомендуется использовать состав E 400 как основу для расплавляемого электролита химического источника тока, т.к. данный состав обладает низкой температурой плавления и малой энтальпией плавления [2,3].

Разработана программа автоматизированного расчёта материального баланса продуктов реакции для смеси, состоящей из компонентов системы и имеющей заданное соотношение компонентов. Расчёт произведён в программе Excel. Эта программа позволяет также оценить протекающие в системе химические реакции [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурчаков А.В., Бехтерева Е.М., Кондратюк И.М. Фазовые равновесия в трёхкомпонентной взаимной системе Li, Rb|F, CrO₄. Журнал неорганической химии, том 58, №11, 2013, С. 1511-1516.
2. Мощенский Ю.В. Дифференциальный сканирующий калориметр . ДСК-500. Приборы и техника эксперимента. 2003. №6. С.143.
3. Коровина Н.В., Скундина А.М. Химические источники тока – М.: Издательство МЭИ, 2003.- 740 с, ил.
4. Бурчаков А.В. Моделирование фазового комплекса многокомпонентных систем с участием хроматов и галогенидов щелочных металлов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Самара 2016.

Е.В. Русакова

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ УДЕЛЬНОЙ
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАСПЛАВОВ RbHal***Химико-технологический факультет, кафедра**«Общая и неорганическая химия»**Научный руководитель – к.х.н., доцент Лаврентьева О.В.*

Объектом исследования выступают индивидуальные галогениды щелочных металлов, входящие в состав современных теплоносителей, что определяет к ним практический интерес. Однако отсутствие данных по некоторым физико-химическим свойствам галогенидов рубидия, в том числе астатида рубидия определяет актуальность работы.

По первому методу М.Х. Карапетьянца [1] в координатах «свойство - параметр» с применением метода наименьших квадратов [2] проведено описание удельной электропроводности индивидуальных галогенидов рубидия в координатах $\kappa = f(Z)$; $\kappa = f(r)$; $\kappa = f(1/r)$ в интервале температур $(T_{\text{пл}} + n)$ ($T_{\text{пл}}$ – температура плавления, К; $n = 5, 10, 50, 75, 100, 150, 200$ К выше температур плавления).

Условию $R \rightarrow \max$; $\sigma \rightarrow \min$ отвечает зависимость удельной электропроводности от ионного потенциала $\kappa = f(1/r)$, которой соответствует аналитическое уравнение: $\kappa(\text{RbHal}) = a + b(1/r)^{1,5}$.

В координатах «свойство-свойство» проведен сравнительный анализ взаимосвязи удельной электропроводности RbHal при температуре $(T_{\text{пл}} + n)$ ($n = 10, 50, 75, 100, 150, 200$ К выше температуры плавления) от удельной электропроводности при $(T_{\text{пл}} + 5)$ К. Получено аналитическое уравнение: $\kappa(\text{при } T_{\text{пл}} + n) = a + b\kappa(\text{при } T_{\text{пл}} + 5)$.

Анализ взаимосвязи удельной электропроводности расплавов RbHal с плотностью и вязкостью проведен в координатах «свойство 1 – свойство 2, свойство 3», где свойство 1 – удельная электропровод-

ность расплава RbHal; свойство 2 – приведенная плотность ρ/Z ; свойство 3 - приведенная вязкость η/Z .

В таблице приведены абсолютные отклонения рассчитанных по разным зависимостям значений удельной электропроводности расплава астатида рубидия. Представленные значения Δ свидетельствуют о согласованности полученных числовых значений $\kappa(\text{RbAt})$ и корректности расчетов.

Таблица

Значения абсолютных отклонений значений $\kappa(\text{RbAt})$

Температура $T_{\text{пл}} + n$ ($n =$ $= 5, 10, 50, 75,$ $100, 150, 200 \text{ К}$ выше $T_{\text{пл}}$)	Значения $\kappa(\text{RbAt}), \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$			$\Delta_1,$ $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	Δ_2 $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$
	$\kappa = f(1/r)$	$\kappa(\text{при } T_{\text{пл}}+n) =$ $= f(\kappa \text{ при } T_{\text{пл}}+5)$	$\kappa =$ $= f(\rho/Z, \eta/Z)$		
5	0,817	0,817	0,805	–	0,012
10	0,828	0,828	0,814	0,000	0,014
50	0,913	0,913	0,888	0,000	0,025
75	0,958	0,958	0,922	0,000	0,036
100	0,999	0,999	0,958	0,000	0,041
150	1,069	1,069	1,009	0,000	0,060
200	1,125	1,126	1,053	-0,001	0,072

Сравнение числовых значений $\kappa(\text{RbAt})$, полученных различными методами, показало согласованность полученных значений, что позволяет сделать вывод о корректности расчетов и дать рекомендации по выбору аналитического уравнения для прогноза $\kappa(\text{RbAt})$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карапетьянц М.Х. Методы сравнительного расчета физико-химических свойств. – М.: Химия, 1965. – 403 с.
2. Чарыков, А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. – Л.: Химия, 1984. – С.168.

ИЗУЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПАРОВ И РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИИ ИСПАРЕНИЯ ДЛЯ ГЛИКОЛАТОВ И ЛАКТАТОВ

*Химико-технологический факультет, кафедра
«Технология органического и нефтехимического синтеза»
Научный руководитель – доцент, к.х.н. С.В. Портнова*

Интерес к биополимерам растет с каждым днем. Они после срока службы биodeградируют на безвредные компоненты. Сложные эфиры природных гидроксикислот могут служить в качестве мономеров для создания биополимеров. Их применение делает процесс более выгодным по сравнению с традиционным.

Для осуществления предложенного способа получения биополимеров необходимо изучить свойства мономеров. Целью данной работы является изучение давления паров и расчет энтальпий испарения сложных эфиров гликолевой и молочной кислот.

В работе были получены образцы сложных эфиров спиртов C_1-C_8 гликолевой и молочной кислот. Проводилась реакция этерификации одной из кислот соответствующим спиртом без катализатора. Эфиры были выделены и очищены вакуумной перегонкой. Анализ полученных эфиров проводили методом ГЖХ на газовом хроматографе «Кристалл-2000М» с пламенно-ионизационным детектором на капиллярной колонке размером 100 м x 0,2 мм x 0,5 мкм с привитой неполярной фазой DB – 1. Газ-носитель – гелий, деление потока 1/80, объем пробы 0,2 мкл. Чистота полученных образцов составила не менее 99% масс.

Давления паров сложных эфиров были определены методом переноса. Температурный интервал определения равновесных давлений для одного соединения составлял не менее 40 К, количество экспериментальных точек более 20 с шагом 2 К.

Полученные р-Т-зависимости описывались уравнением вида:

$$R \cdot \ln\left(\frac{P}{P_{aw}}\right) = A_f - \frac{B_f}{T} + \Delta_{ж}^n Cp^o \cdot \ln\left(\frac{T}{T_{aw}}\right),$$

где р – давление паров при Т; р_{aw}– давление паров при средней температуре исследования Т_{aw}; А_f и В_f – эмпирические коэффициенты, полученные обработкой р-Т-данных методом наименьших квадратов; Δ_жⁿСр^o - разность мольных теплоемкостей газовой и жидкой фаз. Теплоемкость перехода из жидкой в газовую фазу спрогнозирована методом, основанным на индексах молекулярной связности.

Величину энтальпии испарения Δ_{vap}Н_м^o при 298,2 К определяли по уравнению:

$$\Delta_{vap}H_m^o(298.2) = -B_f + \Delta_{ж}^n Cp^o \cdot 298.2.$$

Полученные значения по энтальпии испарения при 298,2 К для всех исследуемых соединений приведены в таблице ниже.

Значения энтальпии испарения для исследуемых соединений

Соединение	$\frac{\Delta_{ж}^n Cp^o, \text{ кДж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	Температурный интервал, К	$\Delta_{vap}H_m^o(T_{aw}), \text{ кДж/моль}$	$\Delta_{vap}H_m^o(298,2), \text{ кДж/моль}$
Метилгликолат	-87,9	289,4-328,8	51,14±0,62	51,96±0,62
Этилгликолат	-95,2	293,4-333,0	53,43±0,50	55,04±0,50
н-Пропилгликолат	-102,2	299,4-343,2	55,85±0,49	58,09±0,49
н-Бутилгликолат	-109,3	303,6-343,0	59,32±0,73	61,95±0,73
н-Пентилгликолат	-116,5	303,6-343,3	61,52±0,53	64,28±0,53
н-Гексилгликолат	-123,6	301,6-343,5	67,47±0,62	70,34±0,62
н-Октилгликолат	-137,9	313,6-353,4	73,54±1,15	78,30±1,15
н-Пропиллактат	-68,9	299,3-330,4	54,89±0,46	56,58 ± 0,46
н-Бутиллактат	-73,8	295,5-343,3	58,92± 0,97	61,29± 0,97
н-Пентиллактат	-78,8	303,4-343,2	62,54± 0,57	65,75 ± 0,57

Полученные данные послужат для дальнейших расчетов условий и оборудования процессов этерификации и ректификации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, номер проекта 17-08-00967_а.

СЕКЦИЯ
«ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»



А.В. Костромитина

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ
ОЛИГОМЕРА ИЗ БУТИЛОВОГО ЭФИРА МОЛОЧНОЙ
КИСЛОТЫ**

Химико-технологический факультет,

кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»

Научный руководитель – к.х.н., доцент Ю.А. Дружинина

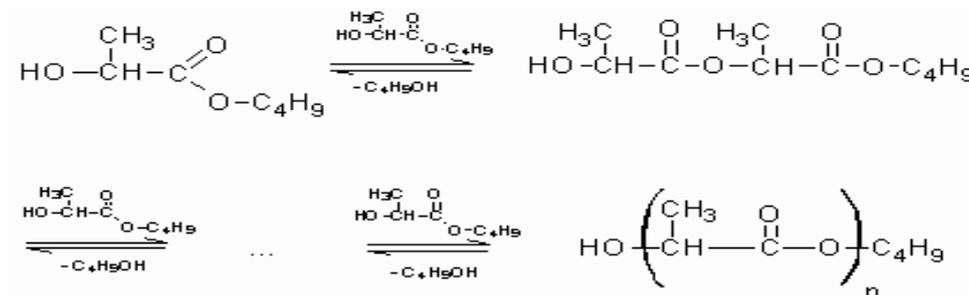
В последнее время население Земли столкнулось с глобальной экологической проблемой - загрязнение окружающей среды отходами, в основном полимерными веществами. Наиболее актуальным решением является разработка и совершенствование технологий создания биополимеров. Одним из таких представителей является полиэфир гидроксикарбоновой кислоты – полилактид. Обладая такими важными свойствами, как механическая прочность, термостабильность, прозрачность, биodeградируемость, делают полилактид уникальным на мировом рынке [1].

Полилактид получают поликонденсацией молочной кислоты, но этот процесс имеет ряд недостатков: многостадийность, образование кислых сточных вод. Другим подходом получения полилактида является его синтез на основе эфиров молочной кислоты, который позволяет исключить эти недостатки.

Цель работы – разработка способа получения полилактида на основе бутилового эфира молочной кислоты.

Для получения полилактида проводили переэтерификацию бутилового эфира молочной кислоты (БЭМК). Процесс осуществляли в две стадии с использованием трёх различных катализаторов. Исходный бутиллактат загружали в круглодонную колбу, снабженную, капилляром для барботажа азота и дефлегматором для уменьшения уноса исходного бутилового эфира молочной кислоты из реактора. В табл.

1,2 представлены оптимальные условия процесса и физико-химические свойства полученного продукта.



Химизм процесса переэтерификации БЭМК.

Таблица 1

Оптимальные условия проведения процесса

Катализатор	[kat],%	Условия 1 стадии	Условия 2 стадии
$\text{SnCl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,5-1%	$\tau = 6$ часов, $P=1$ атм, $T=180-200^\circ\text{C}$	$\tau = 2$ часа, $P=0,09$ атм, $T= 100-170^\circ\text{C}$

Таблица 2

Физико-химические свойства полученного полилактида

КЧ, мг/г	M_w , г/моль	Твёрдость по Шору А	ρ , г/см ³	$T_{пл}$, °С
0	43241	75-82	1,23	90-95

В данной работе был разработан способ получения олигомера БЭМК и найдены оптимальные условия проведения процесса переэтерификации. Полученные физико-химические свойства продукта сопоставимы с промышленным аналогом, полученным поликонденсацией молочной кислоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хлопов Д.С., Н.Н. Куликова, Е.В. Варламова и др. Получение лактида из бутилового эфира молочной кислоты / Д.С. Хлопов, Н.Н. Куликова, Е.В. Варламова // Успехи в химии и химической технологии.- 2008.- Т. XXII, № 6.- С. 70-74.

К.М. Чульфаев

СПЕЦИФИКА РЕКОНСТРУКЦИЙ МАЛОТОННАЖНЫХ УСТАНОВОК ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ГАЗОВЫЙ КОНДЕНСАТ

*Химико-технологический факультет,
Научный руководитель – Лесухин М.С.*

На сегодняшний день на территории Российской Федерации в эксплуатации находятся около 50 малотоннажных установок первичной переработки нефти, которые перерабатывают около 5,6 млн. тонн нефти в год.

Так как малотоннажные производства зачастую не привязаны к трубной нефти и перерабатывают сырье, которое доставляется на заводы альтернативным транспортом (автобойлерами, ж/д цистернами), то и фракционный состав перерабатываемой нефти может изменяться в широких пределах.

Целью данной работы являлось определение основных препятствий при проектировании или реконструкции малотоннажных установок первичной переработки нефти различного сырья, а так же выбор оптимального варианта реконструкции существующего предприятия на территории Самарской области.

Основными препятствиями при проектировании и реконструкции малотоннажных установок первичной переработки нефти являются:

- значительные колебания состава сырья;
- малые габариты площадки строительства;
- необходимость упрощения технологии аппаратного оформления с целью минимизации капитальных затрат;
- существенные ограничения по энергоносителям.

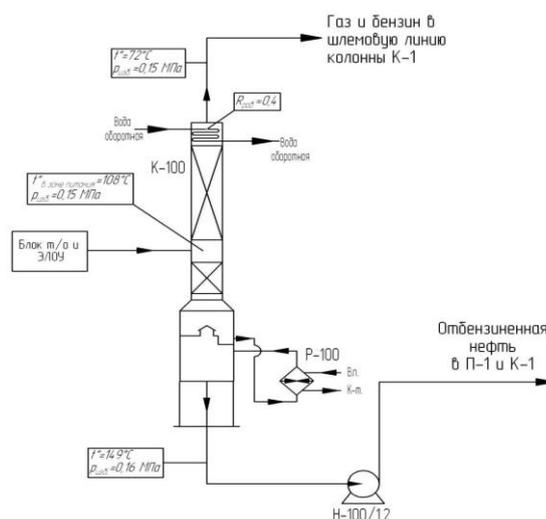
В качестве примера, для реконструкции была выбрана установка первичной атмосферной переработки нефти АТ-250, которая была

разработана для переработки нефти плотность 869 кг/м^3 . В результате реконструкции данная установка сможет работать как на средней нефти, так и на газовом конденсате.

Для возможности переработки легкого сырья планируется дооборудовать существующую установку отбензинивающей колонной. При разработке проекта реконструкции были рассмотрены три различных варианта аппаратного оформления колонны:

- 1) дооборудование печью, двумя насосами, аппаратом воздушно-го охлаждения, водяным холодильником и рефлюксной емкостью;
- 2) дооборудование испарителем с паровым пространством, двумя насосами, водяным холодильником пластинчатого типа и рефлюксной емкостью;
- 3) дооборудование термосифонным теплообменником, насосом и встроенным фракционирующим конденсатором с вертикальными решетками.

Были составлены три модели, проведено сравнение вариантов подвода тепла в куб колонны, рассчитано оборудование для каждого варианта, его стоимость и определена наиболее энергоэффективная схема. В результате для реконструкции был выбран вариант 3 (см. рисунок), так как при его реализации отсутствует необходимость в организации острого орошения, не изменится качество получаемой продукции и на его осуществление требуются минимальные капитальные и эксплуатационные затраты.

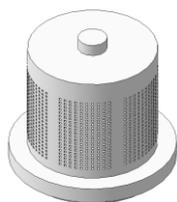


СЕКЦИЯ
«СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»



Н.А. Ахмедов**3D-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ***Инженерно-технологический факультет, кафедра «Химия и
технология полимерных и композиционных материалов»**Научный руководитель – к.т.н., Ногачева Э.Р.*

Технологии 3D-печати постепенно входят в нашу жизнь, превращаясь из узконаправленного и дорогого способа получения изделия в незаменимого помощника в различных сферах деятельности (автомобилестроение, авиационная, аэрокосмическая промышленность и т.д.). Все большее применение 3D-печать находит при изготовлении изделий ракетно-космической техники. Целью данной работы является анализ возможности получения изделия типа «Корпус предохранительного клапана» (см. рисунок), который представляет собой полый цилиндр с отверстиями. Данная деталь применяется в изделиях ракетно-космической техники и предназначена для защиты подвижных элементов агрегата от попадания посторонних частиц, одновременно позволяя обеспечивать сброс рабочей среды.



3D-модель изделия

Выпуск новой продукции, в большинстве случаев, требует создания прототипа, для изготовления которого можно использовать 3D – печать и механическую обработку. Сравнивая эти два способа получения изделий по параметрам процесса изготовления можно сказать, что преимуществами 3D печати является: уменьшение себестоимости изделия, получение единого изделия без дополнительных операций, сокращение времени появления изделия на рынке. Но в

тоже время данная технология имеет и недостатки: сложность внедрения 3D-печати в существующее производство и ограниченный набор применяемых материалов. В качестве материала корпуса рассматривались два вида материала: полимерный (нити из PLA и Ultran 630) и металлический (сталь 12X18H10T-ВД). При сравнении технических характеристик указанных материалов был сделан вывод, что металл по своим механическим свойствам превосходит свойства пластмасс в 5 – 50 раз в зависимости от вида материала, но при этом пластмассы имеют более низкую температуру переработки и низкую массу. В работе были изготовлены опытные образцы из полимерных материалов 3D-печатью. Для изделия из металла была представлена 3D-модель и основные производственные переходы. Сравнение готовых изделий проводили по следующим параметрам: а) внешний вид - изделия из металлических и полимерных материалов схожи, но на изделиях из полимерных материалов наблюдается неоднородность внешней поверхности; б) соответствие геометрических размеров – сопоставимая точность размеров; в) масса изделия – изделия из металла весят в 5-6 раз больше чем изделия из полимеров; г) стоимость изделия – затраты на изготовление изделия из металла в 6-10 раз больше чем на изготовление изделия из полимеров; д) время изготовления - на изготовление изделий из полимеров уходит 8-9 часов, из металла - в районе двух недель с учетом полного цикла изготовления.

Выводы:

1. В связи с малым объемом производства, необходимостью доработки конструкции в процессе производства использование 3D-технологий для получения изделий ракетно-космической техники позволит упростить такой этап производства как конструкторско-технологическая отработка изделия.

2. В зависимости от типа используемого материала возможно получить изделия с разнообразными свойствами, способные в определенных условиях заменить традиционные металлы.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕСТИЦИДНОГО ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА АЭРОЗОЛЯ СЕРЫ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

*Инженерно-технологический факультет,
кафедра «Химия и технология органических соединений азота»
Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. «ХТОСА», А.М. Пыжов*

По данным министерства сельского хозяйства РФ потери урожая от болезней, сорняков и вредителей составляют от 25 до 60% по различным культурам [1]. Как решить данную проблему эффективно, быстро и надолго? Оказывается, способ решения этой проблемы давно известен. Эту проблему можно, например, эффективно решить с помощью применения различных пиротехнических пестицидных средств [2].

В Самарской области в настоящее время отсутствуют и не производятся эффективные средства для санитарной обработки небольших хранилищ сельхозпродукции (погреба, подвалы, овощи и – зернохранилища) – частных фермерских хозяйств. Единственное пестицидно-пиротехническое устройство, которое имеется в продаже – серная шашка, генерирующая газообразный диоксид серы – очень токсичный газ, смертельный как для людей, так для животных и пчел. Кроме того, диоксид серы оказывает сильное корродирующее действие на стальные конструкции и устройства.

На кафедре ХТОСА в конце прошлого века для профессиональной санитарно-гигиенической обработки сельскохозяйственных и промышленных объектов впервые был разработан промышленный пиротехнический генератор аэрозоля серы ГАС-200 (масса состава 500 г., защищаемый объем 200 м³) на основе активных углей [3], который успешно использовался в различных регионах страны. Однако, подобных генераторов, для использования в небольших частных хозяйствах не было разработано, несмотря на то, что в них существовала и существует большая потребность.

В связи с этим, целью нашего проекта является – разработка конструкции, технологии изготовления и технической документации для организации производства генераторов аэрозоля серы (масса состава 100 г, защищаемый объем 30-40 м³), рассчитанных на частных, индивидуальных потребителей. Действующим веществом генератора является ультрадисперсный аэрозоль серы и добавляемый пестицид.

На данный момент реализовано несколько этапов проекта:

ЭТАП 1: проведено маркетинговое и экономическое исследование и обоснование введения на рынок нового продукта - «Дымок СП-40».

ЭТАП 2: разработана конструкция корпуса генератора; оптимизирована рецептура пиротехнического состава генератора; уточнена марка активного угля.

Согласно полученным в результате работы данным становится ясно, что новый продукт «Дымок СП-40» имеет ряд преимуществ:

- новая, более безопасная пиротехническая основа, не содержащая малодоступные, дефицитные вещества;
- не подвергает коррозии металлоконструкции.

Всё это вселяет уверенность в том, что новый продукт – «Дымок СП-40» является конкурентоспособным, а проект является вполне реальным и востребованным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Итоги работы отрасли растениеводства в 2017 году и задачи на 2018 год [Электронный ресурс] / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации - Режим доступа: <http://mcsx.ru/>, свободный. (Дата обращения: 13.12.2018 г.).
2. А.А. Шидловский. Основы пиротехники. М., Машиностроение, 1973, с. 241.
3. Пиротехнический генератор аэрозоля серы. Стрелкова А.В., Пыжов А.М., Рекшинский В.А. Патент РФ на полезную модель №164587 от 10.06.2015. Опубл.10.09.2016, бюл. № 25.

М. Д. Малков

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОТИВОСПУТНИКОВОГО ОРУЖИЯ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

*Инженерно-технологический факультет,
кафедра «Радиотехнические устройства»
Научный руководитель – д.т.н., профессор П.К. Ланге*

Представлена концепция реализации вывода на орбиту много-модульных комплексов постоянного орбитального базирования на основе вывода полуактивной мины на орбиту с целью поражения. Ракета стартует с истребителя-перехватчика МиГ-31М для придания ей начальной скорости и преодоления большей части атмосферного сопротивления на носителе [1]. С помощью гироскопа, акселерометра и внешних сигналов ракета корректирует свой курс на целевую орбиту; в качестве механизма корректировки используется двигатель качения, то есть ракетный жидкотопливный двигатель, установленный на подвижной подвеске. Управление вектором тяги осуществляется с помощью процессорно-программной ШИМ.

Объем разработанной ракеты составляет 33 м². Он достаточен, чтобы вместить топлива для полета на дистанции, сравнимые с расстоянием от поверхности Земли до геостационарной орбиты (~38000 км). Согласно формуле Циолковского (1):

$$v = I \cdot \ln\left(\frac{M_1}{M_2}\right), \quad (1)$$

где v – желаемая скорость на момент выгорания топлива, I – удельный импульс двигателя, M_1 – масса ракеты на взлете, M_2 – масса ракеты после выгорания топлива. При массе M_2 пустой ракеты в 542 кг, общая полетная масса до момента пуска будет составлять 3048 кг, из них 2506,3 кг – топливо[2].

Ракета управляется с помощью централизованной системы на основе многопоточного процессора. В момент запуска ракеты процессор получает сигнал на включение путевого режима: на основе системы координат, датчиков положения и топлива, приемопередатчиков, процессор непрерывно анализирует местонахождение ракеты и цели и принимает решение об управлении тягой и положением двигателя. После прохождения критической точки (выгорания 85% топливной смеси) процессор переключается в боевой режим: на самой орбите оружие отстреливается от ракетносителя в устойчивое положение, где находится до момента выполнения боевой задачи или приказа о самоуничтожении. В рамках разработки оружием космического базирования выступает полуактивная мина с импульсным взрывателем, которая взрывается при получении информации о физическом объекте перед локационным элементом на заданном расстоянии.

Данная система разрабатывается с учетом модульности и заменяемости компонентов, то есть является базой для размещения самых различных видов вооружения – от пассивных средств противодействия до активных орудийных платформ с функцией анализа информации в реальном времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоров С.П. С-400 «Триумф», зенитная ракетная система [Электронный ресурс] // Информационное агентство «Оружие России». М., 2019. Режим доступа: <http://www.arms-expo.ru/armament/samples/1238/59475/> (дата обращения 05.02.2019).
2. Циолковский К. Э. Ракета в космическое пространство [Текст] / А.Л. Чижевский – Калуга: 1-я Государственная типолитография, 1924 – 32 с., С. 10-22.

П.А. Митрошина

**ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ**

*Инженерно-технологический факультет,
кафедра «Технология твердых химических веществ»
Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель каф. «ТТХВ»
Кондратенко П.К.*

Согласно статистике, на данный момент в России сохраняется устойчивая тенденция к снижению количества происшествий на различных типах производствах. Однако сравнение данных Росстата со статистикой Международной организации труда показывает, что Россия все еще находится в числе лидеров по количеству смертей на рабочем месте, в основном на производствах, связанных с взрывчатыми веществами.

Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 г. №116-ФЗ опасными производственными объектами являются те, на которых получают, используют, перерабатывают, хранят или уничтожают взрывчатые вещества. На данный момент на территории Российской Федерации осуществляют свою деятельность 90 предприятий отрасли боеприпасов и спецхимии, выполняющих 1152 опасных и 588 особо опасных операций по 20 видам производств. За последние 5 лет на данных производствах произошло 35 аварий, в результате которых пострадало 82 человека. Несчастные случаи могут возникать как из-за отсутствия автоматизации и механизации ряда операций, превышения норм загрузки помещений и количества персонала в местах производства и хранения, отсутствия современных извещателей пламени пожара, так и из-за банального несоблюдения правил безопасности, которое чаще всего и становится причиной.

Промышленная безопасность на предприятиях формируется как совокупность организационных и технических мероприятий, в резуль-

тате которой создаются безопасные условия труда и происходит предотвращение несчастных случаев на рабочем месте. При работе с взрывчатыми материалами, нормативно-правовая база является одной из основ обеспечения безопасности. Помимо этого, регулировать поведение работников помогают Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах» N 605, разработанные в соответствии с Федеральным законом №116-ФЗ. Его требованиями руководствуются при обеспечении безопасности обращения с взрывчатыми материалами промышленного назначения, однако данные положения акцентированы на применении взрывчатых материалов и регламентируют производство лишь небольшой части промышленных ВВ. Таким образом, неохваченным остается целый спектр применяемых промышленных ВВ. Похожим образом дело обстоит и с требованиями пожарной безопасности. Согласно п. 1.3. ч. 1 действия свода правил 12.13130.2009 не распространяются «на помещения и здания для производства и хранения взрывчатых веществ, средств инициирования ВВ» [1].

Таким образом, появляется проблема недостаточной нормативно-правовой базы, регулирующей производство промышленных взрывчатых материалов. Решением данной проблемы могла бы стать разработка новых ФНиП, основанных как на уже существующих ФНиП, так и на документах, относящихся к военной промышленности. Однако использование этих документов может повлечь за собой дополнительные проблемы из-за их секретности и вследствие того, что данный документ не обновлялся более 30 лет. Таким образом, решение о разработке и использовании нового документа должно быть принято органом исполнительной власти в области промышленной безопасности при участии отраслевых НИИ, экспертного сообщества и самих предприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 12.12130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В РЯДУ ТРИНИТРОЭТОКСИ-1,3,5-ТРИАЗИНОВ

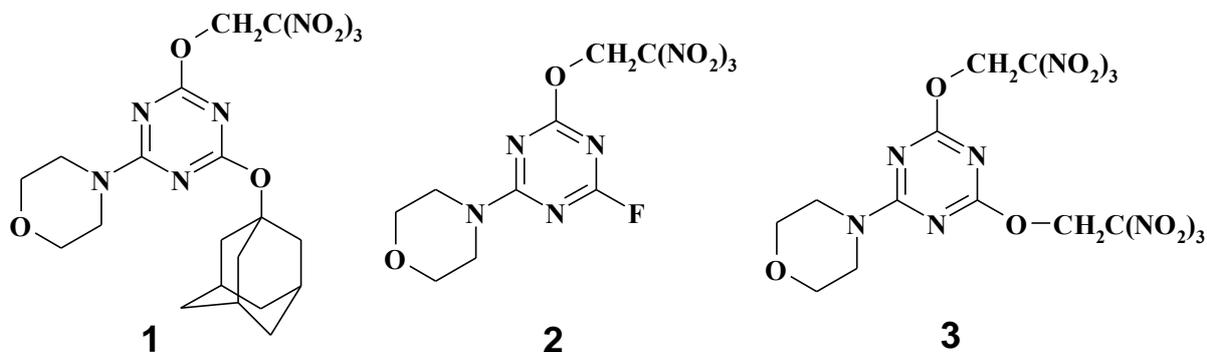
Инженерно-технологический факультет, кафедра «Химия и технология органических соединений азота»

Научные руководители – к.х.н., доцент Заломленков В.А.

д.х.н., профессор Гидаспов А.А.

Ранее в работах кафедры ХТОСА было показано, что полинитрометил-1,3,5-триазины, полученные из БВВ представленного ряда, обладают различными видами биологической активности: антибактериальная, фунгицидная, противовирусная и наиболее изученная противоопухолевая цитотоксическая активность, которая обусловлена NO-донорной активностью полинитрометильного фрагмента [1-5]. Поскольку тринитроэтоксильный фрагмент также может выступать NO-донором, то это побудило оценить потенциальную противоопухолевую активность тринитроэтокси-1,3,5-триазинов. Цитотоксическую активность исследовали в «Российском онкологическом научном центре имени Н.Н. Блохина» *in vitro* на 9 клеточных линиях опухолей человека.

Испытания проведены для трех веществ сочетающих тринитроэтоксильную группу в 1,3,5-триазине с другими заместителями, которые могли бы повлиять на биоактивность соединения:



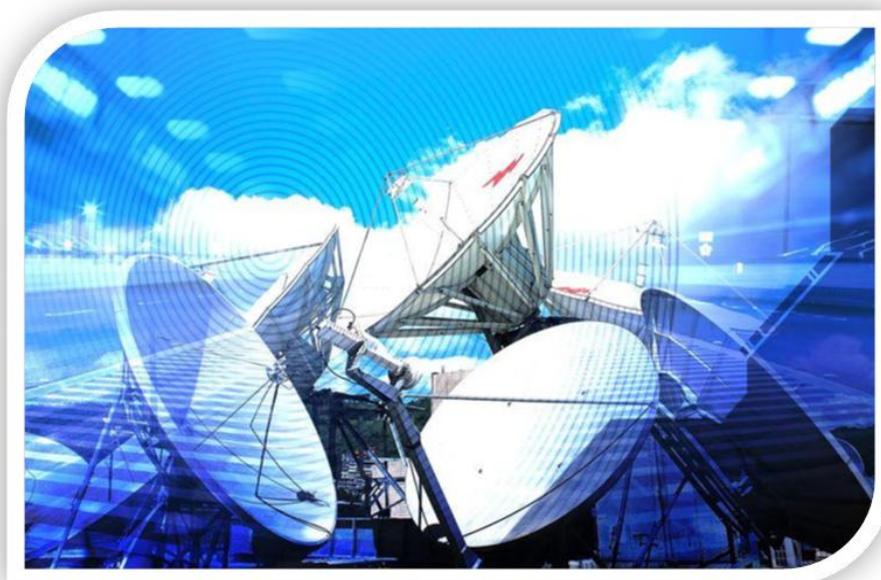
В результате испытаний было показано, что представленные выше вещества ряда тринитроэтокси-1,3,5-триазины проявляют цитотоксические свойства на раковых клетках. Наибольшую активность среди изученных соединений проявляет бистринитроэтоксильное производное **3**, которое особенно активно на клетках рака кожи и рака крови.

Таким образом, тринитроэтоксильные производные 1,3,5-триазины заслуживают внимания для дальнейшего исследования их биологической активности. Для оценки безопасности и потенциала терапевтического эффекта необходимо в первую очередь исследовать вещества на здоровых клетках для определения LD₅₀.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Граник В.Г., Григорьев Н.Б. Экзогенные доноры оксида азота в ряду С-нитросоединений // Успехи химии 80 (2) – 2011, С.182-198.
2. Гидаспов А.А., Бахарев В.В., Качановская Е.В., Булычев Ю.Н., Левина В.И., Азизов О.В., Арзамасцев А.П., Григорьев Н.Б., Граник В.Г., Синтез и электрохимическое исследование NO-генерирующей способности полинитрометильных производных 1,3,5-триазины. // Хим.-фарм. журнал. – 2003. №9.-С.12-16.
3. Гидаспов А.А., Бахарев В.В., Галкина М.В., Екимова Е.В., Булычев Ю.Н., Качановская Е.В., Косарева Е.А., Якунина Н.Г. Синтез и цитотоксическая активность галогендинитрометильных производных 1,3,5-триазины. //Хим.-фарм. журнал. - 2004, Т.38, с. 9-15.
4. *Гидаспов А.А., Бахарев В.В., Булычев Ю.Н.* Синтез и цитотоксическая активность тринитрометильных производных 1,3,5-триазины. // Хим.-фарм. журнал. - 2008, Т.42, №5, с.11-13.
5. Гидаспов А.А., Бахарев В.В., Федоров Б.С., Фадеев М.А., Коновалова Н.П. Новые антиметастатические препараты на основе хлординитрометил-1,3,5-триазинов. Журнал прикладной химии, 2009, Т.82, вып. 10, с.1664-1666.

**СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.
СЕРТИФИКАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»**



**ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН АВАРИЙ
НА ОБЪЕКТАХ, ПОДНАДЗОРНЫХ СЛУЖБЕ ПО ЭКОЛОГИ-
ЧЕСКОМУ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ НАДЗОРУ**

*Инженерно-технологический факультет, кафедра «Техносферная
безопасность и сертификация производств»*

Научный руководитель – ассистент О.Н. Кулагина

Внедрение новых технологий, в том числе для обеспечения безопасности производства и его эксплуатации, является важнейшей задачей государства. Но риск аварии по-прежнему остаётся очень велик, чему является подтверждением авария на «Саяно-Шушенской ГЭС им. П.С. Непорожного» (СШГЭС).

Техническое расследование причин аварий – это установление и документальное фиксирование обстоятельств и причин аварии на опасном производственном объекте, определение лиц, ответственных за указанное происшествие, а также разработка мероприятий по предупреждению аналогичных происшествий [1].

Моделируя алгоритм действий персонала и хронологию событий при аварии на СШГЭС, были выявлены следующие причины аварии:

- отсутствие резервного источника питания и ключа управления на главном щите ЦПУ;
- применения оборудования и линий питания, связи, управления, контроля и защиты не во влагопылезащищенном исполнении;
- отсутствие в помещениях с постоянным либо временным расположением персонала, эвакуационных выходов на отметку, не подвергаемую затоплению;
- отсутствие в помещениях с постоянным либо временным расположением персонала необходимых средств индивидуальной защиты [2].

Опираясь на акт технического расследования аварии на СШГЭС можно сделать вывод, что преобладающем большинстве случаев трагедии происходят из-за низкой квалификации руководителей и работников предприятия, недостаточного производственного контроля и пренебрежения, а иногда и умышленного игнорирования требований безопасности.

Перспективой для решения данной проблемы служат следующие рекомендации:

Инженерно-технические мероприятия:

- повышение устойчивости зданий и сооружений;
- накопление и поддержание в готовности СИЗ;
- проведение профилактических мероприятий.

Технологические мероприятия:

- совершенствование существующих технологических процессов;
- внедрение новых безопасных технологий.

Организационные мероприятия:

- планирование действий руководящего состава, отдела ГО и ЧС;
- обучение персонала действиям в ЧС;
- повышение производственной и технологической дисциплины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 480 от 19.08.2011 «Об утверждении Порядка проведения технического расследования причин аварий, инцидентов и случаев утраты взрывчатых материалов промышленного назначения на объектах, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (Зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 08.12.2011 № 22520 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, № 16, 1997.

2. Акт технического расследования причин аварии, произошедшей 17 августа 2009 года в филиале ОАО "РусГидро" «Саяно-Шушенской ГЭС им. П.С.Непорожнего» // Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. Оpubл.: 3 октября 2009 года.

М.С. Дмитриева, К.А. Дробжева

**СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В
МЕХАНИЧЕСКОМ ЦЕХЕ С ПОМОЩЬЮ СТАТИСТИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ**

Инженерно-технологический факультет,

кафедра «Техносферная безопасность и сертификация производств»

Научный руководитель – профессор, д.т.н. Н.А. Сазонникова

В условиях рыночной экономики необходима постоянная модернизация производства, рассмотренный в данной работе пример цеха, является ярким отражением большинства существующих цехов на предприятиях авиационно-космического комплекса.

Основными проблемами на предприятиях авиационного профиля являются устаревшее оборудование, слабая оснащенность компьютерной техникой и средствами информационного обмена между подразделениями предприятия. Все эти и многие другие факторы снижают экономическую эффективность цеха механической обработки изделий [1].

Целью данной работы является исследование причин возникновения брака при механической обработке корпусных изделий.

В данной исследовательской работе был получен статистический анализ 108 значений исследуемого параметра. Контролировался процент брака при производстве, являющийся следствием некачественно изготовленных деталей при механической обработке [2].

Для исследования влияния качества работы станков на точность выполнения необходимо классифицировать их на однородные группы по точности и уровню настройки. С этой целью были проконтролированы 108 деталей, изготовленных на 4 различных станках. Было установлено, результаты контроля посадочного размера не подчиняются нормальному закону распределения. Поэтому для классификации станков были применены непараметрические критерии. С их исполь-

зованием была выявлена группа станков, однородных по точности и уровню настройки. Такие станки необходимо исключить из данного технологического процесса.

С помощью диаграммы Парето выявлены основные виды брака. К ним относятся: несоответствие диаметра детали установленному полю допуска, отклонение от заданного диаметра специального слоя, необеспечение биения по специальному слою. При этом значение индекса воспроизводимости процесса не превышает $C_p=1$, что свидетельствует о необходимости усиленного контроля процесса [3].

Для выявления причин брака была применена диаграмма Исикавы в комплексе с диаграммой Парето. Было выявлено, что основные виды брака вызваны неисправностью станка, отклонением от технологического процесса, человеческим фактором. При построении контрольных \bar{X} - R карт было выявлен тренд среднего значения процесса, связанный с износом режущего инструмента. Поэтому было рекомендовано менять режущий инструмент один раз 1 – 1,5 месяца в зависимости от размера партии деталей.

Таким образом, с использованием статистических методов управления качеством, были выявлены основные виды брака при обработке корпусных деталей и причины их возникновения. Выработаны рекомендации – исключить из технологического процесса станки с пониженной точностью работы и установлена периодичность замены режущего инструмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Набатников Ю.Ф. Обеспечение точности деталей машин методом межгрупповой взаимозаменяемости: Вестник машиностроения -2012 № 12.;
2. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Термины и определения. Введ. 1979.07.01//М.: Стандартиформ:2009;
3. Сазонникова Н.А. Статистические методы контроля и управления качеством. Часть 1 : учеб. пособ. / Н.А.Сазонникова. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – 232 с.: ил.

И.А. Лавриненков

**АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ДРУГИЕ
НЕОТЛОЖНЫЕ РАБОТЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ ОПОЛЗНЕЙ И СЕЛЕЙ**

*Инженерно-технологический факультет,
кафедра «Техносферная безопасность и сертификация производств»
Научный руководитель – доцент С.А. Дьяков.*

После смещения оползня и сели в уцелевших строениях и сооружениях проверяется состояние стен, перекрытий, выявляются повреждения линий электро-, газо-, и водоснабжения. Спасательные работы проводятся с целью спасения людей и подразделяются на четыре основных этапа: обнаружение пострадавших; обеспечение доступа спасателей к пострадавшим; оказание пострадавшим первой медицинской помощи; эвакуация пострадавших из зон опасности.

Поиск пострадавших представляет собой совокупность действий, направленных на обнаружение, выявление местонахождения и состояния людей, установление с ними связи и определение объема и характера необходимой помощи. Деблокирование пострадавших представляет собой комплекс организационных мероприятий и технологических операций, выполняемых спасательными формированиями по обеспечению доступа к людям, находящимся в грунтовых завалах, блокированных помещениях, под селевыми отложениями и в скальных трещинах, с целью оказания им необходимой помощи и эвакуации в безопасные места. Эвакуация пострадавших – это комплекс мероприятий по организованной и скорейшей доставке людей в безопасные места или лечебные учреждения. Пострадавшие эвакуируются в два этапа: из мест блокирования до рабочей площадки и с рабочей площадки до пункта сбора или непосредственно в лечебные учреждения.

Один из наиболее крупных оползней в России произошел в декабре 2018 года в Хабаровске. Оползень, который перекрыл реку Бу-

рея в Хабаровском крае, стал одним из крупнейших в стране за последние годы. Он произошел по естественным причинам. Это классический обыкновенный оползень, который сошел с очень крутого склона Буреи. По словам специалиста, масса сошедшего грунта, по предварительным подсчетам, составляет 3-4 млн. тонн. Глубина в этом месте составляет около 70 метров.

Эксперт отметил, что причины оползней в основном одинаковы: потеря устойчивости грунта из-за того, что в основании склона нет упора, а у подножья крутой склон. Растительность и грунт у подножья постепенно вымывались водой, когда ее уровень поднимался. Постепенно склон достиг такого состояния, когда оползень должен был произойти, отметил эксперт. Высота стенки, с которой сошел оползень, составила около 150 метров, ширина - около 300 метров, рассказал собеседник после осмотра места происшествия.

При этом он отметил, что никаких пагубных последствий оползня сейчас нет, на работе Бурейской ГЭС это не отразится. Весной там могут быть некоторые проблемы, потому что, если будет большое количество воды в реке Бурея и ледоход, эта плотина помешает льду, может возникнуть затор, за ним поднимется уровень воды, и это может угрожать окрестным населенным пунктам. Самый близкий населенный пункт к месту оползня - поселок Чекунда, который находится в 80 километров.

В настоящее время последствия ликвидированы и не представляют угрозы для населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Справочник спасателя: Книга 3: Спасательные работы при ликвидации последствий обвалов, оползней, селей, снежных лавин. /ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – 184 с: ил.
2. Перекрывший реку Бурея в Хабаровском крае оползень стал одним из крупнейших в РФ. Режим доступа URL:<https://habarov.today/2018-12-26/perekrivshiy-reku-bureya-v-habarovskom-krae-opolzen-stal-odnim-iz-krupneyshih-v-rf-video>. (Дата обращения 1.03.2019).

М.А. Костерин

ОБЗОР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

*Инженерно-технологический факультет, кафедра
«Техносферная безопасность и сертификация производств»
Научный руководитель - к.т.н., доцент И.А. Башарина*

Дроны-спасатели могут быть использованы для спасения людей, которые оказались на верхних этажах высотного здания и если пути к спасению для человека перекрыты огнем, едким дымом или завалами. Подлетая к месту нахождения, дрон в воздухе разворачивает сетку, на которую должен прыгнуть находящийся в беде человек. Инженеры предлагают отправлять дроны на место пожаров в сборном виде. По мере приближения к месту пожара, дрон разделяется на четыре составляющие, между которыми натянута прочная спасательная сетка. Испытания показали, что люди могут прыгать на растянутую сетку, не опасаясь, что она порвётся. После того, как человек окажется на сетке, дроны транспортируют его в безопасное место.

Экзоскелет пожарного способен с большой скоростью и без усилий для человека подняться на любую высоту, при помощи него пожарный может не просто передвигаться быстро он может бежать не испытывая при этом физической нагрузки и усталости.

-Костюм может поднимать грузы до 100 кг.

-Экзоскелет крепится за боевую одежду пожарного.

-Вес костюма всего 23 кг.

-Компактность костюма и удобное размещение в отсеках пожарных автомобилей. Длина его составляет 1,6 м.

-Дополнительно в руку встраивается рукав высокого давления.

-Защищает человека от физических воздействий.

Он оборудован удобными джойстиком позволяющие пожарному управлять системой, сам компьютер отвечающий за движение установлен на спине и двумя батареями, что позволяет работать бесперебойно около 2-х часов.

Роботизированный комплекс-разведчик змеевидного типа. Над ним работает Научно-исследовательский центр Академии гражданской защиты МЧС России.

Сейчас изобретатели разрабатывают технические требования. Уже ясны габариты разведчика, который будет похож на небольшого удава. Длина - не более метра, толщина - до 6 сантиметров, гибкость и умение развернуться на квадрате 20x20 см. Параллельно ученые решают пару сложнейших задач.

Исследуют возможность поставить работа на гусеницы и обеспечить связь с оператором. Плотные завалы гасят радиосигнал, а спасатели должны полностью сохранять контроль над механизмом, видеть то же, что и он, наладить общение с раненым, если он будет обнаружен. Мозги змеи - уже начали разрабатывать. Чтобы она смогла доползти до назначенной точки. Будучи оснащена видеокамерой, обнаружить пострадавших, передать о них информацию, или же, если она пробирается в зараженный блок, с помощью газоанализатора определить степень опасности, чтобы спасатели смогли принять правильное решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Экзоскелет суперпожарный. Режим доступа URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/ekzoskelet-super-pozharnyj> (Дата обращения 21.03.2019);
- 2 Умная змея будет спасать людей. Режим доступа URL: <https://m.samara.kp.ru/daily/26603.1/3620244/> (Дата обращения 21.03.2019).

Т.Д. Фомина

КАЧЕСТВО 4.0 И ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

*Инженерно – технологический факультет, кафедра «Техносферная
безопасность и сертификация производств»*

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Айдаров Д.В.

В данной работе рассмотрены происходящие в современном мире кардинальные технологические изменения в промышленности, которые затрагивают жизнь каждого человека, деятельность каждой организации, определяют формирование новых бизнес-моделей и стратегий успешного развития. Передовые производственные технологии на базе концепции «Индустрия 4.0» являются важным фактором долгосрочного устойчивого развития производственной отрасли.

Четвертая промышленная революция является преобразованием, которое позволяет собирать и анализировать машинные данные, что делает быстрым, гибким и эффективным производство высококачественной продукции с более низкими затратами. Эта промышленная революция повысит производительность труда, стимулирует экономический рост, изменит саму экономику и профиль рабочей силы, позволит повысить конкурентоспособность компаний и регионов [1].

Безусловно, мир только вступает в эпоху четвертой промышленной революции, поэтому «возможности и опасности» только начинают проявляться. Можно сказать, что четвертая промышленная революция, хоть и не оказала пока значимого воздействия на производительность труда в международном масштабе, однако коренным образом изменила характер продуктов, которые являются объектами купли-продажи и гражданского оборота в более широком смысле.

Традиционное разделение товаров на продукцию, работы и услуги больше не отражает многообразия разрабатываемых и предлагаемых к распределению нематериальных благ. Благодаря кумулятивному воздействию передовых технологий индустрии 4.0 происходит постепенное превращение продуктов в сервисы, изменение моделей создания ценности.

Индустрия 4.0 изменяет содержание и соотношение категорий потребления, ожиданий, ценности, качества и потребительского опыта, что требует трансформации традиционных взглядов и подходов к менеджменту качества. Переосмысление ключевых концепций последнего привело к появлению понятий «качество 4.0» и «открытое качество».

Таким образом, качество в индустрии 4.0 означает глубокую интеграцию менеджмента качества в производственный процесс. Содержание термина «открытое качество» связано с реализацией новой стратегии в области качества, когда все характеристики качества любого продукта или услуги создаются, производятся, продвигаются и реализуются на основе открытого и прозрачного подхода для различных групп заинтересованных сторон.

Качество 4.0 основано на устранении разрыва между требованиями потребителей и свойствами продукции, который возникает из-за необходимости адаптации массовой продукции к индивидуальным потребностям человека или организации. Массовая кастомизация, сплошной контроль качества продукции, информация о качестве и удовлетворенности в режиме реального времени, интеграция всех функций менеджмента качества через искусственный интеллект, интернет вещей и анализ больших данных являются теми инструментами, которые позволят устранить этот разрыв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Scalabre O. Embracing Industry 4.0 — and Rediscovering Growth // <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-indust>.

**СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ, РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ,
ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ
НЕФТЕСЕРВИСНЫХ УСЛУГ»**



ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЛИНЗ

*Нефтетехнологический факультет, кафедра «Геология и геофизика»
Научный руководитель – старший преподаватель Е.В. Гусева*

В настоящее время в мире ежегодно добывается более 4 млрд. тонн сырой нефти, при добыче, транспортировке и переработке которой теряется около 50 млн. тонн нефти и нефтепродуктов, что приводит к глобальному загрязнению окружающей среды нефтяными углеводородами и потере сырья. Подобная проблема коснулась таких нефтедобывающих районов России, как Западная Сибирь, Среднее и Нижнее Поволжье и др. [3]. Под многими нефтехранилищами, складами и предприятиями скопились гигантские нефтяные «линзы». Причем линза из нефтепродуктов постоянно мигрирует [1]. Примером этого является огромное нефтяное озеро размером в 10 квадратных километров под одним из НПЗ, находящимся в центральной части России.

В нашей работе мы проанализировали возможность использования геологического моделирования при построении техногенных линз. Вопрос о создании цифровой геологической модели нефтяной линзы под НПЗ является достаточно актуальным. Помимо функций визуализации, мониторинга движения линзы, можно отметить и ориентировочную оценку запасов техногенных залежей. Однако четкой методики по созданию геологической модели таких объектов до сих пор не выработано. Связано это со спецификой нефтяной линзы. В отличие от традиционного месторождения линза залегает на глубине 2-100 м. и располагается в грунте, пластовое давление достигает 0,1-1,03 МПа, мощность слоя нефтепродуктов у подобных техногенных линз 0-15 м. [2].

На первом этапе было проведено построение и анализ карт толщин нефтяной линзы под НПЗ за период 2014, 2018 и начало 2019 годов. Для построений карт толщин была использована программа Surfer (GoldenSoftware). В качестве метода интерполяции был использован метод Кригинг. В результате были получены карты толщин нефтяной линзы с интервалом в 1 месяц. Всего было построено 16 карт. Для анализа линз используются построенные нами карты 2014, 2018 и начало 2019 гг. За конец 2018 - начало 2019 гг. линза испытывала достаточно сильные колебания, мощность варьируется от 13 до 5 метров, и для более точного анализа, нужны данные за март, апрель и май. В сравнении ноябрь-2014 и ноябрь-2018 гг. линза достаточно расширилась и углубилась на 2 метра. Увеличилась толща с 11 метров до 13 метров. Декабрь-2014 и Декабрь-2018 линза расширилась, но не углубилась. Тоже, что и в декабре происходит и в сравнении Январь-2014 и Январь-2019. Февраль-2014 и Февраль-2019 линза сильно видоизменилась, расширилась и толща углубилась на 1,4 метра. Таким образом, анализируя карты толщин, мы выявили несколько закономерностей. Во-первых, перемещение линзы зависит от времени года, например, весной при притоке грунтовых вод линза перемещается и становится значительно больше, а в осеннее время линза имеет незначительные колебания. Во-вторых, линза с каждым годом увеличивается в размерах. В-третьих, глубина линзы зависит только от выбросов НПЗ. Один из минусов программы Surfer является искусственное построение с завышенными показателями из-за отсутствия данных на каком-либо участке (ЮЗ построенных карт). На данный момент у нас нет данных, чтобы спрогнозировать движение линзы на ЮЗ, поэтому мы рекомендуем для решения этой проблемы пробурить наблюдательную скважину.

А.А. Кондратюк

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЯНОКИСЛОТНЫХ
ОБРАБОТОК СКВАЖИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПОДГОТОВКИ НЕФТИ**

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Эксплуатация и обслуживание объектов нефтедобычи»
Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Коновалов*

Для поддержания высокого уровня углеводородов на добывающих предприятиях проводят различные геолого-технические мероприятия, среди которых наиболее часто используются солянокислотные обработки (СКО). После проведения СКО непрореагировавшая соляная кислота (HCl) присутствует в скважинной продукции и приводит к осложнениям процессов подготовки нефти на промысле. Возникает необходимость проведения исследований, направленных на установление оптимального расхода деэмульгатора для разрушения ВНЭ, возможного осадкообразования при взаимодействии соляной кислоты с нефтью, изменения дисперсности и межфазного натяжения ВНЭ в присутствии соляной кислоты, что и являлось целью настоящей работы. Экспериментальные исследования проводились для ВНЭ с обводненностью 50 %. Для приготовления эмульсии использована нефть со следующими характеристиками: плотность - 870 кг/м^3 , вязкость при 20°C - 14,36 сПз. В качестве водной фазы использовалась минерализованная пластовая вода – 246 г/л. Исследование проводили в присутствии промышленного деэмульгатора. Эмульсия готовилась с использованием высокооборотистой лабораторной мешалки. Использовались следующие методы исследования: микроскопирование (микроскоп Альтами БИО 2), степень и скорости обезвоживания (метод «Bottle test»), межфазное натяжение (МФН) на границе раздела фаз «нефть – пластовая вода – HCl» (видеотензиометр SVT15N, DataPhysics). На первом этапе работы выполнена оценка влияния HCl на дисперсность ВНЭ. Резуль-

таты микроскопирования приготовленных эмульсий подтвердили прямую зависимость снижения среднего диаметра и дисперсии от увеличения концентрации HCl, что оказывает влияние на устойчивость эмульсии. Выполнялись исследования по оценке изменения межфазного натяжения на границе раздела фаз «пластовая вода-нефть» в присутствии HCl. Характер изотермы межфазного натяжения от концентрации HCl одинаков при различных дозировках деэмульгатора: кривые имеют ярко выраженный минимум при концентрации 1100-1200 ppm, но при дальнейшем увеличении концентрации HCl наблюдается увеличение МФН (в присутствии деэмульгатора увеличении не существенно). Это явление может проходить за счёт реагирования HCl с компонентами нефти, которое приводит к протонированию смол и асфальтенов, и образованию осадка. Были проведены дополнительные исследования осадкообразования при взаимодействии HCl с нефтью. Результаты исследований позволили установить, что HCl в нефти провоцирует образование осадка, особенно при концентрации свыше 0,1 % мас. Далее исследовали обезвоживание ВНЭ при концентрации HCl от 0 до 2155 ppm и в присутствии различных дозровок деэмульгатора. По результатам исследования определена зависимость оптимального расхода деэмульгатора от концентрации HCl. По результатам проведенных экспериментальных исследований сформированы следующие выводы: с повышением концентрации HCl происходит снижение среднего размера капель дисперсной фазы и дисперсии, наблюдается взаимодействие HCl с компонентами нефти, что ухудшает процесс разделения ВНЭ; исследования МФН на границе раздела фаз «нефть-пластовая вода» показали, что повышение содержания деэмульгатора и HCl снижает уровень МФН, но при концентрации HCl 1300-1400 ppm наблюдается дальнейшее повышение МФН, которое может быть связано с уменьшением размеров капель дисперсной фазы и образованием агрегатов при взаимодействии HCl со смолами и асфальтенами нефти; на основании проведенных исследований для выбранного объекта испытаний определена зависимость оптимального расхода деэмульгатора от содержания соляной кислоты в ВНЭ.

А.С. Дормидонтов

ОБОРУДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО КРЕПЛЕНИЯ СКВАЖИН

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Бурение нефтяных и газовых скважин»
Научный руководитель – к.т.н. доцент П.А. Гаранин*

На сегодняшний день, в 30 процентах случаев при работе с оборудованием локального крепления скважин, нефтяные компании сталкиваются с осложнениями на буровых, что влечет за собой производственное время буровой, а значит нефтяная компания несет огромные экономические потери.

Мною было принято решение как можно подробно рассмотреть один из таких инцидентов. Был проведен анализ выявления возможных причин возникновения подобных инцидентов, была собрана и обработана статистическая информация о возникновении инцидентов при работе с «оборудованием локального крепления скважин» на месторождениях Волго-Уральского региона в нескольких нефтяных компаниях.

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы и рекомендации.

1. Было выявлено не полное раскрытие оборудования локального крепления скважин из-за скопившегося шлама в интервале расширения.

2. Необходима срочная оптимизация логистики большинства нефтяных компаний. Нужно улучшить взаимосвязь важных частей нефтяных компаний, а также взаимосвязь с подрядчиком.

3. Необходимо разработать регламент, который обозначит четкие временные рамки при работе с оборудованием локального крепления скважин.

4. Была отмечена необходимость в разработке и использовании нового оборудования для боковой промывки ствола скважины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полевые документы (акты, дневники, ГТНы) с различных месторождений
2. Кузнецов В.Г., Гречин Е.Г., Никифоров Д.А., Савин Е.Н. Аспекты оптимизации процесса бурения наклонно направленных скважин. // Журнал «Известия высших учебных заведений. Нефть и газ» 2017 Н. 3 С. 61-65
3. Абрахамов Г.С. Крепление скважин расширяемыми трубами. Учебное пособие. 2003г.

Д.В. Майоров, А.М. Евсеева

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РАЗРЕЗОВ И СОДЕРЖАЩЕЙСЯ ПАЛЕОФАУНЫ НИЖНЕКАЗАНСКОГО ПОДЪЯРУСА В ОКРЕСТНОСТЯХ С.П. БАЙТУГАН САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ.

Нефтетехнологический факультет, кафедра «Общая физика, геология и физика нефтегазового производства»

Научные руководители – ст. преп. Н.М. Иванова, к.ф.-м.н., директор Геолого-минералогического музея СамГТУ А.А. Сидоров

Осенью 2018 года состоялись полевые выезды студентов и сотрудников СамГТУ на северо-восток Самарской области в Камышлинский район. Близ с. Русский Байтуган было найдено новое искусственное обнажение пород по прокладываемой газотрассе, у реки Верхний Колок (см. рисунок).



Работа студентов на газотрассе.

Майоровым Д. было сделано послойное описание разреза пород и сбор образцов из этих слоев. На кафедре был проведен рентгенофазовый анализ (РФА) для определения минералогического состава пород, а так же анализ на определение доли нерастворимых примесей в карбонатных породах путем растворения образцов в растворе HCl. По

результатам установлено, что породы представлены глинистыми известняками и мергелями.

Характерно обилие в породах окаменелых остатков морских организмов: разнообразных брахиопод, мшанок, одиночных кораллов, конулярий, двустворчатых моллюсков, криноидей. Собрана коллекция окаменелостей, как на новом обнажении, так и на ранее известных в районе с.п. Байтуган.

В дальнейшем, в лабораториях кафедры проводилась отмывка образцов, сортировка и препарирование. Окаменелости распределены по отрядам, семействам, родам и видам, сделана привязка по возрасту к общей стратиграфической шкале. По комплексу окаменелостей удалось установить возраст вскрытых траншеей пород – байтуганские слои немдинского горизонта нижнеказанского подъяруса пермской системы. Именно этот район является стратотипическим для пород данного возраста, что определяет значимость проводимых здесь исследований.

Евсеева А. занималась изучением собранных окаменелостей брахиопод, относящихся к отряду Теребратулиды. Для определения видов измеряла размеры раковины, макушки, апикального угла и т.д. В ходе проведённой работы было препарировано 19 образцов, отнесенные к 4 семействам. В соответствии с публикацией Т.Н. Смирновой [2], были определены 7 видов теребратулид: *Beecheria angusta*, *B. samarica*, *B. curva*, *Dielasma subelongatum*, *D. jakowlewi*, *D. elleptica*, *Compositelasma evolutum*. Ведется работа по изучению теребратулид и из других обнажений данной местности, коллекция пополняется, видовой состав уточняется.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Форш Н.Н. Пермские отложения. Уфимская свита и казанский ярус // тр. ВНИГРИ, вып. 92 // Л.: Гостоптехиздат, 1955. – 156 с.
2. Smirnova T.N. Permian Terebratulids of Eurasia: Morphology, Systematics, and Phylogeny // Paleontological Journal. 2007. Vol. 41. №7. pp 707-813.

**СЕКЦИЯ «ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА»**



РАСЧЕТ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ СТЕНКИ РВС С УЧЕТОМ СВАРНЫХ ШВОВ

*Нефтетехнологический факультет, кафедра «Машины и
оборудование нефтегазовых и химических производств»
Научный руководитель – доцент, к.ф.-м.н. М.В. Петровская*

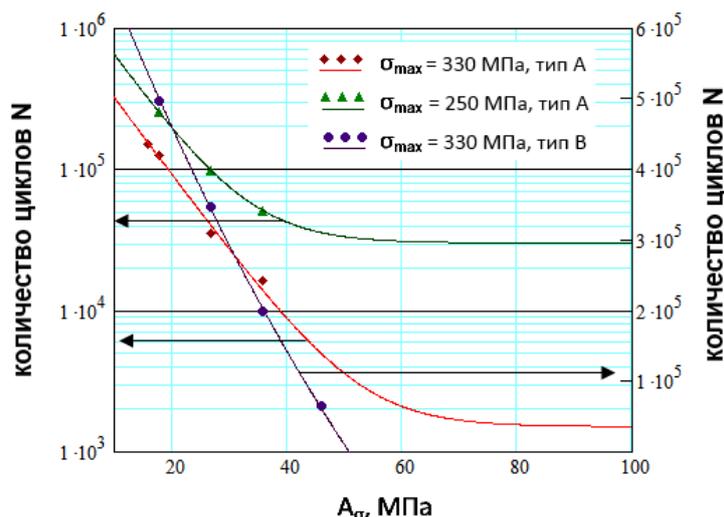
Надежная и долговечная работа резервуаров зависит от цикличности нагружения и амплитуды напряжения от наполнения – опорожнения. Анализ накопленной на данный момент эксплуатационной статистики показал, что напряженно-деформированное состояние при малоцикловых нагрузках вызвано упругими деформациями. Большинство хрупких разрушений возникает от сварочных дефектов или трещин малоцикловой усталости вблизи мест концентраций напряжений, чаще всего в местах стыка стенки резервуара с днищем и в монтажном вертикальном стыке стенки при наличии в этой зоне отклонения формы стенки от проектной.

Усталостное разрушение происходит в три этапа. На начальном этапе появляются микротрещины. Этот этап отнимает от 50 до 75% усталостного ресурса конструкции. Следующий этап характеризуется разрастанием трещин с увеличением скорости под действием внешних переменных нагрузок. Третий этап – разрушение. В этот момент времени конструкция непредвиденно разрушается, так как оставшаяся толщина материала не способна противодействовать внешним силам.

При эксплуатации РВС в режиме циклического нагружения уровень заполнения составляет от 85 до 90% максимально допустимого взлива. Проведенные расчеты показали, что при таком режиме эксплуатации максимальные напряжения в стенке РВС-20000 достигают 200-240 МПа, что составляет около 70% предела текучести. Мо-

делирование проводилось в программном комплексе Ansys, материал резервуара – сталь 09Г2С.

Нами была проведена аппроксимация экспериментальных данных из статьи [1], и получены зависимости между количеством циклов до разрушения образца N и амплитудой напряжений A_σ . Формулы трехпараметрической регрессии экспонентой получены в MathCad, а соответствующие графические результаты представлены на рисунке.



Зависимость количества циклов до разрушения образца от амплитуды изменения напряжения A_σ . Тип А – с визуально различимыми допустимыми дефектами сварного шва, тип В – без сварного шва.

Для материала сварных швов с допустимыми дефектами при расчете РВС-20000 наиболее близко подходит зависимость

$$N_{250}(A_\sigma) = 2.34 \cdot 10^6 \cdot \exp(-0.13 A_\sigma) + 29900$$

которая для амплитуды 40 МПа дает количество циклов до разрушения в 3 раза меньшее, чем для стали без швов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кусков, К.В. Малоцикловая усталость сварных соединений стали 09Г2С / К.В. Кусков, И.М. Ковенский // Вестник Магнитогор. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2012. – № 3. – С. 41–44.

М.А. Нефедов

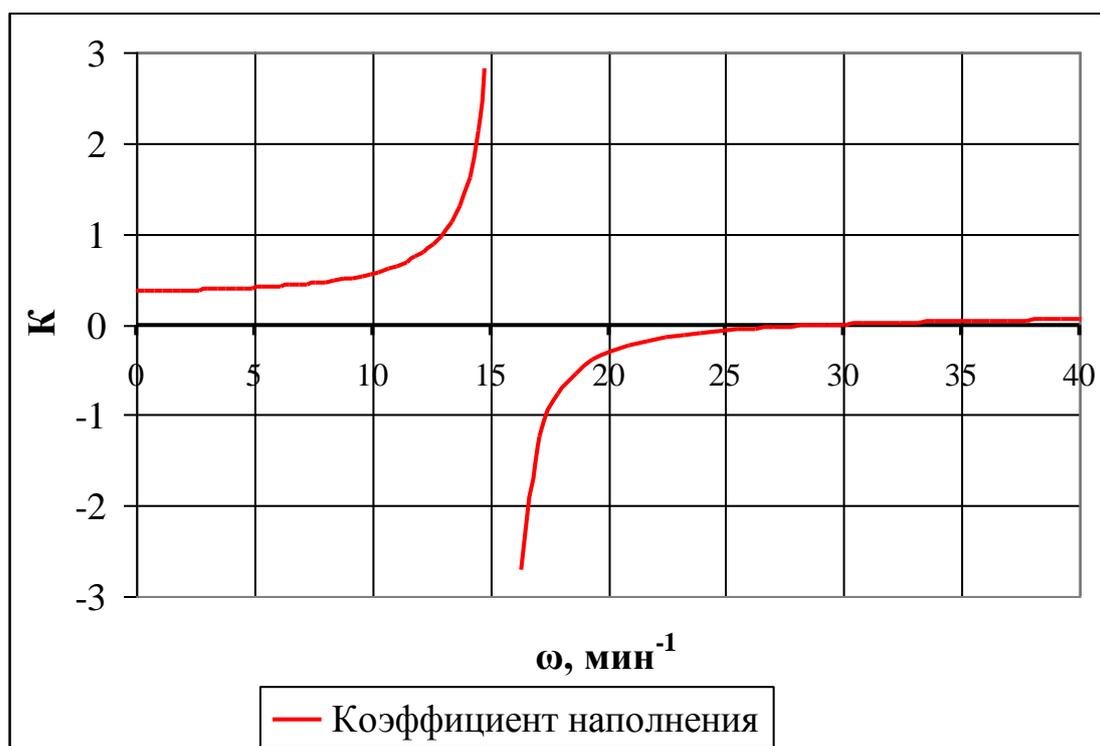
УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПОДБОРА ШТАНГОВОГО НАСОСА

*Нефтехнологический факультет, кафедра «Машины и
оборудование нефтегазовых и химических производств»
Научный руководитель – профессор, к.т.н. В.Л. Папировский*

Зачастую, на нефтяных промыслах встречается такое явление как различие фактической подачи глубинного штангового насоса и расчётной. В некоторых случаях подача отличается в большую сторону от предельного своего значения, полученного по уже существующим методикам расчёта, а в остальных иногда может равняться нулю.

Причиной такого явления является в том, что при расчёте не учитывается одно из главных условий – динамические явления в колонне НКТ. В начале хода вверх скважинная жидкость сжимается, НКТ растягиваются в радиальном направлении и одновременно растягиваются насосные штанги. Ход плунжера в реальных условиях значительно отстаёт от хода головки балансира. При обратном ходе и перемене знака инерционного давления НКТ сокращаются, штанги укорачиваются, вследствие чего плунжер снова отстаёт в движении от балансира. При ходе вниз все давление жидкости передается на трубы, и они удлиняются, приходя в колебательное движение. Вследствие этих процессов изменяется коэффициент наполнения ШГН, который будет зависеть от числа оборотов насоса. Все эти явления, объясняемые упругостью жидкости, НКТ и штанг, связаны с наличием воздушного колпака и гидравлическими ударами.

Расчёты в этой работе были выполнены при помощи методики Лейбензона, которая в своё время не нашла своего применения в нефтегазовой отрасли из-за своей сложности.



Зависимость коэффициента наполнения насоса K от частоты действия привода насоса ω (ходов в минуту).

На рисунке показана зависимость коэффициента наполнения насоса от числа качаний при спуске насоса на глубину 1500м. Из данной зависимости можно увидеть, что с левой части график приближаясь к зоне резонанса резко начинается стремиться к бесконечности, а с правой стороны наоборот, подача насоса стремится к нулю.

Следует отметить, что подача насоса вблизи резонансной зоны ограничивается затуханием колебаний. Значения коэффициента затухания будут установлены в дальнейших исследованиях. На настоящее время можем предположить, что характер изменения подачи будет подобен приведённому.

По окончании данного исследования может быть предложена методика подбора режима работы установки скважинного насоса по параметрам скважины, обеспечивающая наилучшую подачу насоса.

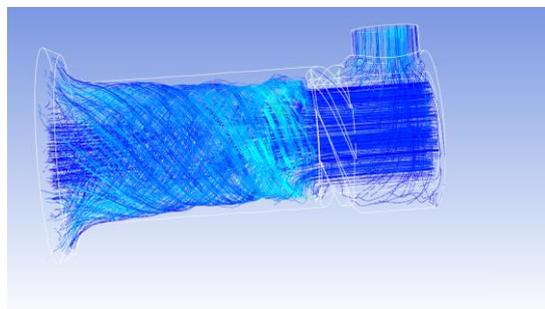
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО СМЕШАННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ГОРЕЛКЕ ТИПА АГГ-3М С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS

*Нефтехнологический факультет, кафедра «Машины и
оборудование нефтегазовых и химических производств»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.С.Печников*

В трубчатых печах с излучающими стенами топки для процессов нефтегазопереработки широко применяются вихревые плоскопламенные горелки типа АГГ. Для создания равномерного температурного поля излучающей кладки печей за счет веерных настильных факелов необходимо в первую очередь обеспечить высокую степень равномерности выходных потоков топливо-воздушной смеси из сопла горелок. Неравномерность выходного газо-воздушного потока из сопла горелки связана с закруткой его в нескольких каналах завихрителя и геометрией проточной части от выходных каналов завихрителя до среза сопла. Была разработана математическая модель процесса горения для горелки типа АГГ. Сначала была построена твердотельная геометрическая модель внутреннего исследуемого пространства проточной части горелки, размерами соответствующая стандартной горелке АГГ-3М по каталогу завода-изготовителя. Далее, построенная геометрическая модель была импортирована в ANSYS Workbench, решатель Fluent, где была сгенерирована сетка конечных элементов. Для каналов завихрителя шаг расчетной сетки составил $1,4 \cdot 10^{-4}$ м, для всех остальных зон он был принят $2,8 \cdot 10^{-4}$ м. Граничные условия – давление и скорость на входе, давление на выходе. Модель турбулентности - k-ε Realizable. Для смешения была использована модель перемешивания Species Transport, смесь methane-air из встро-

енной библиотеки Fluent. Температура была задана согласно стандартным условиям, $293,150\text{K}=20^{\circ}\text{C}$, давление воздуха, подсасываемого горелкой равно атмосферному, давление газа - 120кПа, согласно техническому паспорту компрессора в лаборатории.

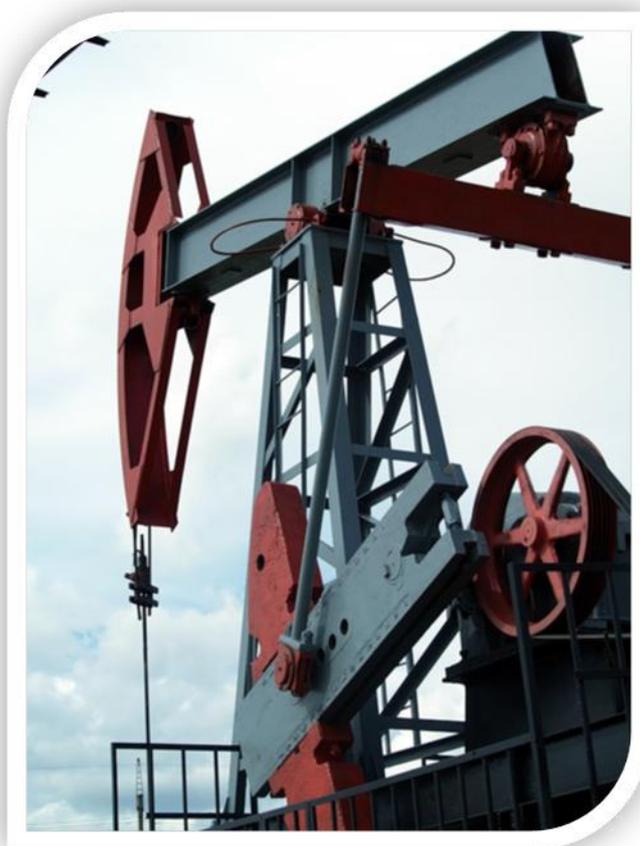
Расчет горения производится как модификация расчета смешения компонентов с добавлением необходимой модели горения. Также, в расчет добавляются вещества, являющиеся конечными продуктами горения. Для модификации, в модель перемешивания Species Transport были добавлены



Линии тока в проточной части горелки АГГ-3М

объемные реакции - Volumetric, с вариантом реакционного механизма «вихревого распада» - Eddy Dissipation. Этот механизм основан на предположении, что скорость химических превращений намного превышает скорость смешения компонентов, то есть сгорание компонентов происходит сразу же после их перемешивания. Из-за реакционного механизма в модели отсутствует возможность реализовать подсос первичного воздуха из атмосферы, что в свою очередь влияет на температуру и размеры выходного факела. В настоящее время ведутся работы по решению данной проблемы. Создание виртуальных моделей горелок, аналогичных данной, открывает перед нами следующие перспективы: - удешевление проектирования и повышение надежности принимаемых конструкторских решений; - снижение затрат на непосредственное изготовление натуральных опытных образцов; - снижение производственных затрат и повышение эффективности работы печных агрегатов путем совершенствования конструкции существующих горелочных устройств. Верификация модели осуществляется с помощью сопоставления результатов расчетов с соответствующими данными, полученными при огневых испытаниях горелки, проведенных сотрудниками кафедры МОНХП и завода-изготовителя горелочных устройств типа АГГ.

**СЕКЦИЯ «ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ»**



**ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ
ПАРАФИНОВ**

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Трубопроводный транспорт»
Научный руководитель –к.п.н, доцент Г.М. Орлова*

Нефть с высоким содержанием парафинов имеет положительную температуру застывания, и транспортируется в основном специальным методом «горячей» перекачки.

На режим работы «горячего» трубопровода влияют как изменение свойств перекачиваемой нефти из-за изменения температуры по длине трубопровода, так и осаждение парафина на стенках трубопровода, которое возможно при температуре выше температуры застывания нефти, что приводит к увеличению гидравлических сопротивлений в трубопроводе и снижению эффективности его работы. Значительные энергозатраты при данном способе перекачки требуют оптимизации технологического процесса транспорта такой нефти. На эффективность перекачки нефти с высоким содержанием парафинов оказывают влияние: температура застывания, температура окружающей среды, диаметр трубопровода, производительность перекачки, коэффициент шероховатости внутренней поверхности стенки трубопровода.

В работе проведены расчеты: средней толщины парафиновых отложений на внутренней стенке трубопровода в зависимости от вышеперечисленных факторов; необходимой периодичности очистки трубопровода, температуры нагрева нефти, предотвращающей ее застывание при остановке перекачки в течение 72 ч и давления сдвига застывшей в трубопроводе нефти.

Анализ результатов расчетов показал, что:

1. Эффективность перекачки высокопарафинистой нефти зависит от толщины отложений на стенке трубопровода, очистку трубопровода необходимо проводить при снижении производительности на 3 %, т.о. периодичность очистки также зависит от толщины отложений;

2. Увеличивают толщину отложений: большое содержание парафинов в нефти, разность температур нагрева нефти и окружающей среды, шероховатость внутренней стенки трубопровода;

3. Уменьшает толщину отложений увеличение диаметра трубопровода,

4. Производительность перекачки влияет неоднозначно при различных диаметрах;

5. Увеличение температуры нагрева нефти, производительности перекачки и диаметра трубопровода способствует увеличению времени безопасной остановки трубопровода;

6. Время безопасной остановки можно увеличить, предварительно нагревая нефть до более высокой температуры или применяя депрессорную присадку.

7. Давление, необходимое для сдвига застывшей нефти превышает допустимое давление и предварительно необходимо использовать подогрев.

8. Все перечисленные факторы влияют на эффективность перекачки высокопарафинистой нефти совместно и могут ослаблять или усиливать действия друг друга.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дегтярёв В.Н. Перекачка высоковязких и застывающих нефтей. – Самара, 2006.;

В.О. Коробко

МОДЕЛЬ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЁТА СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Машины и оборудование нефтегазовых и химических
производств»*

Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.А. Крючков

На любом предприятии существует система оборотного водоснабжения, предназначенная для охлаждения промышленной воды. Данная система очень громоздкая и требует очень больших эксплуатационных затрат, из-за перекачки значительного объёма жидкости, поэтому здесь имеется большое количество возможностей по поиску способов повышения энергоэффективности данной системы.

Один из наиболее простых способов повышения энергоэффективности, это уменьшение потребления электричества, затрачиваемого на перекачку жидкости, путём установки на насос блока частотного регулирования, а также просмотр схемы на наличие узких мест, устранение которых позволит снизить гидравлическое сопротивление всей системы, что дополнительно позволит снизить потребляемую энергию на перекачку жидкости.

Для определения количества затраченной энергии на перекачивание жидкости необходимо провести комплексный расчёт всей системы в целом, технологический и гидравлический расчёт. Подобные расчёты возможно проводить с помощью программы «МиР ПиА», для технологических расчётов всех аппаратов, но в ней не было заложено гидравлических расчётов. Так как программа разрабатывается на кафедре «Машины и оборудование нефтегазовых и химических производств», было решено произвести и добавить в неё методику гидравлического расчёта.

Для составления методики гидравлического расчёта были выведены зависимости гидравлических сопротивлений по графикам и таблицам [1], которые после этого были внесены в программу «МиР ПиА» и была получена расчётная схема (рис.1.), позволяющая производить расчёт гидравлического контура.

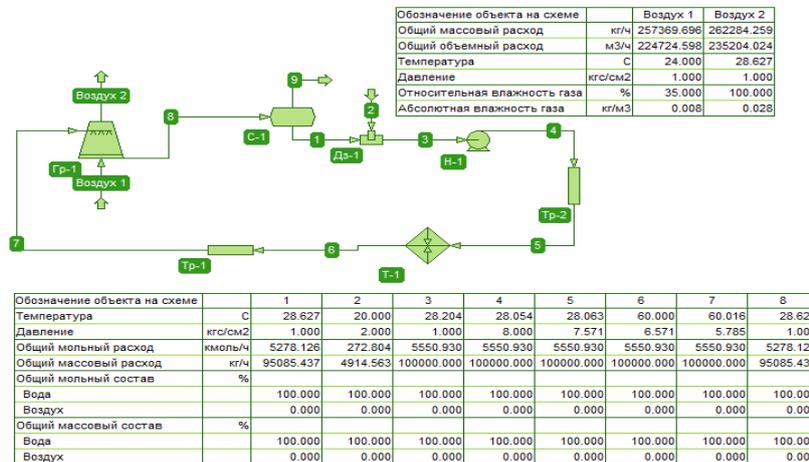


Рис. 1. Расчётная схема системы обратного водоснабжения

В таблице на расчётной схеме (рис. 1.) видим, что на входе в гидрину высокое давление, которое нам не требуется. Таким образом насос выдаёт избыточный напор, и его можно уменьшить, уменьшив потребляемую мощность (рис.2.)

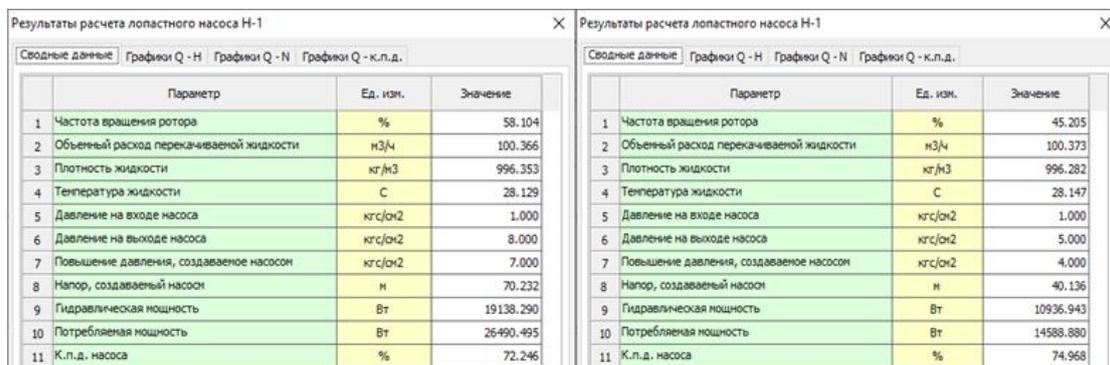


Рис. 2. Сравнение результатов расчёта лопастного насоса

Таким образом, теперь можно одновременно делать технологический и механический расчёты систем обратного водоснабжения, что облегчит расчёт энергоэффективности подобных систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям // М., «Машиностроение». 1975

Д.Н. Пехтерев, Е.А. Епишкин, К.В.Царев

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА
ПРОХОЖДЕНИЕМ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ
ПО НЕФТЕПРОВОДУ**

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Трубопроводный транспорт»
Научные руководители: доцент В.И. Пименов,
к.т.н., доцент Д.А. Мельникова*

На сегодняшний день для контроля над прохождением средств очистки и диагностики по трубопроводу на внутритрубных приборах устанавливают низкочастотные передатчики. Такая технология контроля прохождения снарядов по магистральному нефтепроводу не эффективна, потому как требует использования рабочей силы, транспорта и не исключает человеческий фактор.

Контроль над движением средств очистки и диагностики по трубопроводу может осуществляться путем спутникового мониторинга. Приемник определяет координаты снаряда и передает эту информацию радиопередатчику, тот в свою очередь передает информацию о местоположении в систему диспетчерского контроля и управления. Недостатком является то, что сигнал может приходиться со значительными задержками или искажениями, либо не доходить вовсе.

В таком случае стоит рассмотреть применение бесплатформенных инерциальных навигационных систем на основе микроэлектромеханических гироскопов и акселерометров, которые позволяют увеличить точность определения координат объекта. Они уже применяются в многоканальных профиломерах и дефектоскопах АО «Транснефть-Диаскан» для определения положения трубопровода. Следует отметить, что данная технология является дорогостоящей и

позволяет определить траекторию движения снаряда только после завершения внутритрубной диагностики.

Нами было разработано устройство «Дятел», которое решает задачу определения застрявших в трубопроводе снарядов. Это устройство представляет собой кривошипно-ползунный механизм, приводимый в движение электроприводом, а также смежную с ним щетку для очистки стенки трубы от АСПВ перед началом работы устройства. Корпус устройства защищает от механических повреждений, контактов с содержимым трубопровода и загрязнения. Обеспечение устройства электроэнергией осуществляется за счет аккумуляторов электроэнергии, что обеспечивает автономную работу устройства. Ударный механизм устройства «Дятел» оснащен жесткой пружиной, обеспечивающей работу устройства при сужении трубопровода.

Возникающий в результате удара звуковой сигнал передается по металлу в две стороны и принимается виброакустическими датчиками, расположенными с двух сторон по краям отрезка трубы, в котором находится снаряд. Далее осуществляется корреляционный анализ, имея длину участка и скорость звука в металле, координаты места остановки снаряда можно определить с точностью 0.82...2.67 м.

К преимуществам предлагаемого устройства можно отнести независимость от внешних условий, автономность работы и дешевизну по отношению к другим системам слежения за прохождением средств очистки и диагностики по трубопроводу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОР-75.180.00-КТН-018-10 Очистка магистральных нефтепроводов от асфальтосмолопарафиновых веществ.
2. ОР-19.100.00-КТН-053-13 Внутритрубная диагностика магистральных нефтепроводов.
3. Ф33 Инженерная геодезия: учебное пособие. – Федосов С.А., Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2013. – 117с.

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ В СТЕНКЕ
РВС, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ
РЕЗЕРВУАРА**

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Трубопроводный транспорт»
Научный руководитель – доцент Л.Е. Землеруб*

Резервуары являются наиболее опасными промышленными объектами нефтегазового комплекса.

Сложный характер работы конструкции в зоне соединения вертикальной стенки с горизонтальным днищем является основным фактором возникновения дефектов. В работе был произведен расчет этих напряжений, с целью получения оптимальных размеров конструкции.

Поскольку резервуар заданного объёма можно спроектировать в нескольких вариантах, то соотношение диаметра и высоты стенки рассматривают с точки зрения минимального расхода металла.

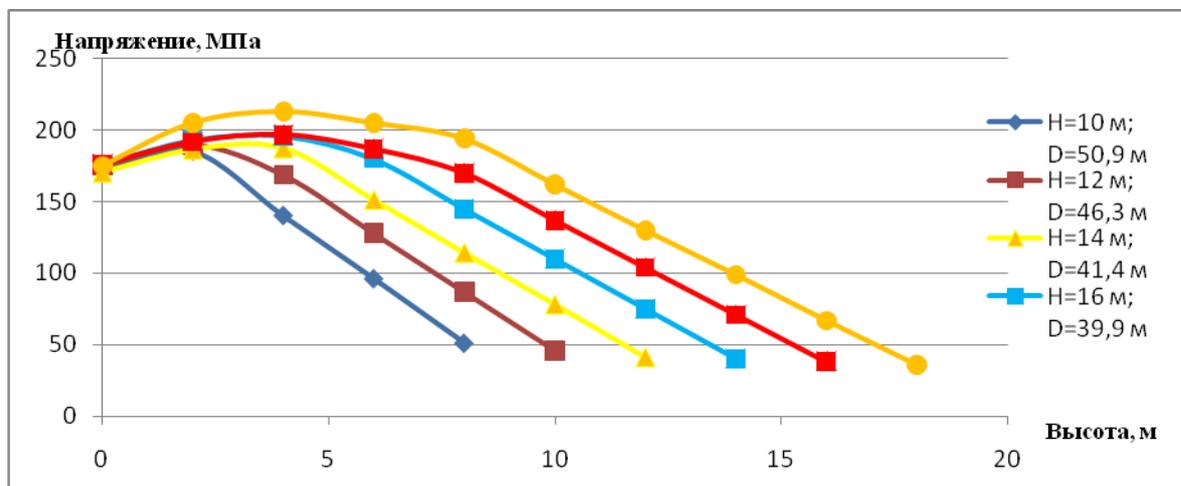
Фактические размеры резервуаров отличаются от этих соотношений, т.к. экономичные или оптимальные размеры резервуаров зависят не только от расхода металла и расчётных нагрузок, но и от величины потерь нефти и нефтепродуктов от испарения, от площади занимаемого участка земли и т.п.

При расчете стальных резервуаров, несущие элементы которых представляют листовые конструкции, используют теорию тонкостенных оболочек.

Для расчета напряжений и толщины стенки поясов РВС формулы выводятся из уравнения Лапласа с учетом влияния гидростатического давления.

В качестве примера представлена зависимость напряжений от высоты стенки резервуаров объемом 20000 м³ с различными конст-

руктивными параметрами (см. рисунок). Особенностью практически всех видов внешних нагрузок и воздействий является то, что они непостоянные по величине, по времени проявления и по направлению действия.



Зависимость напряжений в стенке РВС объемом 20000 м³ различных конструктивных размеров от высоты

Из рисунка 1 видно, что в резервуарах, размеры которых указаны в ГОСТ 31385-2016 (12 и 18 метров) напряжения не являются минимальными. Минимальные значения напряжений в месте сопряжения стенки РВС с днищем возникают в резервуаре высотой 14 м, кроме того в данном резервуаре сокращается расход металла на его строительство.

Таким образом, у резервуаров оптимальных конструктивных размеров увеличится межремонтный период и срок службы, а также сокращаются затраты на строительство резервуаров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вансович К.А., Кучеренко М.В. Проектирование нефтехранилищ. Учеб. пособие/. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 140 с.
2. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия.

О.Д. Агеев

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ

*Нефтетехнологический факультет, кафедра «Машины и
оборудование нефтегазовых и химических производств»
Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.С.Печников*

При проектировании и разработке нового горелочного устройства для трубчатых печей нефтегазопереработки, самой затратной частью были и остаются исследовательские испытания. Для отработки совершенной геометрии горелочного устройства необходимо было изготавливать большое количество опытных образцов и исследовать на специально построенном стенде. Однако прогресс не стоит на месте. На сегодняшний день существует множество программ, позволяющих моделировать процессы аэродинамики, массообмена и горения при помощи численных методов (самым популярным из которых считается метод конечных элементов). Для проведения исследования была принята модель акустической газовой горелки АГГ типоразмера 3М (по размерам стандартного ряда горелок из каталога, предоставленного заводом-изготовителем). При проведении машинного расчета в этой модели была выявлена неравномерность в выходном сечении (рис.1), на основании чего были сделаны корректировки существующей геометрии газовой горелки (рис.2). В усовершенствованной модели с двумя входными каналами в корпусе горелочного устройства равномерность в выходном сечении существенно повысилась, однако, незначительный перепад скоростей всё же имеется, что связано с конечным числом выходных газовых каналов. В настоящее время производится моделирование

газодинамики всего модельного ряда плоскопламенных вихревых горелок типа АГГ, разработанных сотрудниками кафедры МОНХП.

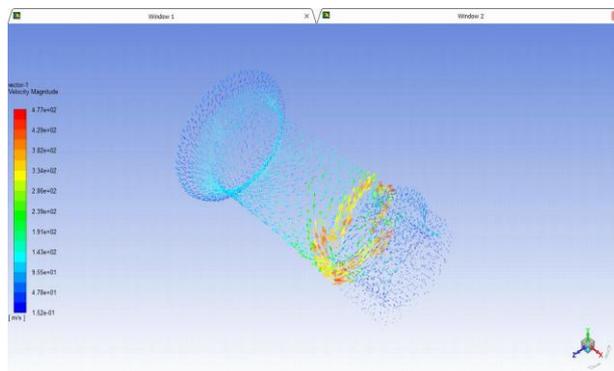


Рис. 1. Распределение скоростей в проточной части горелки АГГ до корректировки геометрии

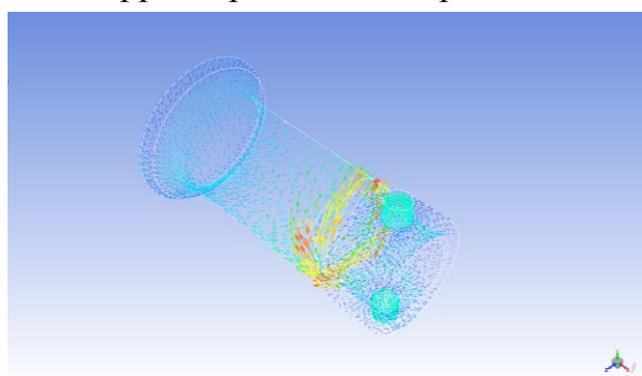


Рис. 2. Распределение скоростей в проточной части горелки АГГ после корректировки геометрии

Полученные материалы по моделированию и согласование их с натурными многочисленными экспериментальными данными позволят произвести моделирование других типов горелок, как на стендах, так и виртуально, с аккумулярованием полученных данных. Виртуализация исследовательских испытаний открывает перед нами следующие перспективы: - удешевление проектирования и повышение надежности принимаемых конструкторских решений; - снижение затрат на непосредственное изготовление опытных образцов; - снижение производственных затрат и повышение эффективности работы печных агрегатов путем совершенствования конструкции существующих горелочных устройств.

СЕКЦИЯ
«ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И
РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ»



Д.А. Лобкова

САНАЦИЯ ГЕОСРЕДЫ ЗАГРЯЗНЕННОЙ УТЕЧКАМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
Научный руководитель – к.т.н. Пыстин В.Н.*

Проблема загрязнения геосреды углеводородами актуальна для территорий расположения нефтеперерабатывающих заводов, парков хранения углеводородов. Длительный период в геосреду поступали нефтепродукты за счёт аварийных проливов, утечек из емкостей и трубопроводов. На некоторых предприятиях, на глубинах до 100 м сосредоточены тысячи кубометров углеводородов, что позволяет отнести данное загрязнение к техногенным месторождениям.

В настоящее время очистку геосреды производят методом откачки углеводородов, который является эффективным с экологической и экономической точки зрения, позволяет предотвратить попадание углеводородов в водные объекты.

Геосреда, очищенная данным способом практически не содержит нефтепродукты в свободном состоянии в количествах, позволяющих самостоятельно мигрировать, но содержит их в связанном (адсорбированном) виде. Для предотвращения вторичного загрязнения предлагается промывка геосреды с использованием реагентов.

Исследования заключались в определении концентраций нефтепродуктов в растворе реагентов (Таблица 1), после контакта с загрязненными грунтами и определении количества нефтепродуктов, перешедших в раствор. Результаты эксперимента представлены на рисунке 1.

После установления эффективных реагентов, проводился эксперимент по определению рациональной концентрации. Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

Таблица

Используемые реагенты

Наименование	Характеристика
Дистиллированная вода	
ОП-7/10	Неионогенные ПАВ - оксизтилированные алкилфенолы
Кальцинированная сода	
О-БИС	Т.М.С (отмыватель самоочищающийся). Содержит ПАВ, пеногасители, деэмульгатор, ингибитор коррозии и т.д.
Юниклин	Т.М.С. (универсальный биоразлагаемый очиститель). Смесь неионогенных ПАВ, анионогенных ПАВ, ЭДТА и т.д.

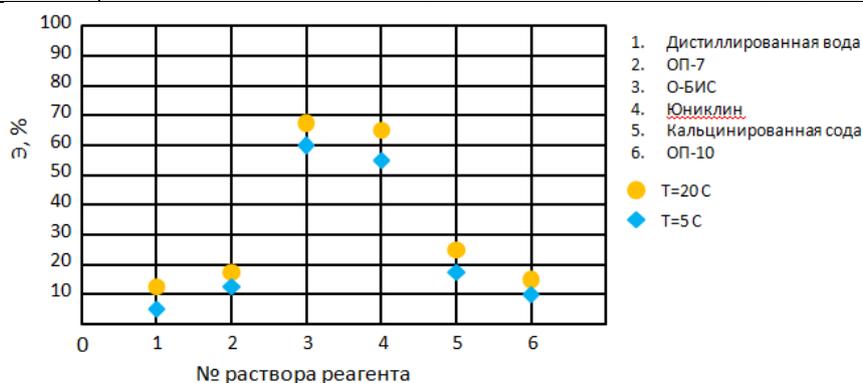


Рис. 1. Результаты лабораторных исследований выбора реагента.

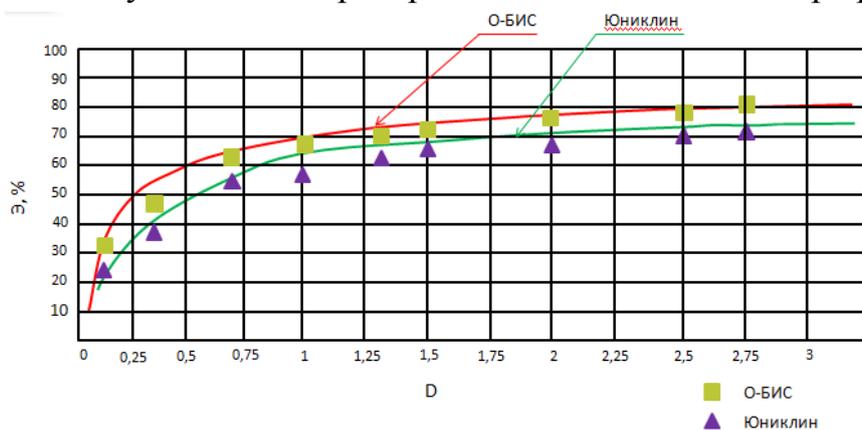


Рис. 2. Результаты лабораторных исследований эффективности очистки.

В результате проведения эксперимента установлено, что эффективность очистки интенсивно возрастает до концентраций 60-80% от рекомендованных производителем. Полученные данные будут использованы для определения параметров и технико-экономического обоснования очистки загрязненной геосреды с использованием сети скважин или горизонтальных дрен путём закачки раствора реагента.

А.Р. Ксенафонтова

**ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ПОЧВ САМАРСКОЙ ЛУКИ
В МЕСТАХ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
Научный руководитель – доцент, к.б.н. В.В.Заболотских*

Актуальность работы связана с тем, что на сегодняшний день для территории национального парка Самарская Лука необходим поиск эффективных мероприятий по рекультивации почв загрязнённых нефтью и нефтепродуктами в связи с ликвидацией существующих там нефтяных месторождений.

Цель работы: диагностика состояния почв Самарской Луки после ликвидации нефтегазовых месторождений и разработка рекультивационных мероприятий по восстановлению почв с применением капсульного метода.

Анализ почв показал, что на территории Жигулевского заповедника и Самарской Луки доминируют маломощные интразональные почвы принадлежащие к дерново-карбонатному типу. Такие почвы трудно восстанавливаемые и требуют особого подхода к их рекультивации после ликвидации нефтяных месторождений.

Для восстановления почв мы предлагаем идею разработки капсул с биоактивными компонентами для активации почвенной биоты и запуска процессов очистки и восстановления земель Самарской Луки. Данный метод даёт возможность использовать капсулы со смесью биоактивных веществ и семян устойчивых культур для рекультивации почв загрязнённых нефтепродуктами.

В результате экспериментальных исследований были получены биоактивные капсулы различного состава со смесями семян, сорбентами, биосорбентами и минеральными добавками.

Капсула из биоразлагаемой оболочки вносимая в почвенный слой на глубину 30-40см является катализатором природного процесса битрансформации веществ, т.е. способствует разложению загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов) до простых нетоксичных CO_2 и H_2O , благодаря активации деятельности почвенных биодеструкторов при внесении дополнительных питательных веществ для почвенных микроорганизмов, кроме того капсульная смесь содержит сорбенты снижающие концентрацию загрязнений.

Результаты работы:

1. В результате проведённой диагностики почв с разных месторождений Самарской Луки на токсичность методами биотестирования, и определения ОМЧ (общего микробного числа), выявлено, что почвы характеризуются высокими степенями загрязнения, токсичности и деградации;
2. Сравнительный анализ методов снижения загрязнения почвы после ликвидации нефтегазового месторождения показал перспективность применения метода биоремедиации с применением активаторов микробиологического обезвреживания почв и повышения их плодородия;
3. Разработан и экспериментально обоснован метод применения капсульной рекультивации для восстановления биогенного слоя на карбонатных породах отработанных нефтегазовых месторождений Самарской Луки
4. Разработана модель рекультивации почв нефтегазовых месторождений Самарской Луки с применением капсульно-почвенных смесей.

М.А. Проскурякова

СИСТЕМА ПРЯМОГО КОНТАКТНОГО МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННОЙ ОРГАНИКИ В ПОЧВЕ

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
Научный руководитель – ст. преподаватель Сухоносова А.Н.*

На сегодняшний день одной из тенденций развития сельского хозяйства является техническая модернизация отрасли, так же сельское хозяйство является одним из немногих быстрорастущих секторов экономики и ведется активная поддержка экспорта и экспорт зерновых культур. Истощение почв – актуальная в наше время проблема, с которой сталкиваются сельхоз производители. Из этого можно сделать вывод, что поддержание плодородия пахотных земель является необходимым условием устойчивого развития общества. В настоящее время процедура контроля за состоянием почв и нормами внесения удобрений является трудоемкой и капиталоемкой, потому что анализ плодородия почвы, на основе содержания органических соединений, проводится только в лабораторных условиях. Для решения данной проблемы необходимо в корне изменить процедуру контроля, это возможно с помощью создания системы прямого контактного мониторинга содержания биогенной органики (гумуса) в почве. Для измерения содержания гумуса в почве разрабатывается полевой анализатор плодородия почвы. Для решения поставленной задачи был выбран один из наиболее информативных методов, который возможно легко реализовать в полевых условиях – оптическая спектроскопия в инфракрасном диапазоне (ИК). Измерения проводятся в среднем ИК диапазоне с Фурье преобразованием при длине волны $800-4000 \text{ см}^{-1}$ [1].

Проведя эксперименты с различными почвами, мы обнаружили, что при изменении содержания компонентов почвы, в том числе биогенных органических соединений наблюдается изменения их спектральных характеристик. Экспериментальным результатом в ИК-спектроскопии является инфракрасный спектр — функция интенсивности пропущенного инфракрасного излучения от его частоты [1].

На основе полученных данных были определены наиболее значимые участки спектров для построения калибровочной модели: 1610 - 1640 см⁻¹ - пик биогенной органики, 3300 - 3500 см⁻¹ - пик воды и 2800 - 3100 см⁻¹ - пик углеводов

После проведения съемки спектра каждый образец анализировался референтными лабораторными методами, которые аттестованы и внесены в федеральный реестр [2].

Для создания математической модели соответствия спектральных особенностей почвы и состава применялась многомерная калибровка методом PLS (регрессия на латентные структуры) [3]. Точность валидации модели составляла свыше 70% .

Расчет концентрации гумуса ведется по формуле:

$$C = A \times I_1 + I_2 + C \times I_3$$

I_1 – интенсивность гумусовых веществ

I_2 – интенсивность воды

I_3 – интенсивность углеводов

Методика реализуется с использованием зонда НПВО, портативных ИК-спектрометра и ЭВМ.

В представленной схеме (рис.1) источник (ИС) передает свет по ИК-оптоволокну к зонду (З), кристалл НПВО которого позволяет направить излучение на образец грунта (Г) и получить отраженный сигнал, который направляется в ИК-спектрометр (ИКС). Система управляется ЭВМ, на которой происходит преобразование полученного спектра отражения посредством многомерной калибровочной модели концентрационных характеристик, на основе которой делают вывод о содержании гумуса в почве.

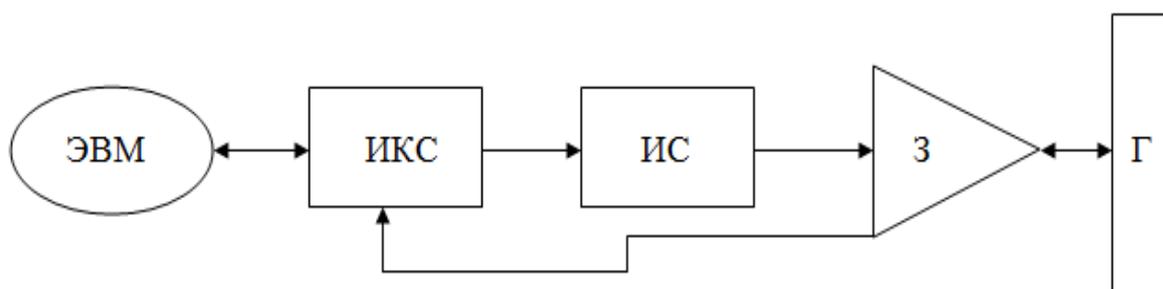


Рис. 1 Схема прямого контактного мониторинга

Для создания простого и бюджетного прибора вместо зонда НПВО можно использовать фотодиоды, которые обеспечивают узкополосную подсветку (2-3 длины волны), интенсивность получаемой отраженной световой волны фотодиодов умножается на соответствующий калибровочный коэффициент для расчета количественного содержания гумуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Guryanova A, Ermakov V, Galyanin V, et al. Quantitative analysis of total hydrocarbons and water in oil contaminated soils with attenuated total reflection infrared spectroscopy. *Journal of Chemometrics*. 2017;31:e2826. <https://doi.org/10.1002/cem.2826>
2. Р 50.2.081-2011 ГСИ. Рекомендации по метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Лаборатории референтные. Основные положения.
3. Harald Martens, Tormod Naes. *Multivariate Calibration*

Д.Н. Шерстобитов

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Химическая технология и промышленная экология»
Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Сухоносова*

В настоящее время остро стоит проблема загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. В основном загрязнение окружающей среды происходит при транспортировке и добыче природных минеральных ресурсов, в частности, нефти. Основные запасы месторождений нефти находятся на территории северной части Российской Федерации, а также Западной Сибири. Разработка месторождений в основном проводится на месте труднодоступных участках и на большом удалении от населенных пунктов со слабым развитием инфраструктуры.

Не все знают, что огромное количество нефти просто разливается по земле. Российская нефтяная промышленность из-за изношенности труб разливает примерно 30 миллионов баррелей нефти в год — это в семь раз больше, чем вылилось во время бедствия на Deepwater Horizon в Мексиканском заливе.

По официальным данным, каждый год на нефтепроводах происходит около 10 000 аварий, из-за чего российскую нефтяную промышленность можно назвать самой грязной в мире.

Так сколько же тонн нефти разливается в России? Точная цифра никому не известна. Нефтяные компании сообщают далеко не обо всех разливах, а надзорные органы не успевают следить за ситуацией. При этом нефтяные компании, Росприроднадзор и Минприроды дают совершенно разные цифры, которые к тому же в разы меньше экспертных данных.

Аварийные разливы необходимо незамедлительно обнаруживать и ликвидировать для недопущения развития неблагоприятных последствий. Для восстановления нарушенных земель проводится их рекультивация, возвращение в естественное состояние.

Рекультивация земель — это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества

Для успешного прохождения рекультивации предлагается использовать космические снимки с применением индекса NDVI. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормализованный относительный индекс растительности, по которому можно судить о развитии биомассы растений во время вегетации. Зелёные листья растений поглощают электромагнитные волны в красном диапазоне и отражают волны в ближнем инфракрасном. Чем больше листовая поверхность растений и чем больше хлорофилла в листьях, тем сильнее растения поглощают попадающий на них красный свет (и меньше его отражают). По сумме и разности отражений в красном и ближнем инфракрасном диапазонах вычисляется индекс NDVI:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

где ρ_{NIR} – коэффициент отражения в ближней инфракрасной области спектра, ρ_{RED} – коэффициент отражения в красной области спектра.

За основу был взят крупный разлив нефти, произошедший на севере Сахалина. Нефтепродукты разлились в Охинском районе возле поселка Эхаби на промысле "Восточное Эхаби" ООО "РН-Сахалинморнефтегаз

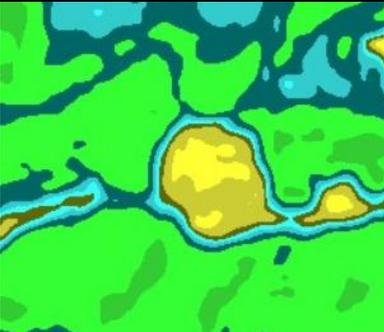
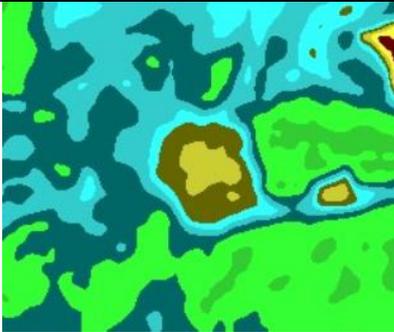
Разлив зарегистрирован 2 марта на месторождении "Эхаби" ООО "РН-Сахалинморнефтегаз". По данным природоохранной прокуратуры ориентировочно вылилось 15 тонн нефти, загрязнен участок площадью 60 на 60 метров Данная территория была выбрана неспроста т.к. это поможет доказать, что применять данный метод можно не только на близлежащей территории, но и на отдаленных участках

нашей страны. Сахалинская область обладает высокой облачностью, что также стало определяющим фактором при выборе данной территории.

Проанализированные снимки имеют период июня-августа, т.к. в это время происходит основной вегетационный период у растений и становится возможным отслеживание рекультивации почвы, ее восстановление. Разлив произошел в 2016 году, имеются снимки лета 2016, 2017 и 2018 года.

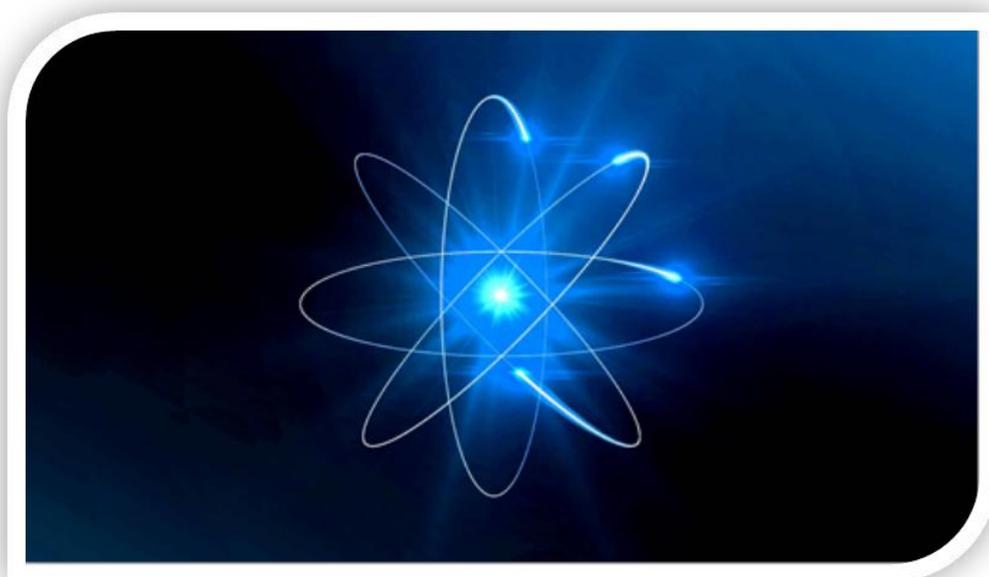
Таблица

Динамика восстановления рекультивированных земель

25.06.2016	30.06.2017	08.07.2018
		
Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3
NDVI = 0,2	NDVI = 0,28	NDVI = 0,41

На снимках наглядно видно восстановление почвенного покрова и увеличения значений индекса NDVI. Таким образом, данный метод может использоваться на различных территориях, на которых проводится рекультивация нарушенных земель. Это позволяет производить точную оценку рекультивации земли.

СЕКЦИЯ «ОБЩАЯ ФИЗИКА»



А.А. Котляров

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОЦЕПНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

*Нефтетехнологический факультет,
кафедра «Общая физика и физика нефтегазового производства»
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Ю.В.Великанова*

Цель работы состоит в выявлении наиболее оптимального способа фазировки.

В основу исследования была положена следующая гипотеза: снижение несимметрии фазных величин и оптимальное размещение проводов на опоре будет способствовать оптимизации пропускной способности ДВЛ.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи исследования:

- 1) рассмотреть классификацию ЛЭП;
- 2) рассмотреть виды потерь электроэнергии в ВЛ;
- 3) рассмотреть способы минимизации потерь в ВЛ;
- 4) экспериментальным путем проанализировать влияние расположения фазных проводников на потери в ДВЛ.

С целью поиска оптимального расположения фазных проводников на одностоечных опорах ДВЛ произведён расчёт потерь в установившихся режимах для линии номинальным напряжением 220 кВ, длиной 76,83 км, с опорами типа ПМТВ, проводами марки АСО-480, одним проводом в фазе и грозозащитным тросом марки С-70.

Используя математическую модель и методики расчета установившихся режимов ДВЛ в фазных координатах, определялись зависимость потерь мощности и величины пофазной несимметрии напряжений в цепях ДВЛ в зависимости от способа размещения фазных проводников [1].

Традиционным способом размещения проводников ДВЛ на одностоечных опорах является тот, когда цепи расположены по разные стороны от стойки опоры [2]. Такой способ существенно облегчает ремонт ДВЛ, поскольку даёт возможность вывести в ремонт одну из цепей, в то время, как вторая остаётся под нагрузкой. Произведён расчёт всех возможных вариантов расположения проводников, включая те, которые предполагают проход цепи ДВЛ по обе стороны стойки опоры. В работе представлены четыре наиболее эффективных способа фазировки, выявленных в результате расчёта.

Установлено, что для случая равной по цепям и симметричной по фазам нагрузки оптимальным с точки зрения минимума потерь мощности является традиционный способ размещения фаз.

Однако, с точки зрения минимума уровня несимметрии в цепях оптимальным является один из нетрадиционных способов фазировки. Это подтверждается расчётами величин коэффициентов несимметрии напряжения по обратной и нулевой последовательности в конце цепей ДВЛ, произведёнными согласно ГОСТ 13109-97.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шишков Е.М., Ведерников А.С., Гольдштейн В.Г. Влияние несимметрии двухцепной воздушной линии электропередачи на установившиеся режимы. - Электричество. - №4, 2013 - С. 9-18.
2. Шишков Е.М., Кривихин И.Н., Гольдштейн В.Г., Ведерников А.С. Анализ потерь в двухцепной воздушной линии при различном взаимном расположении фазных проводников // Электро, 2013. - № 3. – С. 47-52.

ПРОЕЦИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОСТИ

Нефтетехнологический факультет, кафедра «Общая физика, геология и физика нефтегазового производства»

Научный руководитель – старший преподаватель А.В Куликова

На протяжении долгого времени я задавался вопросом «можно ли считать реальность работой нашего ума? И если это так, то можно ли её как-то воссоздать? » В таком случае, психология вводит понятие «проекция». Это отдельные подавленные переживания и защитные механизмы; приписывание собственных переживаний внешней реальности. Исходя из этого, можно предположить, что наша жизнь иллюзорна и представляет собой кино, которое проигрывает сознание. Если так, то почему бы не спроецировать всю эту «реальность» на наш сон? Альтернативой «реальности» может стать осознанный сон – это изменённое состояние сознания, при котором человек осознаёт, что видит сон и может в той или иной мере управлять его содержанием. Обычный сон больше похож на кино, участвовать в котором вы не можете, а осознанный сон сравним с виртуальной реальностью. Но прежде чем говорить об осознанном сне, давайте разберемся с обычным сном.

Цикл сна состоит из последовательного чередования быстрой и медленной фаз. В среднем сон состоит из 5 циклов. Медленный сон наступает сразу после засыпания, и длительность этой фазы составляет около 1,5 часов. Затем наступает фаза быстрого сна, она длится 15 минут. Именно в этой фазе мы можем видеть красочные сны.

Попасть в осознанный сон можно несколькими способами: электромагнитная стимуляция, гипноз, психоактивные вещества, кислородное голодание (обморок). Но есть и техническое решение – сигнал, посылаемый из реального мира в момент нахождения в фазе бы-

строого сна. Сейчас продаже имеются очки для сна, однако их стоимость высока. Принцип их работы заключается в следующем: зная время засыпания и длительность фазы медленного сна, микроконтроллер может начать мигать светодиодами в момент нахождения в быстрой фазе сна. Мы, распознав данный сигнал, понимаем, что находимся в осознанном сне. В данном проекте я решил собрать аналог этой маски, которая работает по точно такому же принципу, но в разы дешевле и проста в изготовлении. Для этого мне понадобилось: микроконтроллер Arduino Nano, элемент питания, 6 светодиодов, маска для сна, плата защиты аккумулятора от глубокого разряда. Собрав всё по схеме (Рис.1), залив программу в микроконтроллер, мы получим маску для осознанных сновидений. Однако, так как маска использует программный алгоритм, её необходимо настраивать под себя, чтобы светодиоды загорались в момент быстрого сна. Данная настройка выполняется через программу Arduino IDE. Из-за большого количества комментариев к программе, настройка не представляет большого труда и требует незначительных навыков работы с компьютером. Помимо этого необходимо вести здоровый образ жизни, соблюдать режим дня, ложиться и просыпаться в одно и то же время.

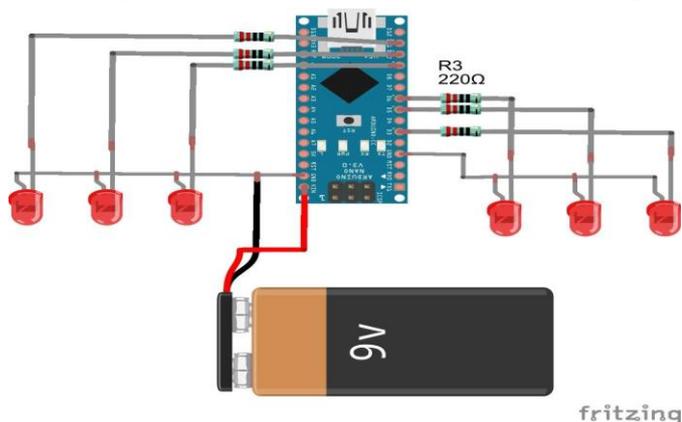


Схема маски для осознанных сновидений

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, СВЯЗАННЫХ СО СЦЕНАРИЕМ «ПОТОК РАЗЛИВШИХСЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ»

*Химико-технологический факультет,
кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»*

Научный руководитель – ОфГиФНГП, доцент Е.А. Косарева

Поток нефтепродуктов образован аварией на резервуаре.

1. Оценка площади разлития

$$S = \frac{\pi * d^2}{4}, \text{ кв. м, где}$$

d - Диаметр свободного растекания рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{25,5 * V_{\text{нп}}}, \text{ м, где}$$

$V_{\text{нп}}$ - Объем разлившихся нефтепродуктов, куб.м.

При наличии обваловки:

$$V_{\text{нп}} = V_0 - V_d, \text{ (1) где}$$

V_d – объем дополнительной емкости

при отсутствии любых дополнительных устройств:

$$V_{\text{нп}} = 0,8 V_0, \text{ (2) где}$$

V_0 - вместимость резервуара.

$$S = S_p, \text{ (4) где}$$

S_p - площадь горизонтального сечения на уровне крыши, м². [1]

2. Высота пламени при пожаре разлития.

$$\varepsilon_{\phi} = \gamma \left(\frac{\Omega + 1}{\Omega - \beta} \right)^{1/2} * \log(1 + \beta), \text{ где}$$

$$\beta = C_{b0} * \Omega, \text{ К}^{-1}$$

Ω - стехеометрическое число, К^{-1}

γ - изобарный коэффициент расширения

C_{b0} - концентрация пара на поверхности жидкости, %

3. Оценка факторов, связанных со сценарием "Пожар в резервуаре с нефтепродуктами"

Варианты развития аварии при возгорании резервуара с нефтепродуктами: возгорание резервуара без выброса горячей жидкости, возгорание с выбросом горячей жидкости.

Дальность выброса горячей жидкости:

$$R_6 = R * \sqrt{X_H \times Q_0 / I^*}, \text{ где}$$

Q - удельная теплота пожара, для бензина $Q_0 = 1800 \text{ кДж/м}^2\text{с}$;

I*- пороговая интенсивность теплового излучения

$X_H = 0,02$

R – приведенный размер очага горения. При пожаре без выброса:

$R = d_{\text{рез}}$, с выбросом: $R=16 * d_{\text{рез}}$. [2]

4. Масса загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при горении нефтепродуктов.

$$M_a = K_a \times K_{\text{нп}} \times M, \text{ кг, где:}$$

K_a - коэффициент эмиссии вещества, кг/кг

$K_{\text{нп}}$ - коэффициент полноты сгорания нефтепродуктов;

M - масса горящих нефтепродуктов, кг.

Авария на резервуаре с нефтепродуктами весьма опасна, т. к. природа практически не подлежит восстановлению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басамов А.Е., Кулик Я.С. Моделирование теплового воздействия пожара в обваловании на резервуаре с нефтепродуктами/Басамов А.Е.// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2010 с 250-255.
2. Корольченко Д.А., Шароварников О.Ф., Определение параметров, влияющих на время выброса нефтепродуктов при горении в резервуаре/ Корольченко Д.А.// пожаробезопасность. 2007 с 76-21.

Я.Е. Рогаткин

ПОЛИСПАСТЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

*Электротехнический факультет,
кафедра «электроснабжение промышленных предприятий»,
Научный руководитель - доцент, к.ф.-м. наук А.И. Крестелев*

Целью работы являлось выявление наиболее эффективной схемы полиспаста, при использовании наименьшего количества роликов.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить основные принципы работы полиспастов.
2. Выбрать оптимальную схему полиспаста.
3. Сравнить и выбрать оптимальный вариант компонентов.

Актуальность данного исследования сохраняется и по сей день, так как полиспаст возможно применять почти в любых условиях, в отличие от более сложных подъемных кранов.

Полиспаст – (от греческого *polyspastos* – натягиваемый многими верёвками) это механизм, состоящий из системы огибаемых тросом подвижных и неподвижных блоков для подъёма и перемещения грузов [1]. Он позволяет получить выигрыш в силе, но при этом скорость и путь, пройденный перемещаемым объектом, уменьшаются прямо пропорционально увеличению силы.

В любой подвижной системе состоящей из веревки и блоков неизбежны потери на трение. По этой причине вводят такое понятие как фактический выигрыш в усилиях (ФВ). ФВ зависит от технических характеристик ролика. В зависимости от способа закрепления ролика, он может быть подвижным и неподвижным. В идеальной системе подвижный ролик дает выигрыш в усилиях в 2 раза, однако, ФВ такой системы, при КПД ролика = 90%, 1,9 раз [2].

В полиспасте используется несколько роликов, в данной работе проведены эксперименты: по выявлению наиболее эффективного места закрепления ролика с высоким КПД, по выявлению наиболее эффективной схемы полиспаста, проведено сравнение роликов разных производителей. Результаты эксперимента 1, в котором груз весом 150Н последовательно поднимали с помощью различных полиспастов: Из таблицы 1 видно, что наибольшее усилие имеет полиспаст под номером 4, это обусловлено тем что, данный полиспаст имеет наибольшую кратность, при наименьшем числе роликов в конструкции, а следовательно с минимальным числом потерь на трение.

Таблица 1

Замер усилия при работе различных схем полиспастов

№	Кратность	Кол-во роликов	Вес полиспаста, кг	Замер 1, Н	Замер 2, Н	Замер 3, Н	Замер 4, Н	Замер 5, Н	Среднее значение, Н
1	4:1 (простой)	2	4,2	58	58	57	59	58	58
2	4:1 (сложный)	2	5,0	52	53	53	52	54	53
3	6:1 (простой)	5	3,8	50	50	51	50	49	50
4	6:1 (сложный 1)	3	4,0	41	39	40	40	41	40
5	6:1 (сложный 2)	3	3,8	45	44	43	44	44	44

В ходе работы было так же выявлено наиболее эффективное место крепления ролика в полиспасте. Это ближайший перегиб к тянущему концу, обусловлено это тем, что чем ближе к приложению усилия будет установлен эффективный ролик, тем большую часть тягового усилия передастся через полиспаст. Это видно из таблицы 2.

Таблица 2

Эффективная точка крепления ролика в полиспасте 6:1

№	Точка крепления (порядковый № от груза)	Замер 1, Н	Замер 2, Н	Замер 3, Н	Замер 4, Н	Замер 5, Н	Среднее значение, Н
1	1 ролик	43	43	44	42	4,3	35,3
2	2 ролик	43	42	43	43	4,3	35,1
3	3 ролик	41	40	41	41	4,0	33,4

В третьем эксперименте проведено сравнение роликов различных производителей, доступных на рынке такелажного снаряжения в Самаре.

Вывод: использование полиспастов целесообразно в тех случаях, когда тяговое усилие имеющихся тяговых средств меньше усилия, потребного для вытаскивания объекта. Эффективность полиспаста определяется в первую очередь количеством и эффективностью роликов, так как именно в них происходят основные потери на трении.

**СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИИ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»**



АНАЛИЗ ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ВИСКОВОГО ДИСТИЛЛЯТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ

*Факультет пищевых производств,
кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология»
Научный руководитель – к.б.н., доцент Л.П. Кривова*

Для производства виски традиционным сырьем является ячмень, рожь, пшеница. Однако не менее перспективным сырьем является и кукуруза, которая прекрасно растет в Самарской области и дает урожай зерна в 2 раза выше по сравнению с пшеницей.

Для исследования использовали: кукурузную крупу; солод ячменный ферментированный; амилолитические ферменты: амилосубтилин и глюкаваморин; дрожжи (Bragman Whisky).

Для исследования были взяты следующие варианты: № 1 – кукуруза + ферментированный ячменный солод; № 2 – кукуруза + амилолитические ферменты + дрожжи (5,5 г); № 3 – кукуруза + амилолитические ферменты + дрожжи (6,5 г).

В таблице представлены данные средней фракции летучих компонентов дистиллятов, а также требования ГОСТ 33723-2016 «Дистиллят зерновой. Технические условия».

Анализ полученных данных позволяет сделать заключение, что все изученные варианты соответствуют требованиям ГОСТ 33723-2016. Однако лучшим, на наш взгляд, является вариант № 5, средняя фракция дистиллята которого показала минимальное значение сивушных масел – 621 мг/дм³, метанола – 0.004 % об и максимальное значение ароматических спиртов – 457 мг/дм³ по сравнению с вариантами № 3 и № 6.

Таблица

Характеристика средней фракции летучих компонентов дистиллята

Летучие компоненты	ГОСТ 33723-2016	Варианты		
		3	5	6
1	2	3	4	5
Метанол	< 0.05 % об.	0.01	0.004	0.01
Сивушные масла	500-6000 мг/дм ³	752	621	1779
Сложные эфиры	50-1500 мг/дм ³	8.06	-	11
Уксусный альдегид	10-350 мг/дм ³	28.2	45.2	54
Ароматические спирты	Не нормируется	90	457	194

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оганесянц, Л. А. Влияние вида сырья на процесс сбраживания сусле для производства зерновых дистиллятов /Л. А. Оганесянц [и др.] // Пиво и напитки. – 2014. – № 4. – С. 22–25.
2. Оганесянц, Л. А. Влияние расы дрожжей на процесс сбраживания сусле для производства зерновых дистиллятов/ Л. А. Оганесянц, В. А. Песчанская, С. М. Рябова // Производство спирта и ликероводочных изделий. – 2015. – № 1. – С. 12–15.
3. Песчанская, В. А. Сравнительная характеристика способов производства зерновых дистиллятов / В. А. Песчанская, Л. Н. Крикунова, Е. В. Дубинина // Пиво и напитки. – 2015. – № 6. – С. 40–43.

Э.С. Комарова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХПК И БПК В ПРОБАХ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩИХ АМПИЦИЛЛИН И БЕНЗИЛПЕНИЦИЛЛИНА НАТРИЕВУЮ СОЛЬ

*Факультет пищевых производств,
кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология»
Научный руководитель – к.фарм.н., доцент З.Е. Мащенко*

Стоки, сбрасываемые к активному илу, должны соответствовать ряду определенных требований, а значения основных химических и биологических показателей не должны превышать ПДК, устанавливаемых нормативной документацией.

Цель работы – определение химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК) в пробах воды, содержащих ампициллин и бензилпенициллина натриевую соль.

Материалы и методы исследования. В качестве исследуемых проб выступали водные растворы антибиотиков в концентрациях от 50 до 2000 мг/дм³.

Метод определения ХПК основан на окислении органических веществ избытком бихромата калия в растворе серной кислоты при нагревании в присутствии катализатора – сульфата серебра. Остаток бихромата калия находится титрованием раствором соли Мора и по разности определяется количество $K_2Cr_2O_7$, израсходованное на окисление органических веществ [1].

Определение БПК основано на способности микроорганизмов потреблять растворенный кислород при биохимическом окислении органических и неорганических веществ в воде. БПК определяют количеством кислорода в мг/дм³, которое требуется для окисления находящихся в воде углеродосодержащих органических веществ, в аэробных условиях в результате биохимических процессов [2].

Результаты исследования. В исследуемых пробах были получены следующие значения ХПК и БПК:

Таблица

Значения ХПК и БПК в пробах

Концентрации антибиотиков, мг/дм ³	ХПК в пробах ампициллина, мг/дм ³	ХПК в пробах бензилпенициллина натриевой соли, мг/дм ³	БПК в пробах бензилпенициллина натриевой соли, мг/дм ³
50	65	85	32
100	127	134	64
200	290	223	79
300	431	346	86
400	563	607	136
500	792	810	239
1000	1584	1509	612
2000	3344	3128	913

Выводы. В соответствии с требованиями нормативной документации [3] допустимыми для активного ила являются концентрации исследуемых антибиотиков от 50 до 400 мг/дм³.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПНД Ф 14.1:2.100-97. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. – Введ. 21 марта 1997 г. – М.: Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 2004. – 13 с.
2. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97. Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПК_{полн.}) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. – Введ. 21 марта 1997 г. – М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 2004. – 34 с.
3. Об утверждении правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 г. №644 (ред. от 26 июля 2018 г.) // Постановления Правительства РФ. – 2013. – С. 42.

Е.Н. Макеева

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТИ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД

*Факультет пищевых производств,
кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология»
Научный руководитель – д.б.н., профессор Е.Ю. Руденко*

Нефть и нефтепродукты являются основными загрязнителями сточных вод. Промышленные предприятия, автозаправочные станции, хранилища нефтепродуктов и добывающие предприятия сливают большое количество недостаточно очищенных промышленных и ливневых сточных вод, нанося огромный вред окружающей среде.

В настоящее время для удаления нефти и нефтепродуктов из окружающей среды наиболее предпочтительно использование сорбционного метода очистки, так как он является наиболее эффективным, экологически безопасным и экономически выгодным [1].

Для устранения разливов нефти производится и используется около двухсот видов сорбентов, среди которых наиболее перспективными являются сорбенты на основе растительных остатков и отходов производства. Это объясняется тем, что сорбенты данного типа обладают высокой поглощающей способностью и доступностью [2].

Цель работы – исследование возможности использования пивной дробины для удаления нефти из сточных вод.

В работе использовалась пивная дробина, высушенная при 105 °С до постоянной массы, которая впоследствии обрабатывалась 1%-ным раствором гидроксида натрия и 1,5,10 %-ными растворами серной и азотной кислот.

Остаточное содержание нефти в модельных растворах сточных вод, имеющих начальную концентрацию нефти 100, 200, 300, 400,

500 мг/л, после их очистки с использованием пивной дробины, определяли флуориметрическим методом.

По результатам проведенных исследований было выявлено, что при использовании для очистки сточных вод обычной пивной дробины остаточное содержание нефти составляет от 11,33 до 37,33 мг/л. При использовании пивной дробины, обработанной 1%-ным раствором NaOH, адсорбционные свойства изменяются незначительно, и остаточная концентрация нефти составляет от 8,79 до 37,06 мг/л. При обработке пивной дробины 1, 5, 10%-ными растворами серной и азотной кислот наибольшая адсорбционная способность наблюдалась при использовании 10%-ных растворов кислот. Остаточное содержание нефти при использовании пивной дробины, обработанной 10%-ным раствором H_2SO_4 и HNO_3 составляет от 3,64 до 31,25 и от 5,03 до 32,61 мг/л соответственно.

Анализ полученных результатов исследований, позволяет сделать вывод, что пивную дробину можно использовать для удаления нефти из сточных вод.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Привалова М.Н., Двадненко М.В., Некрасова А.А., Попова О.С., Привалов Д.М. Очистка нефтесодержащих сточных вод с помощью природных и искусственных сорбентов. // Научный журнал КубГАУ. 2015. №113. С. 297-306.
2. Якубовский С.Ф., Булавка Ю.А., Майорова Е.И. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов с использованием сорбента на основе целлюлозосодержащего растительного сырья. // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2015. №1. С. 467-471.

С.А. Пайдулова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛОВ

*Факультет пищевых производств,
кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология»
Научный руководитель: д.х.н. зав. кафедрой В.В. Бахарев*

На сегодняшний день загрязнение водоемов сточными водами является одной из важнейших экологических проблем. В результате промышленной деятельности человека образуются большие количества сточных вод, загрязненных различными веществами: тяжелыми металлами, органическими и неорганическими соединениями.

Очистку сточных вод проводят с целью удаления из них взвешенных и растворимых органических и неорганических соединений до концентраций, которые не превышают предельно допустимые концентрации. Чем ниже содержание загрязнений в очищенной сточной воде, тем выше ее качество. Одной из серьезных проблем при очистке сточных вод является удаление фенольных соединений. Наиболее перспективным методом очистки от фенольных соединений является биоочистка.

Целью работы является изучение возможности использования почвенных микроорганизмов для биологической очистки сточных вод от фенольных соединений.

В почве присутствует достаточно много микроорганизмов, использующих фенольные соединения в качестве источника питательных веществ. Поэтому для биологической очистки сточных вод использовались микроорганизмы, полученные из почвы. В результате работы была выделена колония почвенных микроорганизмов, использующая фенол в качестве источника углерода.

Для оценки изменения концентрации фенола полученную культуру микроорганизмов высевали в жидкую питательную среду, содержащую минеральные вещества и фенол. Было использовано четыре типа питательных сред с концентрацией фенола 50 мг/л, 100 мг/л, 200 мг/л и 500 мг/л.

Измерения содержания фенола при культивировании выделенных из почвы микроорганизмов представлены в таблице.

Таблица

Содержания фенола при культивировании микроорганизмов

№ образца	Концентрация фенолов, мг/л			
	Начальная	24 ч	48 ч	72 ч
1	50	0,25	0	0
2	100	42	0	0
3	200	153	0	0
4	500	495	0	0

Далее проводилась идентификация выделенного микроорганизма. Клетки имели сферическую форму, росли на поверхности питательной среды в виде отдельных клеток, по Грамму окрашивались отрицательно. Данным условиям удовлетворяли три из четырех основных категорий бактерий: грамотрицательные бактерии имеющие клеточные стенки, грамотрицательные эубактерии имеющие клеточные стенки и археобактерии.

Микроорганизмы оказались чувствительны к пенициллину, не обладали кислотоустойчивостью, NaCl для роста не требовался. Содержание липидов составило примерно 0,1 г их 1 г клеток.

По предварительным выделенный микроорганизм можно отнести к роду *Morococcus*, но требуется провести ряд дополнительных тестов. Таким образом, выделенный почвенный микроорганизм, который, по имеющимся данным можно отнести к роду *Morococcus*, может быть использован для очистки сточных вод от фенольных соединений.

**ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ВИНОГРАДА
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОДУКТОВ
ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ**

*Факультет пищевых производств,
кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология»
Научный руководитель – к.т.н., доцент П. А. Чалдаев*

Виноград представляет собой древнейшую пищевую культуру, ягоды которого содержат значительное количество необходимых человеку веществ. Важными компонентами винограда с пищевой и биоэнергетической точки зрения являются сахара, органические кислоты, минеральные вещества, ферменты, витамины и другие биокатализаторы [1]. Поэтому изучение химического состава, в том числе содержания минеральных веществ, различных сортов винограда является актуальной проблемой.

Одним из перспективных районов для виноградарства становится Самарская область. Климатические условия данного региона позволяют получать хорошие урожаи как столовых, так и технических сортов винограда [2].

Цель настоящего исследования – изучение минерального состава винограда, культивируемого в Самарской области.

Для исследования был взят виноград технических сортов, выращенный в районе с. Ольгино Безенчукского района Самарской области: *Цитронный Магарача*, *Каберне-Совиньон* и *Мерло* (урожай 2018 года). Данные сорта внесены в государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Виноград собран вручную в период технической зрелости.

На первом этапе исследования проводили сухую минерализацию по [3] следующих проб, полученных из указанных сортов винограда:

мякоть винограда, сок, выжимка, семена, сухой виноматериал. На втором этапе проводили количественное определение элементного состава полученных проб золы с помощью растрового электронного микроскопа JEOL-6390A.

В изученных пробах были обнаружены следующие минеральные вещества: калий, фосфор, магний, сера. В семенах винограда обнаружен также кальций. Среди указанных элементов преобладает калий.

Суммарное содержание минеральных веществ в исследованных пробах представлено в таблице.

Таблица

Суммарное содержание минеральных веществ в исследованных пробах винограда

Сорт	Содержание минеральных веществ, мг/100 г пробы				
	Мякоть	Сок	Выжимка	Семена	Виноматериал
<i>Цитронный Магарача</i>	803	700	735	847	157
<i>Каберне-Совиньон</i>	347	348	252	435	145
<i>Мерло</i>	617	640	441	575	201

По суммарному содержанию минеральных веществ среди изученных сортов винограда лидирует сорт *Цитронный Магарача*.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что виноград Самарского региона является ценным источником минеральных веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косюра, В.Т. Основы виноделия: учеб.пособие для вузов / В.Т. Косюра, Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 422 с.
2. Чалдаев, П.А. Белый виноград Самарской области для производства винодельческой продукции / П.А. Чалдаев [и др.] // Виноделие и виноградарство. – 2015. – № 5. – С. 33-35.
3. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Автоматизация и управление	
<i>Н.А. Ильина</i> ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРЕВОМ ПЛАСТИНЫ С ДВУХКАНАЛЬНЫМ ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор Э.Я. Рапопорт</i>	5
<i>Н.С. Бояркин</i> ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ В АСУ РЕЗКИ МЕТАЛЛА <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Н. Астапов</i>	7
<i>Н.С. Кныжова</i> МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В САМАРСКОМ РЕГИОНЕ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор Ю.Э. Плешивцева</i>	9
<i>А.С. Князев, Е.А. Рябов, Н.С. Шишов</i> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО КОЛЕС- НОГО РОБОТА <i>Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель И.С. Левин</i>	11
<i>А.В. Шепелева</i> НЕЙРОСЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТАМИ ВОЗДУШНОГО ОХ- ЛАЖДЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. И.А. Данилушкин</i>	13
Вычислительная, измерительная техника и информационные технологии	
<i>А.М. Бражникова, А.М. Бражников</i> РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ ОБЕСПЕ- ЧИВАЮЩИХ СВЯЗЬ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА КЛАССА МИКРО «ЖЕМЧУЖИНА» <i>Научный руководитель — к.т.н., доцент, Е.В. Мельников</i>	16
<i>М.А. Зернов</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКЧЕЙНА В SSL СЕРТИФИКАТЕ <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент А.В. Чуваков</i>	18
<i>А.Н. Климовских</i> ПРИБОР ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ГУМУСА <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент В.В. Ермаков</i>	20
<i>А.В. Пилецкая</i> ДИАГНОСТИКА И АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМО- ГРАММ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор, С.П. Орлов</i>	22
<i>Е.С. Теплов</i> РАЗРАБОТКА КОРРЕЛЯЦИОННОГО ТЕЧЕИСКАТЕЛЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ	24

ДИСТАНЦИОННОГО (БЕСПРОВОДНОГО) ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДАТЧИКОВ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент, Е.В. Мельников</i>	
Прикладная математика	
<i>Н.Ю. Безлепкин</i> НАДЕЖНОСТЬ СТОХАСТИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЛУЗУЧЕСТИ <i>Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Н.Н. Попов</i>	27
<i>Е.Е. Деревянка</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЛАКСАЦИИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРОЧНЁННЫХ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМАХ <i>Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор В.П. Радченко</i>	29
<i>И.Н. Дубинина</i> ПРИМЕНЕНИЕ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСОВ <i>Научный руководитель – профессор В.Е. Зотеев</i>	31
<i>К.Ю. Маркова</i> СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ АСТЕРОИДОВ ГРУПП АПОЛЛОНА И АТОНА <i>Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н. А. Ф. Заусаев</i>	33
<i>А. Д. Трифонов</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕЛИНЕЙНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ГАРМОНИЧЕСКУЮ КОМПОНЕНТУ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. М. А. Романюк</i>	35
Математика, информатика и их приложения	
<i>В.А. Аверьянов</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ИТЕРАЦИОННОГО МЕТОДА ПСЕВДООБРАЩЕНИЯ БЕН-ИЗРАЭЛЯ НА МАТЛАВ И ЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ <i>Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.И.Жданов</i>	38
<i>А.А. Коломина</i> ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ <i>Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент О.В. Фадеева</i>	40
<i>О.К. Корчагина</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ О СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент И.П. Егорова</i>	42
<i>А.И. Морозов</i> ТЕОРИЯ ХАОСА <i>Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Н.Д. Голубева</i>	44
Информационные и развивающие образовательные системы и технологии	
<i>А.Д. Ананьев</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ МОНИТОРИНГА УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ	47

<i>Научный руководитель – старший преподаватель Н.С.Агафонова</i>	
<i>Д.В. Ошкин</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТИПЕНДИЙ ГУБЕРНАТОРА <i>Научный руководитель – старший преподаватель Н.С.Агафонова</i>	49
<i>Л.Д. Котов</i> ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИКИ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор А.В. Иващенко</i>	51
<i>А.К. Курмашов</i> МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СТУДЕНТА <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Ворошилов</i>	53
<i>В.Е. Румянцев</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ОБСЛУЖИВАНИЯ МАГАЗИНА <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В.Козлов</i>	55
Технология машиностроения	
<i>Е.О. Игнатенко</i> РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛИ РЕЗНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ НАЛИЧНИКОВ <i>Научный руководитель – доцент В.А.Родионов</i>	58
<i>Я.М. Гордиенко</i> КАРБОСИЛИЦИД ТИТАНА, КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКИ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент Гришин Р.Г.</i>	60
<i>В.М. Завьялов</i> РАЗРАБОТКА ЗАЩИТНОГО КЕЙС ДЛЯ НОУТБУКА <i>Научный руководитель – старший преподаватель Воронин В.Н.</i>	62
<i>К.И. Коновалова</i> ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУКТУРЫ ТРЕБОВАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ СТРУКТУР НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА <i>Научный руководитель – к.т.н, доцент Д.С. Горяинов</i>	64
<i>П.Д. Мирошникова</i> РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕМАТИЧЕСКОГО СУВЕНИРА <i>Научный руководитель – доцент В.А.Родионов</i>	66
Механика и инженерная графика	
<i>К.В. Бобиков, О.А. Богачева</i> КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОЛИКА И ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент И.Е. Адеянов</i>	69
<i>Р.С. Гришин</i> СОЗДАНИЕ ТРЁХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДАТЧИКА ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ МЕТРАН-43ДИ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.В. Неснов</i>	71
<i>К.А. Розова, Е.Ю. Семенова</i> РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ В СИСТЕМЕ КОМПАС 3D	73

<i>Научный руководитель - к. пед. н., доцент А.Б. Пузанкова.</i>	
<i>Н.Г. Трофименко, Д.Д. Федотов</i> РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГ, ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ В САПР <i>Научные руководители – д.т.н., доц. А.А. Черепашков, к.пед.н. А.Б. Пузанкова</i>	75
<i>М.В. Шаронов</i> ИНЖЕНЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ОТЛАДОЧНАЯ СИМУЛЯЦИЯ РАБОТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ЧАСОВ С ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПРИВОДОМ В СРЕДЕ КОМПАС-3D <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.В. Неснов</i>	77
Автомобильный транспорт	
<i>Н.А. Дунюшкин</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ АВТОМОБИЛЕЙ <i>Научный руководитель – к.б.н., доцент В.А. Папшев</i>	80
<i>Н.П. Климашов</i> ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Научный руководитель – к.б.н., доцент В.А. Папшев</i>	82
<i>А.Е. Криворученко</i> ОБОСНОВАНИЕ ПЛАНИРОВКИ ОСТАНОВОК НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА <i>Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент О.М. Батищева</i>	84
<i>А.Г. Курнузов</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИЛОВОГО АГРЕГАТА СЕРИЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ LADA <i>Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент О.М. Батищева</i>	86
<i>А.В. Тимофеева</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО ПАРКИНГА В Г. НОВОКУЙ- БЫШЕВСК <i>Научный руководитель – зав. кафедрой, к.т.н., доцент О.М. Батищева</i>	88
Физические технологии и материаловедение	
<i>В.Г. Зайцева, П.Н. Егорова</i> РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БРОНЗОВЫХ ОТЛИВОК ЛИТЬЁМ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Дьячков</i>	91
<i>А.Ф. Минеханова</i> СВС ТИТАНОСОДЕРЖАЩИХ МАХ-ФАЗ В СИСТЕМЕ Ti-AL-N-C <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент Титова Ю.В.</i>	93
<i>С.А. Фадеев</i> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ "ПАТРУБОК" С ПРИ- МЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент В.Н. Дьячков</i>	95

<p><i>Д.М. Юдин, С.В Харченко</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛИТЫХ ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ ДУГОВОЙ ЗАВАРКИ И ПАЙКИ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРА ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ САМГТУ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент С.С. Жаткин</i></p>	97
<p><i>И.А. Уварова</i> ПОЛУЧЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОРОШКА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ ПО АЗИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СВС <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Титова Ю.В.</i></p>	99
Товароведение и экспертиза товаров	
<p><i>Ю.В. Махонина</i> ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСКРЕТНО-УПРОЧНЕННОГО ЛЕГИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО СПЛАВА (Al-Cu-Mn-Ni)-TiC <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Луц А.Р.</i></p>	102
<p><i>А.Ф. Минеханова</i> ОСНОВНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ТИТАНОСОДЕРЖАЩИХ МАХ-ФАЗ, ПОЛУЧЕННЫХ В РЕЖИМЕ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н., доцент Майдан Д.А.</i></p>	104
<p><i>Д.В. Остроухов</i> ТОВАРОВЕДНАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ЛИТЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Al-BN-TiC <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент Д.А. Майдан</i></p>	106
<p><i>Д.И. Платонова</i> ТОВАРОВЕДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ЖЕНСКОЙ СПОРТИВНОЙ ОБУВИ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент Луц А.Р.</i></p>	108
<p><i>И.А. Уварова</i> ЭКСПЕРТИЗА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ПОРОШКА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО ПО АЗИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩЕГОСЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Майдан Д.А.</i></p>	110
Теплоэнергетика	
<p><i>А.П. Ларин</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЗА НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент С.К. Зиганишина</i></p>	113
<p><i>А.Д. Москвитина</i> АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ <i>Научный руководитель – к.т.н. Р.Ж. Габдушев</i></p>	115
<p><i>К.С. Пешкин</i></p>	117

ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ <i>Научный руководитель – ассистент В.К. Ткачев</i>	
<i>А.И. Попов</i> ТЕПЛООБМЕН В СТЕРЖНЕ В УСЛОВИЯХ ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ <i>Научный руководитель – к.т.н. Еремин А.В.</i>	119
<i>Е.С. Кошелев, М.С. Коростелев, С.С. Леонов</i> РАСЧЁТ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДА- НИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗРАБОТКИ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ЭКОНОМИИ ТЕПЛОТЫ <i>Научный руководитель – д.ф. – м.н., профессор В.А.Кудинов</i>	121
<i>С.С. Леонов, Е.С. Кошелев, В.В. Паращенко, А.А. Бекшаев</i> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ <i>Научные руководители: д.ф. – м.н., профессор В.А.Кудинов, к.т.н., доцент Р.Ж. Габ- душев</i>	123
<i>А.С. Доронин</i> РОЛЬ ТАРИФА НА ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ В ЭКОНОМИКЕ САМАРСКОЙ ОБ- ЛАСТИ <i>Научный руководитель – к.э.н., доцент К.В. Трубицын</i>	125
Таможенное дело	
<i>Н.И. Еремина</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В РАМКАХ ВЫБОРА ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ УПОЛНО- МОЧЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОПЕРАТОРОВ <i>Научный руководитель – доцент Е.В. Чекушкин</i>	128
<i>Л.Г. Гаспарян</i> ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ВАЛЮТНОГО КОНТРОЛЯ НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ТАМОЖНИ. АНАЛИЗ ВЫЯВЛЯЕМЫХ ПРАВОНАРУШЕНИЙ <i>Научный руководитель – доцент В.В. Батаев</i>	130
<i>Р.Р. Иксанов</i> АНАЛИЗ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ <i>Научный руководитель – к.э.н., доцент Ю.Н. Горбунова</i>	132
<i>А.А. Митиогло</i> ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КООПЕРАЦИИ СТРАН ЕАЭС В ВОПРОСЕ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТА <i>Научный руководитель – декан ТЭФ, к.э.н., доцент К.В. Трубицын</i>	134
<i>Н.А. Никифоров</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗИМАНИЯ ТАМОЖЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ, УП- ЛАЧИВАЕМЫХ ФИЗИЧЕСКИМИ ЛИЦАМИ, ПЕРЕСЕКАЮЩИМИ ТАМОЖЕН- НУЮ ГРАНИЦУ ЕАЭС <i>Научный руководитель – декан ТЭФ, к.э.н., доцент К.В. Трубицын</i>	136

Компьютерный инжиниринг	
<i>М.И. Гнутикова</i> CFD МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ МЕТАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LES МОДЕЛИ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко</i>	139
<i>И.Д. Карпилов</i> ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ РЕАКЦИИ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МЕТАНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЛИЧЕСТВА КАТАЛИЗАТОРА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко</i>	141
<i>И.Д. Карпилов, Р.М. Мустафин</i> СРАВНЕНИЕ ANSYS FLUENTI COMSOL MULTIPHYSICS НА ПРИМЕРЕ CFD МОДЕЛИРОВАНИЯ ДОРОЖКИ КАРМАНА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.И. Пащенко</i>	143
<i>А.Д. Москвитина, Р.М. Мустафин</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СОЛНЕНЧНОГО ПОДОГРЕ- ВАТЕЛЯ ВОЗДУХА <i>Научный руководитель – к.т.н. Д.И. Пащенко</i>	145
<i>П.С. Щеголькова, А.В. Коробко, А.Ю. Погиблова</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ МЕТОДОМ КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Лукьянова</i>	147
Электроэнергетика	
<i>А.В. Проничев, Е.О. Солдусова</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ И СРЕДСТВ ИХ РЕАЛИ- ЗАЦИИ ДЛЯ ЛОКАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ <i>Научные руководители – к.т.н., доцент Е.М. Шишков, к.т.н., доцент Д.Н. Дадонов</i>	150
<i>Е.О. Солдусова, А.В. Проничев</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НО- ВЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ В СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ <i>Научные руководители – профессор, д.т.н. В.Г. Гольдштейн, ассистент Казанцев А.А.</i>	152
<i>Д.Ю. Платонов</i> К ОЦЕНКЕ РАСЧЕТНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕ- ТЯХ, ПИТАЮЩИХ КРАНЫ РЕЧНЫХ ПОРТОВ <i>Научные руководители: к.ф.м.н, доцент Н.Д. Голубева, д.т.н. профессор В.П. Степа- нов</i>	154
<i>М.А. Шаронов</i> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА РАСХОДА КОММУТАЦИОН- НОГО РЕСУРСА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ 6-1150 КВ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Проценко</i>	157
Электромеханика и электротехника	
<i>Д.И. Бурьцов</i>	159

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ЭКСТРОПОЛЯТОРА НУЛЕВОГО ПОРЯДКА В ЦИФРОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ <i>Научный руководитель профессор Лысов В.Е.</i>	
<i>Д.В. Колпаков</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАГРЕВАТЕЛЬНО- ГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ТРАНС- ФОРМАТОРНОГО ТИПА <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор А.И. Данилушкин</i>	161
<i>А.В. Майоров</i> ОПТИМИЗАЦИЯ ДВУХСЕКЦИОННОГО ИНДУКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ НАГРЕВА СТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ПОД ДЕФОРМАЦИЮ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор А.И. Данилушкин</i>	163
<i>К.А. Скопинцев</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ, ЭЛЕКТРОПРИВОД НАСОСА <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Чабанов Ю.А.</i>	165
<i>Д.В. Чегодаев</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ МОСТОВОГО КРАНА, ЭЛЕКТРОПРИВОД ГРУЗОПОДЪЕМ- НОГО МЕХАНИЗМА <i>Научный руководитель доцент, к.т.н. Чабанов Ю.А.</i>	167
Химия	
<i>А.А. Артёменко</i> 3-НИТРОБЕНЗОФУРАНЫ И 3-НИТРО-4Н-ХРОМЕНЫ В РЕАКЦИЯХ СОПРЯЖЕН- НОГО ПРИСОЕДИНЕНИЯ <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент Д.В. Осипов</i>	170
<i>К.С. Корженко</i> РЕАКЦИИ ХРОМЕН- И ХРОМОН-3-КАРБАЛЬДЕГИДОВ СО ВТОРИЧНЫМИ ЦИКЛИЧЕСКИМИ АМИНАМИ <i>Научный руководитель - д.х.н., профессор Осянин В.А.</i>	172
<i>Т.С. Никулина</i> СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ОКСИМА И ГИДРАЗОНА ГОМОАДАМАНТАН-4,5- ДИОНА <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Ширяев</i>	174
<i>О.Н. Мякинькова</i> ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ В СИСТЕМЕ $Li, Rb F, CrO_4$ <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент кафедры «ОНХ» Бурчаков А.В.</i>	176
<i>Е.В. Русакова</i> АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАС- ПЛАВОВ $RbNaI$ <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент Лаврентьева О. В.</i>	178
<i>Ю. Ф. Ямщикова</i> ИЗУЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПАРОВ И РАСЧЕТ ЭНТАЛЬПИИ ИСПАРЕНИЯ ДЛЯ ГЛИ- КОЛАТОВ И ЛАКТАТОВ	180

<i>Научный руководитель – доцент, к.х.н. С.В. Портнова</i>	
Химическая технология	
<i>А.В. Костромитина</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОЛИГОМЕРА ИЗ БУТИЛОВОГО ЭФИРА МОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ <i>Научный руководитель – к.х.н., доцент Ю.А. Дружинина</i>	183
<i>К.М. Чульфаев</i> СПЕЦИФИКА РЕКОНСТРУКЦИЙ МАЛОТОННАЖНЫХ УСТАНОВОК ПЕРВИЧ- НОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ГАЗОВЫЙ КОН- ДЕНСАТ <i>Научный руководитель – Лесухин М.С.</i>	185
Специальная техническая химия	
<i>Н.А. Ахмедов</i> 3D-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ <i>Научный руководитель – к.т.н., Ногачева Э.Р.</i>	188
<i>Т.Ф. Амиров</i> РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕСТИЦИДНОГО ПИРОТЕХНИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА АЭРОЗОЛЯ СЕРЫ ДЛЯ НЕБОЛЬШИХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ <i>Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. «ХТОСА», А.М. Пыжов</i>	189
<i>М. Д. Малков</i> РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ПРОТИВОСПУТНИКОВОГО ОРУЖИЯ КОСМИЧЕС- СКОГО БАЗИРОВАНИЯ <i>Научный руководитель – д.т.н., профессор П.К. Ланге</i>	192
<i>П.А. Митрошина</i> ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕД- ПРИЯТИЙ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ <i>Научный руководитель – к.т.н., ст. преподаватель каф. «ТТХВ» Кондратенко П.К.</i>	194
<i>А.В. Персиянцева, К.В. Ли</i> БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА В РЯДУ ТРИНИТРОЭТОКСИ-1,3,5-ТРИАЗИНОВ <i>Научные руководители – к.х.н., доцент Заломленков В.А., д.х.н., профессор Гидаспов А.А.</i>	196
Промышленная безопасность. Сертификация и управление качеством	
<i>О.И. Анищенко, К.В. Солдатова</i> ПОРЯДОК РАССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ, ПОДНАДЗОР- НЫХ СЛУЖБЕ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ НАДЗОРУ <i>Научный руководитель – ассистент О.Н. Кулагина</i>	199
<i>М.С. Дмитриева, К.А. Дробжева</i> СРАВНЕНИЕ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ В МЕХАНИЧЕСКОМ ЦЕХЕ С ПОМОЩЬЮ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ	201

<i>Научный руководитель – профессор, д.т.н. Н.А. Сазонникова</i>	
<i>И.А. Лавриненков</i> АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ И ДРУГИЕ НЕОТЛОЖНЫЕ РАБОТЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ОПОЛЗНЕЙ И СЕЛЕЙ <i>Научный руководитель – доцент С.А. Дьяков</i>	203
<i>М.А. Костерин</i> ОБЗОР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ <i>Научный руководитель - к.т.н., доцент И.А. Башарина</i>	205
<i>Т.Д. Фомина</i> КАЧЕСТВО 4.0 И ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Айдаров Д.В.</i>	207
Геология, разработка и эксплуатация месторождений углеводородов, техника и технология нефтесервисных услуг	
<i>А.Г. Задкова, К.С. Медведев</i> ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЛИНЗ <i>Научный руководитель – старший преподаватель Е.В. Гусева</i>	210
<i>А.А. Кондратюк</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЯНОКИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК СКВАЖИН НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент В.В. Коновалов</i>	212
<i>А.С. Дормидонтов</i> ОБОРУДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОГО КРЕПЛЕНИЯ СКВАЖИН <i>Научный руководитель – к.т.н. доцент П.А. Гаранин</i>	214
<i>Д.В. Майоров, А.М. Евсеева</i> ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НОВЫХ И ИЗВЕСТНЫХ РАЗРЕЗОВ И СОДЕРЖАЩЕЙСЯ ПАЛЕОФАУНЫ НИЖНЕКАЗАНСКОГО ПОДЪЯРУСА В ОКРЕСТНОСТЯХ С.П. БАЙТУГАН САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Научные руководители – ст. преп. Н.М. Иванова, к.ф.-м.н., директор Геолого-минералогического музея СамГТУ А.А. Сидоров</i>	216
Физико-математические аспекты нефтегазового дела	
<i>Б.Ш. Иномов, А.С. Старков</i> РАСЧЕТ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ СТЕНКИ РВС С УЧЕТОМ СВАРНЫХ ШВОВ <i>Научный руководитель – доцент, к.ф.-м.н. М.В. Петровская</i>	219
<i>М.А. Нефедов</i> УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ПОДБОРА ШТАНГОВОГО НАСОСА <i>Научный руководитель – профессор, к.т.н. В.Л. Папировский</i>	221
<i>О.Д. Агеев</i> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО СМЕШАННЫХ КОМПОНЕНТОВ В ГОРЕЛКЕ ТИПА АГГ-ЗМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS	223

<i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.С.Печников</i>	
Процессы и оборудование в нефтегазовом деле	
<i>А.А. Балькина, А.И. Голикова</i> ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ ПАРАФИНОВ <i>Научный руководитель – к.п.н., доцент Г.М. Орлова</i>	226
<i>В.О. Коробко</i> МОДЕЛЬ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЁТА СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. Д.А. Крючков</i>	228
<i>Д.Н. Пехтерев, Е.А. Епишкин, К.В.Царев</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ПРОХОЖДЕНИЕМ СРЕДСТВ ОЧИ- СТКИ И ДИАГНОСТИКИ ПО НЕФТЕПРОВОДУ <i>Научные руководители: доцент В.И. Пименов, к.т.н., доцент Д.А. Мельникова</i>	230
<i>Н.И. Садыков, Д.А. Русских</i> АНАЛИЗ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ В СТЕНКЕ РВС, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ РЕЗЕРВУАРА <i>Научный руководитель – доцент Л.Е. Землеруб</i>	232
<i>О.Д. Агеев</i> АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ЦЕЛЬЮ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ <i>Научный руководитель – доцент, к.т.н. А.С.Печников</i>	234
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов	
<i>Д.А. Лобкова</i> САНАЦИЯ ГЕОСРЕДЫ ЗАГРЯЗНЕННОЙ УТЕЧКАМИ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИС- ПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕАГЕНТОВ <i>Научный руководитель – к.т.н. Пыстин В.Н.</i>	237
<i>А.Р. Ксенафонтова</i> ДИАГНОСТИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ САМАРСКОЙ ЛУКИ В МЕСТАХ РАЗРАБОТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МЕТОДЫ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ <i>Научный руководитель – доцент, к.б.н. В.В. Заболотских</i>	239
<i>М.А. Проскуракова</i> СИСТЕМА ПРЯМОГО КОНТАКТНОГО МОНИТОРИНГА СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННОЙ ОРГАНИКИ В ПОЧВЕ <i>Научный руководитель – ст. преподаватель Сухоносова А.Н.</i>	241
<i>Д.Н. Шерстобитов</i> МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ РЕКУЛЬТИВИРО- ВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент А.Н. Сухоносова</i>	244
Общая физика	
<i>А.А. Котляров</i> СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОЦЕПНЫХ ВОЗ-	248

ДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ <i>Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Ю.В.Великанова</i>	
<i>Д.Ю. Кондукторов</i> ПРОЕЦИРОВАНИЕ РЕАЛЬНОСТИ <i>Научный руководитель – старший преподаватель А.В.Куликова</i>	250
<i>Д.А. Пяткова</i> ОЦЕНКА ФАКТОРОВ, СВЯЗАННЫХ СО СЦЕНАРИЕМ «ПОТОК РАЗЛИВШИХСЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ» <i>Научный руководитель – ОфГиФНГП, доцент Е.А. Косарева</i>	252
<i>Я.Е. Рогаткин</i> ПОЛИСПАСТЫ И ИХ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ <i>Научный руководитель - доцент, к.ф.-м. наук А.И. Крестелев</i>	254
Технологии пищевых производств и биотехнология	
<i>А.В. Коровкина</i> АНАЛИЗ ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ВИСКОВОГО ДИСТИЛЛЯТА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ЗЕРНОВОГО СЫРЬЯ <i>Научный руководитель – к.б.н., доцент Л.П. Кривова</i>	258
<i>Э.С. Комарова</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХПК И БПК В ПРОБАХ ВОДЫ, СОДЕРЖАЩИХ АМПИЦИЛЛИН И БЕНЗИЛПЕНИЦИЛЛИНА НАТРИЕВУЮ СОЛЬ <i>Научный руководитель – к.фарм.н., доцент З.Е. Мащенко</i>	260
<i>Е.Н. Макеева</i> ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ НЕФТИ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД <i>Научный руководитель – д.б.н., профессор Е.Ю. Руденко</i>	262
<i>С.А. Пайдулова</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФЕНОЛОВ <i>Научный руководитель: д.х.н. зав. кафедрой В.В. Бахарев</i>	264
<i>Ю.В. Савинова</i> ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ВИНОГРАДА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ <i>Научный руководитель – к.т.н., доцент П. А. Чалдаев</i>	266

Научное издание

ДНИ НАУКИ – 2019

Печатается в авторской редакции

Подп. в печать 07.06.2019

Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная

Усл. п. л. 17,44. Уч.-изд. л. 27,7

Тираж 21 экз. Рег. № 120/19

Заказ №

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Главный корпус

Отпечатано в типографии
Самарского государственного технического университета
443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244. Корпус № 8