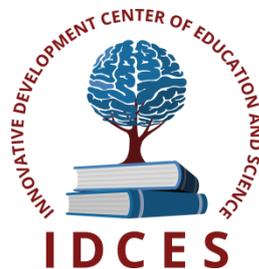


**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



## **Проблемы и достижения в науке и технике**

### **Выпуск V**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 мая 2018 г.)**

**г. Омск**

**2018 г.**

**Издатель Инновационный центр развития образования и науки  
(ИЦРОН), г. Нижний Новгород**

ISSN: 2618-7795

УДК 62(06)

ББК 30я43

**Проблемы и достижения в науке и технике.** / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 5. г. Омск, – НН: ИЦРОН, 2018. 64 с.

**Редакционная коллегия:**

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Клюева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам V Международной научно-практической конференции «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г. Омск представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Статьи, принятые к публикации, размещаются в полнотекстовом формате на сайте eLIBRARY.RU.

© ИЦРОН, 2018г.

© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)</b> .....	6
<b>СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)</b> .....	6
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ Браганец С.А, Поспеев М.Ю. ....	6
ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ Борисов С.П. ....	7
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛИРУЕМЫХ ПО СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ Галёмина Е.А. ....	10
ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ Дмитриевский Б.С., Дмитриева О.В., Канавалов И.А. ....	13
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ Кирюшин О.В., Файзуханов Р.Р. ....	15
ВЫБОР МЕТОДОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССАМИ, СВЯЗАННЫМИ С БУРЕНИЕМ СКВАЖИН Салаватов Д.А. ....	18
ОБ ОДНОЙ ПРОСТОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО СЕТИ Трофимов В.М., Кушу Т.Ю. ....	20
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ПРИЕМНОМ РЕЗЕРВУАРЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ Уварова Л.В. ....	22
ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА. КРАТКИЙ ОБЗОР МОДЕЛИ СМЕСЕЙ Федюшкин Н.А., Федосин С.А. ....	24
<b>СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)</b> .....	27
<b>СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)</b> .....	27
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАРБОНИТРИРОВАННЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ Жиркин Ю.В., Горькова А.Е. ....	27
<b>СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)</b> .....	30
ВНЕДРЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ PLC-ТЕХНОЛОГИИ НА ТЕРРИТОРИЮ РФ Матов И.С. ....	30

<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)</b> .....	32
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
<b>И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)</b> .....	32
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА ДЛЯ УПОРНЫХ	
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ	
Бубнникович А.С. ....	32
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ	
МАТЕРИАЛОВ К ЦИАНИРОВАНИЮ	
Бубнникович А.С. ....	36
<b>СЕКЦИЯ №8.</b>	
<b>ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)</b> .....	38
<b>СЕКЦИЯ №9.</b>	
<b>АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)</b> .....	38
<b>СЕКЦИЯ №10.</b>	
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)</b> .....	39
УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ	
РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Воронин Я.В., Сухин К.А. ....	39
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО	
РЕМОНТА (НА ПРИМЕРЕ г. ВОРОНЕЖА)	
Зубарева Ю.В., Зуев Е.А., Мищенко А.В. ....	41
МАЛОЦИКЛОВАЯ УСТАЛОСТЬ ОБРАЗЦОВ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ	
НАПРЯЖЕНИЙ	
Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Милованова Л.Н., Галстян Л.К. ....	44
<b>СЕКЦИЯ №11.</b>	
<b>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)</b> .....	47
ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ ОГНЕСТОЙКИЕ ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ	
Мостовой А.С., Таганова А.А., Прокопович К.В. ....	47
<b>СЕКЦИЯ №12.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)</b> .....	49
<b>СЕКЦИЯ №13.</b>	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)</b> .....	49
<b>СЕКЦИЯ №14.</b>	
<b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА</b>	
<b>(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)</b> .....	49
<b>СЕКЦИЯ №15.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)</b> .....	49

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ MATLAB Понофидин И.О., Медведев В.А. ....	50
<b>СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00).....</b>	<b>54</b>
<b>СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12).....</b>	<b>54</b>
<b>СЕКЦИЯ №18. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23) .....</b>	<b>54</b>
<b>СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08).....</b>	<b>54</b>
<b>СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05) .....</b>	<b>55</b>
VR TECHNOLOGIES IN SCHOOL EDUCATION Насырова С.Р., Молодовский Е.А.....	55
BLOCKCHAIN. TECHNOLOGY, IT'S CAPABILITIES AND ADVANTAGES Улимова Н.В. ....	59
<b>СЕКЦИЯ №21. МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08).....</b>	<b>61</b>
<b>ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД.....</b>	<b>62</b>

## **СЕКЦИЯ №1.**

### **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

## **СЕКЦИЯ №2.**

### **ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

#### **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ**

**Браганец С.А, Поспеев М.Ю.**

Волжский Политехнический Институт, г. Волжский

Современное промышленное оборудование должно обладать высоким уровнем надежности, в связи с чем, особое внимание уделяется заключительным стадиям производственного контроля [1]. Однако, некоторые дефекты удается обнаружить только спустя некоторый промежуток времени во время эксплуатации насоса.

На сегодняшний день основным методом определения неисправности в насосных агрегатах с центробежным насосом является вибрационный метод. Одним из подходов является установка датчиков для определения текущих значений параметров вибрации и выдача сигналов «Норма», «Предупреждение» и «Останов». Данный метод не всегда способен дать достаточную информацию для определения причин, вызвавших превышение уровня «Предупреждение».

Другой подход определяет изменение значений вибрации в частотной области. Изменение частотных составляющих позволяет обнаружить нарушение в работе машины или ее повреждение на более ранней стадии [2]. А также причин, вызвавших неисправность. С другой стороны, данный подход предполагает использование сложных и дорогостоящих вычислительных комплексов, что ограничивает возможность применения.

Оба метода предполагают использовать специализированные датчики измерения вибрации, которые используются только для диагностики.

В наше время, насосные станции, вновь возведенные или модернизированные, как правило, работают от частотных преобразователей по замкнутому контуру, регулируя давление. На насосных станциях устанавливаются датчики давления до и после насоса, при учете водопотребления – расходомеры, контролируется напряжение и ток частотным преобразователем.

Предлагается проводить диагностику насосного агрегата за счет использования существующей измерительной информации. Метод позволяет определять такие неисправности как: коррозионные раковины, забоины, коррозионно-эрозионный износ, трещины в корпусе насоса, коррозия лопаток, кавитация, засорение впуска насоса, проблемы с подшипниками качения и т.д. Метод основан на получении данных с датчиков технологического процесса, обработки данных и выдачу весовых коэффициентов адаптивной модели процесса [3]. По динамике коэффициентов возможно определение текущего состояния насоса и прогнозирование возможных неисправностей.

При этом предлагается создание как отдельного вычислительного прибора, который получает информацию по аналоговым или цифровым каналам, и выдает диагностическую информацию по цифровому интерфейсу, так и использование ресурсов программируемых логических контроллеров, непосредственно управляющих технологическим процессом насосного агрегата, ввиду того, что предлагаемые алгоритмы не требовательны к вычислительным ресурсам.

Таким образом, предлагаемый подход позволяет определить большое число неисправностей насоса без использования специализированных информационно-вычислительных комплексов по измерению вибрации, используя лишь доступную в АСУТП измерительную информацию.

## Список литературы

1. Полешкин М.С., Поварова М.Е., Мозгалева А.А., Разработка и исследование центробежного насоса для испытаний гидроаппаратов на прочность и герметичность // Инженерная Наука и Образование. - 2016. - №1. - С. 72-79.
2. ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009. Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы. – Москва: Изд-во стандартов, 2010 – 47с.
3. Isermann R. Fault-Diagnosis Applications. Model-Based Condition Monitoring: Actuators, Drives, Machinery, Plants, Sensors, and Fault-tolerant Systems. – London, 2011 – 354 с.

## ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

**Борисов С.П.**

старший преподаватель кафедры КБ-5 «Аппаратного, программного и математического обеспечения вычислительных систем»

Институт комплексной безопасности и специального приборостроения,  
Московский Технологический Университет (МИРЭА)

*В работе рассмотрены проблемы помехозащищенности сложных систем и их влияние на эффективность процесса функционирования в заданных условиях. Описано влияние внутренних и внешних помех.*

**Ключевые слова:** сложная система, простая система, эффективность, процесс функционирования, внешние помехи, внутренние помехи, возмущенный процесс, невозмущенный процесс, помехозащищенность системы.

Современные информационные, сетевые технологии, современные технологии производства электронных и вычислительных компонентов и устройств логично и неотвратно привели к тому, что появилось множество направлений науки и техники, в которых делаются попытки соединить все эти достижения в единое целое, и это, еще не всегда строго классифицируемое «нечто», в любом случае было, остается и всегда будет сложной системой. Это могут сенсорные сети, беспроводные сети, и системы, организуемые на их основе.

Разделение тех или иных реальных систем на сложным и простые, является достаточно условным и связано, большей частью с тем, насколько весомую роль играют общесистемные вопросы функционирования сложных систем при изучении такого целостного объекта. Это последнее обстоятельство непосредственно зависит не столько от свойств самой системы, сколько от тех задач, для решения которых предусмотрено исследование и изучение поведения системы.

Относительно свойств сложных систем, которые позволяют, с допущениями или без, отнести их к разряду «сложных», необходимо отметить следующее.

**Система называется сложной, если она состоит включает большое число взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.** Очевидно допущение, что такая система должна быть способной выполнять одну или несколько сложных функций.

Естественно, что совокупность, состоящая из  $n$  изолированных, не связанных между собой элементов, еще не является системой. Для изучения такой совокупности достаточно провести не более  $n$  исследований, к тому же только в крайнем случае, когда эти элементы не равны. Когда же речь идет о системе, состоящей из  $n$  элементов, необходимо рассматривать  $n(n-1)$  возможных связей между ее элементами (в общем случае связь элемента А с элементом В не эквивалентна связи элемента В с элементом А).

Функциональными характеристиками сложных систем являются:

1. Эффективность.
2. Надежность.
3. Качество управления.
4. Помехозащищенность.
5. Устойчивость.
6. Сложность.

Целесообразность создания любой сложной системы, а также ее восстановление, всегда должно определяться эффективностью выполнения, заложенной в нее функции в заданных или изменившихся условиях.

Следовательно, каждый показатель эффективности  $W$  зависит от нескольких параметров или групп параметров. Основная роль отведена параметрам системы  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  и параметрам, характеризующим воздействие внешней среды  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ .

Таким образом,

$$W = W(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m) \quad (1)$$

Очевидно, что при эксплуатации, функционирование любых сложных систем подвержено влиянию многих случайных факторов, связанных как с внутренним состоянием системы, так и с внешними воздействиями. В таких условиях серьезной проблемой является обеспечение максимальной эффективности системы.

Создание сложных систем, защищенных от влияния условий работы и функционирования практически невозможно. Подобные системы должны иметь глубокое резервирование, что делает их громоздкими, и, как следствие, малоэффективными. Поэтому сложные системы, за небольшим исключением, создаются для работы с максимально возможной эффективностью в определенных условиях, и в определенное время. Такие условия называются *нормальными*, а функционирование системы в таких условиях — *невозмущенным* процессом функционирования системы.

Принятие и описание нормальных условий процесса функционирования сложных систем идеализируют действительность. Но реальные условия эксплуатации, функционирования всегда отличаются от нормальных, даже если эти отличия минимальны. Такие отклонения (отличия) реальных условий эксплуатации систем от заданных и описанных как нормальные, порождают отклонения процессов функционирования системы от невозмущенного процесса функционирования. Такие отклонения принято называть *возмущениями*, а такой процесс функционирования сложных системы — *возмущенным*.

На самом деле удобнее рассматривать такие отклонения не как возмущения, а как *помехи*, которые снижают качество функционирования системы.

Помехи следует разделить на внутренние помехи и внешние помехи.

Внутренние помехи это те, которые возникают внутри самой системы и могут проявляться в виде изменения свойств элементов системы, связей и взаимодействий между ними, всех или нескольких структурных характеристик, которые могут изменить значения параметров  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  сложной системы, рассматриваемых в формуле (1). Изменения или возмущения значения  $\alpha_i^*$ , параметров  $\alpha_i$ , представляются в виде

$$\alpha_i^* = \alpha_i^0 + \Delta\alpha_i, \quad (2)$$

где  $\alpha_i^0$  — значения параметров сложной системы в условиях нормального процесса функционирования, а  $\Delta\alpha_i$  — изменения соответствующих параметров, вызванные действием помех.

Примерами возмущений, вызванных внутренними помехами в сложных системах, могут служить ошибки в адресации и логическом представлении элементов системы, ошибки при описании и обработки прерываний.

Проявлением *внешних* помех являются отклонения от нормы параметров в результате воздействий внешней среды на сложную систему. Это приводит к изменению значений параметров  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ , входящих в формулу (1). Измененные (возмущенные) значения  $\beta_j^*$ , параметров  $\beta_j$  допустимо представить следующим образом

$$\beta_j^* = \beta_j^0 + \Delta\beta_j, \quad (3)$$

где  $\beta_j^0$  — значения параметров, которые показывают характер воздействия со стороны внешней среды при функционировании в нормальных условиях, а  $\Delta\beta_j$  — изменения параметров под действием помех.

Внешними помехами, влияющих на работу сложных систем, являются атмосферные и промышленные шумы в каналах связи (как проводных, так и беспроводных), приводящие к разрушению и, следовательно, потере элементов системы.

В некоторых случаях, допускается невозмущенный процесс функционирования системы считать полностью детерминированным, при котором все случайные отклонения сводятся к возмущениям. При этом условия нормального функционирования будут практически соответствовать тем состояниям, когда влияние случайные факторы оказывают нулевое влияние.

Многие важные в практическом отношении сложные системы не требуют выбора нормальных, или близких к идеальным, условий функционирования, когда влияние случайных факторов просто сводится к нулю, потому как оно совершенно нецелесообразно. Нормальными условиями принято считать такие условия, когда сами случайные факторы характеризуются заданными вероятностными параметрами. Тогда, естественно, и сам невозмущенный процесс функционирования сложной системы будет являться случайным. В этом случае помехи выражаются дополнительными случайными факторами, которые выходят за рамки принятых ограничений для нормальных условий процесса функционирования системы. Сам по себе возмущенный процесс функционирования сложной системы в этом случае неизбежно будет описан как два случайных процесса:

- невозмущенный процесса (возмущения отсутствуют);
- сами возмущения, вызванные воздействием помех.

В исследованиях любых сложных систем особый интерес представляет влияние помех на эффективность систем, или, другими словами, какова их помехозащищенность.

**Помехозащищенность системы** – способность системы эффективно работать в условиях действия помех.

Оценка помехозащищенности систем производится при помощи показателей, аналогичных показателям надежности и/или качества управления.

Делаем допущение, что величина  $W$ , определенная соотношением (1), является показателем эффективности некой сложной системы. Вычислим значение  $W_{\text{норм}}^0$  показателя эффективности  $W$  для заданных (нормальных) условий процесса функционирования системы:

$$W_{\text{норм}}^0 = W(\alpha_1^0, \alpha_2^0, \dots, \alpha_n^0; \beta_1^0, \beta_2^0, \dots, \beta_m^0) \quad (4)$$

Вычислим значение  $W_{\text{пом}}^*$  показателя эффективности  $W$  при условии воздействия на систему как внутренних, так и внешних помех с заданными значениями характеристик:

$$W_{\text{пом}}^* = W(\alpha_1^*, \alpha_2^*, \dots, \alpha_n^*; \beta_1^*, \beta_2^*, \dots, \beta_m^*) \quad (5)$$

Тогда разность

$$\Delta W_{\text{пом}}^0 = W_{\text{норм}}^0 - W_{\text{пом}}^* \quad (6)$$

можно принять как показатель помехозащищенности сложной системы. А сама величина  $\Delta W_{\text{пом}}^0$  показывает, насколько может быть снижена эффективность системы при условии воздействия помех с определенными характеристиками.

Кроме абсолютной оценки помехозащищенности системы, можно дать сравнительную оценку воздействия помех с различными качественными и количественными характеристиками. Для этого в соотношение (6) вместо  $W_{\text{норм}}^0$  и  $W_{\text{пом}}^*$  подставим значения показателя эффективности  $W$ , относящихся к сравниваемым случаям.

Для наглядности отображения веса (значимости) того или другого вида помех пользуются также и относительной оценкой помехозащищенности, рассматривая отношение величины  $\Delta W_{\text{пом}}^0$  к величине произвольной характеристики помехи. Допустимы также различные отдельные показатели, дающие оценку влияния помех на работу сложных систем целиком и отдельных ее элементов.

Относительно рассматриваемых показателей возникает вопрос, допустимо ли ограничиться только показателем эффективности  $W$ , хотя бы в тех условиях, когда требуется не синтез системы, а просто оценка этого показателя?

Сказанное выше о показателях эффективности можно представить следующей элементарной схемой. Пусть имеется  $n$  факторов  $x_i$  (помехозащищенность, надежность, качество управления и т. д.). Каждому из этих факторов можно приписать некоторое идеальное значение  $x_i^0$  (например, для оценки надежности это означает, что все элементы системы имеют абсолютную надежность или «абсолютно надежны»). Обозначим через  $x_i$  реальные значения рассматриваемых факторов. Тогда допустимо следующее приближенное представление

$$W(x_1, x_2, \dots, x_n) \approx W(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) + \Delta_i W \quad (7)$$

где

$$\Delta_i W = W(x_1^0, \dots, x_{i-1}^0, x_i, x_{i+1}^0, \dots, x_n^0) - W(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) \quad (8)$$

по крайней мере, если значения  $x_i$  близки к идеальным. Рассчитать значение  $W(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$  можно на основании достаточно простой математической модели, а поправки  $\Delta_i W$  — только на основании специализированных моделей. Современные сложные системы не допускают, чтобы влияние различных факторов учитывались одновременно. Наоборот, создаются отдельные модели определения и

прогнозирования надежности, помехозащищенности. В итоге, на основании приближенной формулы (7) возможно рассчитать, с допустимой точностью и вероятностью, значение основного показателя эффективности, учитывая все главные факторы. Очевидно, следует учесть и эффекты от их взаимодействия (такие, как влияние помех, внутренних и внешних, на показатель надежности сложной системы). Тем не менее, после вывода формулы расчета  $\Delta W$ , пути решения задачи оценки помехозащищенности можно считать достаточно определенными.

### Список литературы

1. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. Обеспечение надежности сложных технических систем. Учебник. - СПб.: «Лань», 2011.- 352 с.
2. Червоный А.А., Лукьященко В.И., Котин Л.В. Надежность сложных систем. Издание 2-е, перераб. и дополн. М.: Машиностроение, 1976. - 288 с.
3. Дорохов А.Н. Обеспечение надежности систем управления объектами. Учебник. – СПб.: Балт.гос.техн.ун-т. – 2009. – 291 с.
4. Острейковский В.А. Теория надежности. Учебник для вузов – М.: Высш. шк., 2003 – 463 с.
5. Половко А.М. Основы теории надежности. Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург 2006. – 702 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕГУЛИРУЕМЫХ ПО СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Галёмина Е.А.

аспирант кафедры КБ-5 «Аппаратного, программного и математического обеспечения вычислительных систем»

Институт комплексной безопасности и специального приборостроения,  
Московский Технологический Университет (МИРЭА).

*В работе рассмотрены основные характеристики регулируемых по скорости электроприводов с целью создания единой информационной системы обработки результатов экспериментов, а также описана важность использования современных методов хранения, обработки и анализа объёмов технической информации, возникающих в процессе разработки и прикладной реализации электромеханических комплексов.*

**Ключевые слова:** *регулируемый по скорости электропривод, информационная система, лабораторный стенд, база знаний.*

Математические методы определения параметров электромеханических комплексов позволяют проводить оценку работы системы, как по элементам, так и в совокупности [3]. Выявление нарушений работы элементов системы по статистическим данным обработки показателей приборов, позволит устранить и предотвратить отказы электромеханических комплексов, а, следовательно, повысить надёжность. Определение требований и параметров автоматизированного контроля позволит оптимизировать работу комплекса.

Для исследования технических характеристик электроприводов, регулируемых по скорости, необходимо определить ряд показателей, путём обработки экспериментальных данных [5, 1]. В связи с наличием значительного количества сопровождающей информации, целесообразно использовать информационные технологии хранения и обработки анализируемых характеристик – Базы Знаний (БЗ).

В настоящее время стремительное развитие БЗ можно объяснить ростом потребности предприятий в области информатизации производственных процессов. Применительно к задачам промышленной автоматизации, БЗ обладают значительным потенциалом с точки зрения формализации, структуризации, хранения, доступа к данным и методам анализа информации [2, 3, 6]. В основе разрабатываемой БЗ стоит задача формирования банка данных (систем баз данных) – автоматизированной системы, являющейся совокупностью различных математических методов и алгоритмов обработки параметров технических комплексов. В работе представлена модель определения основных характеристик регулируемых по скорости

электроприводов с целью создания единой информационной системы обработки результатов экспериментов.

Электропривод – электромеханическая система, которая приводит в движение исполнительные механизмы рабочих машин и управляет этим движением в целях осуществления технологического процесса. Современный электропривод – совокупность множества электромашин, множества аппаратов и множества систем управления ими. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60%) и главным источником механической энергии в промышленности.

Регулируемые электроприводы (РЭП) широко используются в различных отраслях промышленности и народного хозяйства (Рис. 1).



Рисунок 1 - Области применения РЭП

Так как от технических характеристик РЭП во многом зависят показатели технологических машин (промышленных роботов, лазерных технологических установок, станков и пр.), то важной является задача разработки стенда для определения этих характеристик. В работе [5] описана структурная схема стенда, и предложены алгоритмы определения технических характеристик РЭП. На рисунке 2 представлен стенд, позволяющий моделировать различные механические нагрузки.



Рисунок 2 – Стенд определения характеристик РЭП

Конструкция стенда состоит из двух электрических машин:

1. испытуемый электродвигатель,
2. машина постоянного тока, выступающая в качестве нагружающего устройства.

Основная задача стенда заключается в имитации различных механических нагрузок и исследовании характеристик регулируемого электропривода, на который они воздействуют, что важно не только для специальных электроприводов различного назначения, но и при исследовании и проектировании узкоспециализированных устройств.

Диапазон регулирования скорости представлен в таблице в соответствии со стандартом ГОСТ 27803-91 «Электроприводы регулируемые для металлообрабатывающего оборудования и промышленных роботов. Технические требования» [1].

В таблице 1 представлены абсолютные значения допустимых значений скоростей электроприводов и численное значение коэффициента неравномерности вращения в системах электроприводов с обратной связью.

Таблица 1. Диапазон регулирования скорости

Скорость	Суммарная погрешность, $\Delta\Sigma$	При изменении нагрузки, $\Delta_H$	При изменении направления вращения, $\Delta_p$	Коэффициент неравномерности вращения, не более
$n_{\max}$	0,5	0,10	0,75	0,2
$0,1 \cdot n_{\max}$	0,20	0,75	0,75	0,75
$0,01 \cdot n_{\max}$	5,0	2,0	2,0	0,10
$0,001 \cdot n_{\max}$	25,0	10,0	10,0	0,25
$0,0001 \cdot n_{\max}$	25,0	10,0	10,0	0,25

Рассмотрим расчётные формулы для оценки характеристик РЭП. Суммарную погрешность  $\Delta\Sigma$  скорости можно рассчитать как сумму максимальных абсолютных погрешностей в случае изменения нагрузки  $\Delta_H$ , изменения напряжения сети питания  $\Delta U$ , внешней температуры  $\Delta T$  и собственном прогреве самого электропривода до значения температуры, не изменяющейся во времени:

$$\Delta\Sigma = |\Delta_H| + |\Delta U| + |\Delta T| \quad (1)$$

Погрешность скорости определяется при изменении параметров (напряжения) электросети, номинальном напряжении и внешней температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  определяется формулой:

$$\Delta_{U1} = \frac{n_{1,1H} - n_H}{n_H} \cdot 100\%,$$

$$\Delta_{U2} = \frac{n_{0,9H} - n_H}{n_H} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Погрешность, вносимая при изменении температуры в пределах от  $20 \pm 5$  до  $45^\circ\text{C}$  и предварительном нагреве электропривода до заданной или установившейся самостоятельно температуры, определяется при номинальных значениях напряжения питающей электрической сети:

$$\Delta_T = \frac{n_{45^\circ\text{C}} - n_{20^\circ\text{C}}}{n_{20^\circ\text{C}}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

При изменении направления вращения привода погрешность измерения скорости определяется в режиме холостого хода, номинальном напряжении питающей электросети сети и внешней температуре  $20^\circ\text{C}$ .

$$\Delta_p = 2 \cdot \frac{|n_{np} - n_{лев}|}{n_{np} + n_{лев}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $n_{np}$ ,  $n_{лев}$  - величины скоростей для фиксированного постоянного и управляющего напряжения при противоположных направлениях вращения привода, соответственно.

Коэффициент неравномерности вращения электродвигателя определяется отношением разности максимальной и минимальной мгновенных значений скорости двигателя при работе электропривода в холостую:

$$K_H = 2 \cdot \frac{n'_{max} - n'_{min}}{n'_{max} + n'_{min}} \quad (5)$$

Данные, полученные в ходе работы стенда и представленные расчетные формулы, дают возможность оценить показатели качества регулирования механических координат электропривода и переменные потери энергии в двигателе, зависящие от нагрузки на валу.

По результатам экспериментальных исследований планируется разработать Базу Знаний с использованием современных математических и численных методов моделирования и оценки характеристик работы электроприводов.

### Список литературы

1. ГОСТ 27803-91 «Электроприводы регулируемые для металлообрабатывающего оборудования и промышленных роботов. Технические требования».
2. Зуев В.В., Шмелева А.Г., Каленюк И.В., Румянцев Р.А. Программные системы анализа необратимых явлений в конструкциях и сооружениях при динамических воздействиях // Вестник МГТУ МИРЭА. 2015. Т. 2. № 3 (8). С. 99-109.
3. Зуев В.В., Шмелева А.Г., Наумов В.В. О динамике пластических сред с разупрочнением: теория и задачи // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник докладов, Казань, 20-24 августа 2015 года. Казань: Изд-во Казанского университета, 2015. С. 1527-1528.
4. Система управления электроприводов. Учебник для вузов. Осипов О.И., Терехов В.М. – М.: Академия, 2005 г. – 304 с.
5. Слепцов В.В., Шмелева А.Г., Галёмина Е.А. Разработка стенда для определения технических характеристик регулируемых по скорости электроприводов // Приборы. 2017. № 4 (202). С. 26-32.
6. Чесноков В.Ю., Шмелева А.Г. Метод оценки точности результатов имитационной модели при отсутствии экспериментальных данных // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции (11 августа 2017 г.). Технические науки в мире: от теории к практике. ИЦРОН, г. Ростов-на-Дону, 2017. С. 80-84.

### ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

**Дмитриевский Б.С., Дмитриева О.В., Канавалов И.А.**

ФГБОУ ВО "ТГТУ", РФ, г. Тамбов

При рассмотрении вопроса о системе принятия решений в процессе управления инновационно-производственной системой (ИПС), отметим тот факт, что руководство современного предприятия воздействует на механизмы и процессы его деятельности, исходя из информационной модели предприятия, которая складывается в его представлении на основании получаемой от различных служб информации. При этом качество представляемой этими службами информации определяет то, насколько близкой к действительности будет эта информационная модель. Поэтому для эффективности управления

ИПС важно достоверное отображение общей информационной среды в форме, удобной для представления руководству.

Успешная деятельность ИПС в целом зависит от эффективности достижения поставленных перед ним целей, следования принятым установкам и намеченным ориентирам, устойчивости с финансово-экономической и правовой точек зрения и устойчивости его положения среди конкурентов на рынке. Выполнение перечисленных выше условий - задача управления организацией.

Процесс управления ИПС базируется на следующих концепциях: планирование – сбор, обработка информации и выработка управленческого решения; организация и регулирование реализации управленческого решения; оперативный учет – сбор, регистрация, изменение и обработка информации, касающейся выполнения управленческого решения; анализ – как разложение информации, полученной на стадии учета, на компоненты; их изучение и оценка для принятия последующих управленческих решений.

Для исследования процесса управления в ИПС особый интерес представляет концепция учета, как информационной базы для принятия управленческого решения. Оперативный учет базируется на методологиях, тесно связанных с функциональными процессами на предприятии. Реально те или иные элементы оперативного учета используются для решения повседневных управленческих задач, однако очень важно, чтобы эти элементы были объединены в единую структуру, ориентированную на достижение определенного результата.

Система оперативного учета – это определенным образом упорядоченная и подчиненная внутреннему регламенту система процедур определения, сбора, измерения, регистрации и обработки информации о результатах хозяйственной деятельности организации в разрезе определенных сегментов деятельности, а также передачи этой информации управленческому персоналу, осуществляющим контроль и принимающим управленческие решения.

Таким образом, оперативный учет направлен на: оказание информационной помощи управляющим в принятии оперативных управленческих решений; контроль, планирование и прогнозирование экономической эффективности деятельности предприятия; обоснованный выбор наиболее эффективных путей развития предприятия.

В основу методологии оперативного учета положим следующие аспекты управления: технология конкретного вида деятельности; методология организации управления; нормативная база конкретного вида деятельности и внешнее окружение, определяющее условия функционирования предприятия.

На основе этих параметров сформируем оперативный учет как систему организации, сбора и накопления данных, необходимых для решения конкретной управленческой задачи.

После завершения процесса формирования основных требований к оперативному учету и определения основных путей и способов его организации, исходя из этих требований формируем внешний интерфейс оперативного учета, состоящий из трех тесно взаимосвязанных систем: система учета затрат (интерфейс с финансами); система показателей деятельности (интерфейс с управленческим персоналом); система управленческих отчетов (интерфейс с системой принятия решений).

Управленческая отчетность строится исключительно на потребностях руководства и составляется в реальном масштабе времени. Для построения системы частично может использоваться бухгалтерская отчетность. Управленческая отчетность помогает всей жизнедеятельности инновационного предприятия: обеспечивает быстрый обзор деятельности; указывает на существующие проблемы и недостатки; указывает на потенциальные проблемы в будущем; осуществляет решение задач повседневной и стратегической деятельности.

Для каждого из типов хозяйственной деятельности существуют специальные, присущие только им формы управленческих данных и соответствующей управленческой отчетности. Поэтому основной принцип построения системы управленческой отчетности состоит в том, что каждая сводка и каждый отчет должен быть направлен на решение конкретной задачи из определенной сферы деятельности и должен быть необходимым и достаточным для решения.

Система управленческой отчетности ИПС охватывает все виды деятельности и отображает необходимые для представления и контроля соответствующей деятельности данные в сводной форме.

Систему управленческой отчетности можно использовать как на уровне оперативного, ежедневного управления основными видами деятельности предприятия на основании сводок данных, так и на уровне тактического отображения отчетной информации на основании отчетов, полученных из сводок. Это отображает одну из характеристик системы управленческой отчетности – отображение данных в

реальном масштабе времени. Причем часть отчетов может использоваться одновременно руководителями из различных сфер деятельности. Таким образом демонстрируется принцип использования одних данных для обоснования различных управленческих решений.

Отметим логику функционирования системы управленческой отчетности: занимаясь своей основной деятельностью, предприятие регистрирует данные в сводках, при этом, сводки, содержащие первичные данные, используются в основном на оперативном уровне для регистрации и контроля текущих операций;

Через равные промежутки времени (ежедневно, еженедельно, ежемесячно, в зависимости от конкретной задачи) из сводок по направлениям составляются отчеты, в которых показывается конкретная информация, относящаяся к данному направлению. Отчеты об основной деятельности составляются на основе сводок и используются руководителями среднего звена для текущих оперативных и тактических решений и применения мер контроля и измерения эффективности работы подразделений.

Регулярно (ежедневно, еженедельно, ежемесячно) составляются сводные отчеты для высшего руководства, в которые включается конкретная информация из отчетов по выбранным направлениям. Сводные отчеты используются высшим руководством для принятия решений и стратегического планирования.

При построении системы управленческой отчетности учтены вышеописанные логические принципы и определены следующие необходимые характеристики системы: цель построения системы отчетности – обеспечение лиц, ответственных за принятие управленческих решений и решение определенных управленческих задач, информацией, целевым образом для такой деятельности структурированной.

Определение подразделений и пользователей системы, периодичность и сроки предоставления отчетов подчиняется характеристикам выявленных конкретных управленческих задач

При отображении отчетных показателей учитывается еще один принцип построения системы управленческой отчетности, а именно сопоставление отображаемых отчетных показателей плановым, и также на уровне отчетов – сопоставление полученных расчетным путем плановых данных и отчетных .

Информация о внутренней среде ИПС охватывает всю деятельность. Полная отчетность о деятельности предприятия формируется на основе отчетности по всем видам планов. При этом руководство предприятия обладает всей полнотой информации о том, что происходит на предприятии.

Эффективность управленческой отчетности повышается, если в ее совершенствовании принимает участие каждый руководитель, выполняя анализ того, какая информация нужна ему для успешного ведения его деятельности. Если эта информация может быть предоставлена другими подразделениями, необходимо согласовать возможность ее предоставления этими подразделениями.

Соответствие отчетности оперативному, тактическому и стратегическому уровню управления отображает одну из характеристик системы - отображение данных в реальном масштабе времени соответственно выбранному периоду формирования. При этом применяется принцип использования одних и тех же данных для обоснования различных управленческих решений.

Таким образом, система построена с учетом технологии сбора информации, ее обработки и выдачи, оптимизированной согласно выработанным критериям использования оперативных и расчетных управленческих данных. Система отчетов охватывает и представляет все виды деятельности предприятия и отображает данные в сводной форме. Часть отчетов может использоваться одновременно руководителями из различных сфер деятельности.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВИРТУАЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ

**Кирюшин О.В., Файзуханов Р.Р.**

ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа

Рабочим параметрам технологических процессов время от времени необходима настройка – производственные процессы имеют свойство отклоняться от нормального рабочего режима. Работа технологической установки поддерживается как за счет общих параметров процесса, так и за счет состава потоков, неизменность свойств которых важно поддерживать. Свойства целевых продуктов

производственного процесса, как правило, определяются с помощью лабораторного анализа. Для определения показателей качества продукции на потоке в автоматических системах управления применяются поточные промышленные анализаторы, широкое применение которых ограничено их высокой стоимостью и недостаточным уровнем полноты и оперативности.

Как альтернатива поточным промышленным анализаторам предложено применение виртуальных анализаторов (ВА), представляющих собой программно-алгоритмические комплексы, которые оценивают текущие свойства исходного сырья и целевого продукта по математической модели.

Контролируемые технологические параметры подаются на ВА, которые рассчитывают показатели качества продукции по заложенным математическим моделям. Это дает возможность управления технологическим процессом по показателям качества продукции с коррекцией в случае изменения параметров технологического объекта [1].

В качестве примера такого технологического процесса рассматривается селективная очистка — массообменный экстракционный процесс, основанный на избирательном растворении отдельных групп углеводов, входящих в состав масел. Разделение фаз происходит вследствие разности их плотностей, обусловленной различием плотностей растворителя и сырья [2]. Целевым продуктом процесса является рафинат, т.е. масляный погон, освобожденный от значительной части нежелательных компонентов. Смолистые вещества концентрируются в экстракте — побочном продукте селективной очистки масел.

В ходе работы ставилась задача получения модели виртуального анализатора, определяющей температуру вспышки и вязкость рафината; в качестве технологических параметров взяты температуры верха и низа экстракционной колонны, расход сырья и растворителя, расход рафината:

$$T_{\text{всп.}} = f(F_{\text{сыр.}}, F_{\text{р-ля}}, T_{\text{сыр.}}, T_{\text{р-ля}}, T_{\text{верха}}, T_{\text{низа}}, F_{\text{раф.}}),$$

$$\nu = f(F_{\text{сыр.}}, F_{\text{р-ля}}, T_{\text{сыр.}}, T_{\text{р-ля}}, T_{\text{верха}}, T_{\text{низа}}, F_{\text{раф.}}).$$

Здесь обозначены выходные параметры виртуального анализатора: температура вспышки ( $T_{\text{всп.}}$ ) и вязкость

( $\nu$ ), то есть вектор выходных параметров имеет вид  $V = \{T_{\text{всп.}}, \nu\}$ . Входные параметры (аргументы

функций): расход сырья ( $F_{\text{сыр.}}$ ), расход растворителя ( $F_{\text{р-ля}}$ ), температура сырья ( $T_{\text{сыр.}}$ ), температура растворителя ( $T_{\text{р-ля}}$ ), температуры верха ( $T_{\text{верха}}$ ) и низа ( $T_{\text{низа}}$ ) колонны К-8, расход рафината ( $F_{\text{раф.}}$ ), то есть имеем вектор входных параметров

$$Y = \{F_{\text{сыр.}}, F_{\text{р-ля}}, T_{\text{сыр.}}, T_{\text{р-ля}}, T_{\text{верха}}, T_{\text{низа}}, F_{\text{раф.}}\}.$$

Концептуальная модель ВА изображена на рисунке.

В процессе разработки анализатора использованы лабораторные данные с экстракционной колонны. С целью выяснения статической взаимосвязи между величинами, рассчитывались коэффициенты корреляции между всеми параметрами (входными и выходными). Результат оформлялся в виде квадратной матрицы. Если коэффициент корреляции между входным и выходным параметром близок или равен нулю, то делается вывод, что данный входной параметр не влияет на выходной параметр и в функции виртуального анализатора не учитывается. Если коэффициент равен или близок к единице ( $r_{ij} \in [0,9; 1]$ ), делается вывод, что параметры сильно коррелируют между собой, значение одного вычисляется через значение другого. В таком случае, в функции виртуального анализатора один из параметров не используется во избежание избыточности.

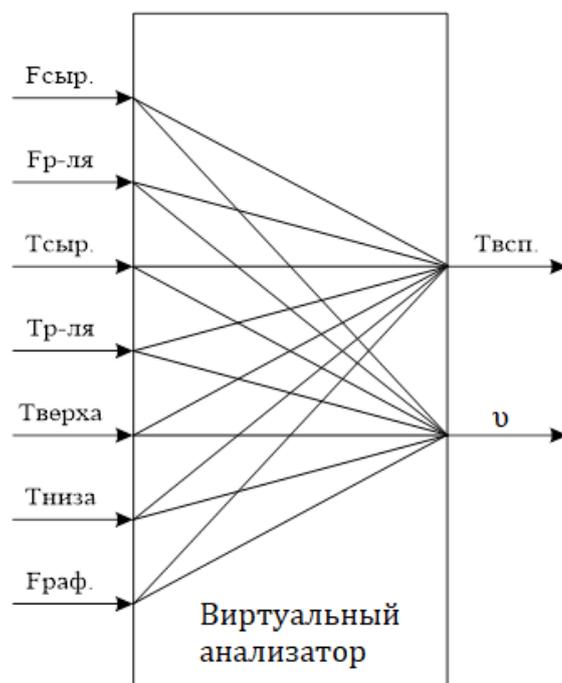


Рисунок – Концептуальная модель виртуального анализатора

Составляется аппроксимирующее выражение в виде полинома 1-й степени:

$$V^{\text{расч}} = \sum K_i \cdot Y_i,$$

где  $K_i$  – коэффициенты полинома,  $V^{\text{расч}}$  – вектор расчетных значений выходных параметров,  $Y_i$  – вектор входных параметров. То есть,

$$\vartheta^{\text{расч}} = K_{11} \cdot F_{\text{сыр}} + K_{21} \cdot F_{\text{р-ля}} + K_{31} \cdot T_{\text{сыр}} + K_{41} \cdot T_{\text{р-ля}} + K_{51} \cdot T_{\text{верх}} + K_{61} \cdot T_{\text{низ}} + K_{71} \cdot F_{\text{граф}},$$

$$T_{\text{всп}}^{\text{расч}} = K_{12} \cdot F_{\text{сыр}} + K_{22} \cdot F_{\text{р-ля}} + K_{32} \cdot T_{\text{сыр}} + K_{42} \cdot T_{\text{р-ля}} + K_{52} \cdot T_{\text{верх}} + K_{62} \cdot T_{\text{низ}} + K_{72} \cdot F_{\text{граф}}.$$

Следующим шагом рассчитывались коэффициенты функции виртуального анализатора. Аппроксимация табличных данных проводилась в программе Arproх.

Таким образом, подставляя полученные коэффициенты в указанное выше выражение, получены следующие аппроксимирующие выражения:

- для вязкости:

$$\vartheta = 0,002565 \cdot F_{\text{сыр}} + 0,060755 \cdot F_{\text{р-ля}} + 0,091986 \cdot T_{\text{сыр}} + 0,120597 \cdot T_{\text{р-ля}} - 0,026158 \cdot T_{\text{верх}} + 0,002315 \cdot T_{\text{низ}} - 0,121984 \cdot F_{\text{граф}},$$

- для температуры вспышки:

$$T_{\text{всп}} = 03,055209 \cdot F_{\text{сыр}} + 0,217154 \cdot F_{\text{р-ля}} + 0,014863 \cdot T_{\text{сыр}} + 0,959100 \cdot T_{\text{р-ля}} - 0,075486 \cdot T_{\text{верх}} + 0,190067 \cdot T_{\text{низ}} - 0,266680 \cdot F_{\text{граф}}.$$

Средняя относительная погрешность для вязкости составила 2,69 %, для температуры вспышки 1,23 %.

Исходя из результатов аппроксимации, можно сделать вывод о том, что погрешность для каждого из показателей качества не превышает 5%, то есть точность аппроксимации делает возможным использовать эту модель для оперативной оценки показателей качества продукции.

Полученные соотношения позволяют ускорить процесс получения управляющих воздействий, повысить качество продукции, так как в данном случае не требуется лабораторный анализ качества рафината.

### Список литературы

- 1 Кирюшин О.В. Разработка виртуального анализатора на основе регрессионного анализатора экспериментальных данных: Методические указания по выполнению лабораторной работы. – Уфа: УГНТУ, 2015. – 13 с.

## ВЫБОР МЕТОДОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССАМИ, СВЯЗАННЫМИ С БУРЕНИЕМ СКВАЖИН

Салаватов Д.А.

ФГБОУ ВО «УГНТУ», РФ, г. Уфа

Одним из значимых факторов организации систем автоматизации проектирования организационно-технологической подготовки производства признают необходимость непрерывного процесса принятия неформальных решений, который проявляется в выборе конкретной альтернативы из нескольких представленных концепций [1]. Например, лицо или лица, несущие ответственность за принятие решений, обычно пользуются двумя методами – эвристическим и многокритериальным. В первом случае процесс принятия решений базируется на накопленном в рассматриваемой отрасли производственном опыте. Во втором случае за счет упрощения проблемная ситуация сводится к решению задачи оптимизации.

При этом оба подхода характеризуются рядом недостатков [1]. Так, эвристический подход даже при обширном накопленном опыте и использовании ЭВМ не позволяет охватить всю совокупность возможных вариантов при проектировании ситуаций. Также применение данного метода связано с такими негативными спецификациями:

- использование неоправданных искусственных допущений для скртия возникающих неопределенностей,
- трудность математического аппарата и необходимость высокой квалификации инженеров именно в этой сфере знаний.

Очевидно, что рациональный выбор альтернативного варианта решения проблемы чрезвычайно значим, так как на его основе будет сформировано дальнейшее проектирование, и оно окажет влияние на проект в целом и этапы его реализации в частности. Именно поэтому особую значимость приобретают исследования и внедрение средств и систем моделирования способных выполнять задачи:

- 1) анализа и разработки процессов;
- 2) определение точек влияния потоков процесса, благоприятно влияющих на сценарий технологического процесса;
- 3) определение ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса, например, изменение конструктивных, технологических или эксплуатационных свойств конечного продукта;
- 4) разрабатывать имитационные модели технологических процессов по принципу «как будет, если...».

Для решения данных задач и поддержки общей концепции системного подхода при проектировании подготовки производства разработана и достаточно широко используются методологии семейства IDEF (такие как IDEF0, IDEF1X, IDEF2, IDEF3 и др.) [2]. Для отображения процесса принятия решений на управление при строительстве скважин наиболее подходящей методологией является IDEF3, так как изначально она была разработана для функционального моделирования дискретных технологических процессов.

Графическая модель согласно методологии IDEF3 представляет собой граф как совокупность узлов и дуг. При этом каждый узел (функциональный блок) представляет собой какое-либо действие или операцию, а каждая дуга отображает, с одной стороны, входы и выходы функционального блока (материалы, данные и т.д., необходимые для выполнения данной операции или появляющиеся при ее выполнении), с другой стороны, причинно-следственные связи между блоками (последовательности операций).

При этом графическая модель является иерархической и состоит из нескольких диаграмм, получаемых путем декомпозиции какого-либо блока. Таким образом, можно конкретизировать или пояснить любую операцию на любой диаграмме.

На рисунке 1 показаны этапы одного из вариантов решения проблемы - отклонения бурильного инструмента от проектного профиля.

Для решения этой проблемы предлагается провести внеочередную спускоподъемную операцию с целью замены инструмента для того, чтобы произвести зацементирование пробуренного участка в месте начала отклонения от профиля. А затем продолжение дальнейшего бурения по проектному профилю.

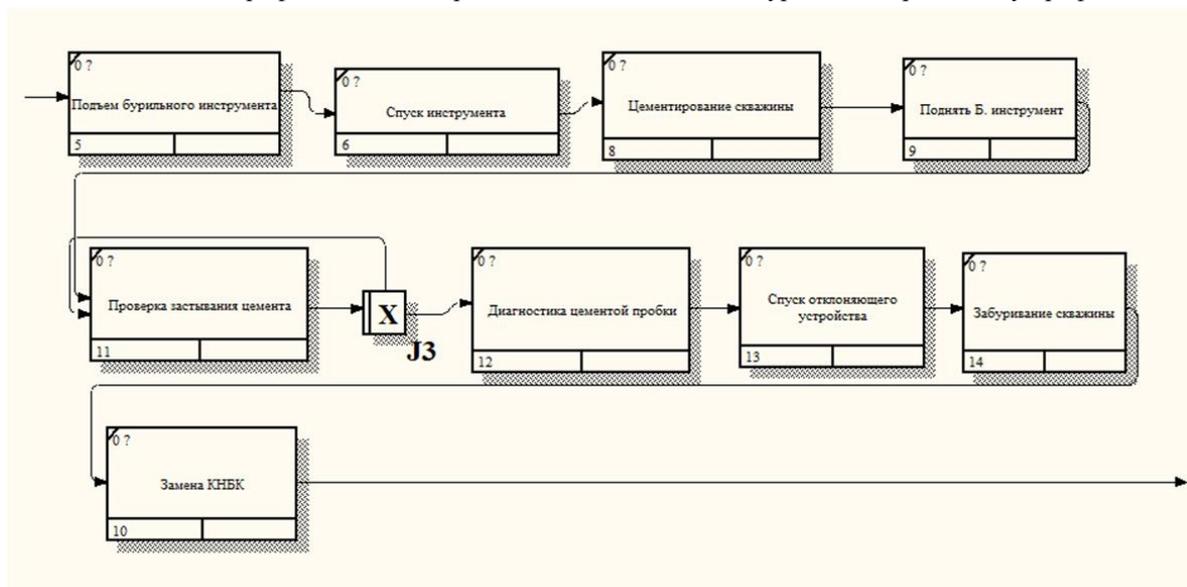


Рисунок 1

На рисунке представлена только одна диаграмма из иерархической системы IDEF3-диаграмм. С помощью диаграммы можно наглядно показать последовательность операций, выявить операции, которые могут выполняться параллельно, а также операции, выполнение которых наиболее важно. Такие диаграммы могут быть использованы в качестве графических моделей, визуализирующих технологические регламенты буровых работ при строительстве скважин, при обучении обслуживающего персонала, при функционально-стоимостном анализе произведенных операций и т.д.

Таким образом, IDEF3 – это методология, позволяющая наблюдать процесс и все его этапы развития. Наблюдать за последовательными и параллельными действиями, осуществляемыми на протяжении всей деятельности при достижении какой-либо цели. Диаграммы позволяют осуществить сбор информации от экспертов о поведении системы, на основе которой можно принимать решения по оптимизации процесса.

В качестве развития данного направления предполагается разработка моделей для структурирования управления строительством скважины.

Каждому процессу на диаграммах можно назначать значения показателей качества. Далее по каждому процессу можно построить многопараметрическую диаграмму, провести сравнение вариантов, выбрать наилучший. При этом визуализация делает все наглядным.

Внедрение информационных технологий в различные области производственной деятельности и науки неизбежно. Достижения современной теории и практики бурения скважин и потенциалов систем автоматизации и связи, сложенные вместе, приобретают новые качества, которые отсутствуют у них по отдельности. Это открывает широкие горизонты для исследования качественно новых возможностей подхода к решению известных задач в области проектирования строительства скважин и управления внедрением проектных решений при строительстве скважин.

### Список литературы

1. Веревкин А.П., Кирюшин О.В. Координированное управление технологическими объектами (на примере системы поддержания пластового давления) // Газовая промышленность, №11, 2016. –С. 2-7.
2. Веревкин А.П., Кирюшин О.В. Теория систем: Учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2003. –100 с.

## ОБ ОДНОЙ ПРОСТОЙ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ПО СЕТИ

Трофимов В.М., Кушу Т.Ю.

КубГТУ, РФ, г. Краснодар

Изучение особенностей распространения информации по сети свободных агентов позволяет моделировать не только технические свойства сетевых потоков информации, но другие далекие от социальных сетей объекты, в частности нейронные сети. Основываясь на мониторинге сетей, проводимом различными организациями, можно получить необходимые данные об ограничениях и допустимых упрощениях моделей. Исходя из этого, в данной статье была разработана простейшая модель распространения информации в сети и проведены оценки её поведения при наличии различных начальных условий.

**Ключевые слова:** информация, поток информации, социальная сеть, граф, моделирование, дискретные состояния.

В настоящее время социальные сети представляют собой весьма интересный объект для изучения эволюции потоков информации среди множества распределённых источников [4,5]. Особенностью этого процесса является невозможность прямого контроля над ним и точного прогноза его развития [2]. С другой стороны сложность социальных сетей уже сопоставима по числу агентов с теми моделями нейронных сетей, которые применяются для исследования функций и деятельности мозга человека, в частности, с использованием геометрических образов [3].

Цель данной статьи – представить простейший подход к моделированию распространения информации между агентами сети.

Пусть имеется социальная сеть доступная через Интернет, например, Facebook. В эту сеть осуществляется вброс некоторой информации с интенсивностью  $\lambda$ . Источником сообщений может быть либо реальное лицо, либо бот. Выделим из сети систему агентов (для определённости только реальных лиц), начинающуюся с источника, передающего одному агенту сети (пользователю) намеренно «ложное» сообщение. Заметим, что на самом деле это только одна из ветвей рассылки ложного сообщения агентом. Поскольку другие ветви не приносят какого-либо нового поведения системы, мы не будем принимать их во внимание для определённости границ группы участников сети.

Далее будем считать, что агент (пользователь) сети, получивший сообщение, перепрошивает его трём другим агентам, и каждый получивший эту «ложную» информацию также перепрошивает её трём агентам. В результате возникает поток помеченной информации, захватывающий всё новые массы агентов-пользователей. Существует и обратный поток информации, опровергающей «ложь» с интенсивностью  $\mu$  на одного пользователя. В результате система имеет следующие дискретные состояния:

$S_0$  – состояние системы – выделенной в рамках модели группы пользователей соцсети, – когда имеется источник «ложной» информации (лицо или бот) и ни один из пользователей пока «не заражён»;

$S_1$  – состояние системы, когда имеется источник ложной информации (лицо или бот) и один из пользователей «заражён»;

$S_2$  – состояние системы, когда имеется источник ложной информации (лицо или бот) и четверо пользователей «заражены»;

$S_3$  – состояние системы, когда имеется источник «ложной» информации (лицо или бот) и 13 пользователей «заражены»; и т.д.

Получим следующий линейный граф (рис.1):

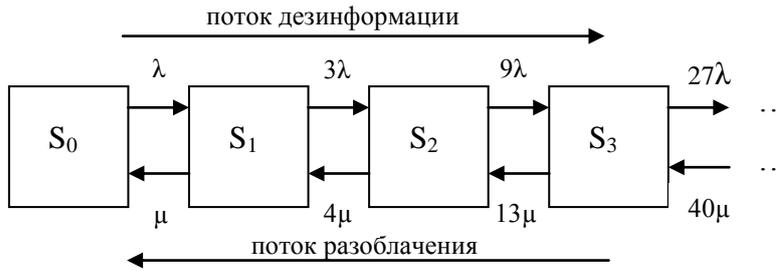


Рисунок 1 – Схема потоков информации в сети

Он представляет собой цепь из дискретных состояний. В отличие от обычного линейного графа здесь можно говорить о растущей в геометрической прогрессии интенсивности «потока заявок» в систему, а на самом деле росте интенсивности потока помеченной («ложной») информации в сети. По мере роста числа заражённых пользователей растёт и обратный поток – поток разоблачения «лжи» пропорциональный числу пользователей. Здесь подтверждается известное высказывание классика о том, что одного человека можно обманывать долго, а многих – только короткое время.

Запишем теперь уравнения Колмогорова для финальных вероятностей дискретных состояний в полученном графе.

$$\begin{aligned}
 0 &= -\lambda p_0 + \mu p_1 \quad \rightarrow \quad p_1 = \frac{\lambda}{\mu} p_0 \\
 0 &= -(\mu + 3\lambda)p_1 + \lambda p_1 + 4\mu p_2 \quad \rightarrow \quad p_2 = \frac{3}{4} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 p_0 \\
 0 &= -(4\mu + 9\lambda)p_2 + 3\lambda p_1 + 13\mu p_3 \quad \rightarrow \quad p_3 = \frac{9}{13} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^3 p_0 \\
 0 &= -(13\mu + 27\lambda)p_3 + 9\lambda p_2 + 40\mu p_4 \quad \rightarrow \quad p_4 = \frac{27}{40} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^4 p_0
 \end{aligned}$$

Выражение финальной вероятности  $n$ -го состояния системы выразится следующим образом:

$$p_n = \frac{\prod_{i=0}^{n-1} 3^i}{\prod_{k=0}^{n-1} \sum_{i=0}^k 3^i} .$$

Выше мы ограничились только тремя возможными перепрощиваниями каждого пользователя сети. Если их число равно  $m$ , то формула для вероятности  $n$ -го состояния системы будет иметь вид:

$$p_n = \frac{\prod_{i=0}^{n-1} m^i}{\prod_{k=0}^{n-1} \sum_{i=0}^k m^i} .$$

Возьмём для примера систему, включающую состояния:  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$ . Граф состояний системы имеет вид (рис. 2):

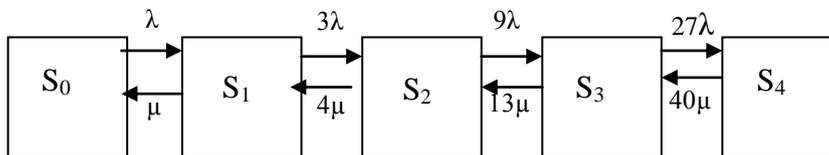


Рисунок 2 – Схема потоков информации в части сети

Пусть  $\frac{\lambda}{\mu} = 1$ . Тогда условие нормировки имеет вид

$$p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1 .$$

Подставляя значения вероятностей и вынося за скобки  $p_0$ , получаем

$$p_0 \left( 1 + 1 + \frac{3}{4} + \frac{9}{13} + \frac{27}{40} \right) = 1 .$$

Отсюда  $p_0 = 0.2429$ ,  $p_1 = 0.2429$ ,  $p_2 = 0.1822$ ,  $p_3 = 0.1681$ ,  $p_4 = 0.1640$ . Уже отсюда видно, как эффективно распространяется поток «ложной» информации по сети. Вероятности дискретных состояний

убывают весьма медленно с ростом числа заражённых, несмотря на то, что существует значительный поток разоблачения «лжи».

Возьмём теперь  $\frac{\lambda}{\mu} = 10$ . Тогда условие нормировки даёт

$$p_0 \left( 1 + 1 * 10 + \frac{3}{4} 100 + \frac{9}{13} 1000 + \frac{27}{40} 10000 \right) = 1.$$

Отсюда  $p_0 = 1,328 * 10^{-4}$ ,  $p_1 = 1,328 * 10^{-3}$ ,  $p_2 = 0.0100$ ,  $p_3 = 0.0920$ ,  $p_4 = 0.8966$ . Теперь, когда интенсивность потока разоблачения на одного человека в десять раз меньше интенсивности потока помеченной информации, заражённым (в среднем) оказывается большинство пользователей сети.

Пусть теперь  $\frac{\lambda}{\mu} = 2$ . Условие нормировки примет вид

$$p_0 \left( 1 + 1 * 2 + \frac{3}{4} 4 + \frac{9}{13} 8 + \frac{27}{40} 16 \right) = 1.$$

Отсюда  $p_0 = 0,0448$ ,  $p_1 = 0,0895$ ,  $p_2 = 0.1343$ ,  $p_3 = 0.2479$ ,  $p_4 = 0.4835$ . Таким образом, в случае двойного превышения интенсивности потока лжи над интенсивностью потока разоблачений около половины агентов-пользователей сети в среднем «заражены».

Заключая, заметим, что инструменты анализа блого-сферы могут представить пользователю актуальную информацию о состоянии исследуемой области и, использование данных анализа как входные данные для грамотно построенной модели, приведет к наиболее точной постановке задачи: «Реакция пользователей на информационную атаку». Для дальнейшего развития исследования потоков информации в сетях потребуется имитационное моделирование на основе агентных моделей [1,5], что позволит детально рассмотреть этапы охвата сегментов сети информационным вбросом.

#### Список литературы

1. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование // Теория и технологии. – 1999. – № 5 (2). – С. 137—172.
2. Трофимов В.М., Видовский Л.А., Дьяченко Р.А. Модель информационного воздействия в социальных сетях // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 110. С. 1788-1801.
3. Трофимов В.М. О математической природе сообразительности // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2017. – Т. 7. – № 4. – С. 151-170.
4. Чесноков В.О. Применение алгоритма выделения сообществ в информационном противоборстве в социальных сетях // Вопросы кибербезопасности. – 2017. - №1(19). – С.37 – 44.
5. <http://www.scienceforum.ru/2013/21/2365> «Имитационное моделирование: теория и практика»

#### РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ВОДЫ В ПРИЕМНОМ РЕЗЕРВУАРЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

**Уварова Л.В.**

СТИ НИТУ МИСиС им. А.А Угарова, РФ, г. Старый Оскол

Насосная станция ямы окалины № 2 предназначена для подачи воды контура циркуляции № 1 после предварительной очистки в яме окалины №2, по трубопроводу диаметром 800 мм, 600мм для последующей очистки в гидроциклонах водоподготовки. А также для смыва окалины на участках стана: средний, мелкий сорт, холодильник, печи отжига, участок отделки вне потока.

Насосная станция работает в автоматическом и ручном режиме.

В машинном отделении насосной станция ямы окалины № 2 установлены семь насосов № 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27. Насосы с № 24 по № 27 два насоса рабочих и два резервных работают для откачки воды из резервуара на водоподготовку. Насосы работают под заливом, в автоматическом и ручном режиме. В автоматическом режиме индикатор сигнализатора уровня ИСУ-100 подает сигнал на систему управления насосом и при рабочем уровне 45 % включаются рабочие насосы и отключаются при минимальном уровне 14 %. При максимальном уровне 52 % датчик, сигнализатор уровня РОС 301, подает сигнал и происходит

автоматическое включение резервного насоса. Насосы с № 21 по № 23 работают на гидросмыв окалины, работают под заливом. Насосы, работающие на гидросмыв, включаются в ручном режиме, при этом их работа не зависит от уровня воды в приемном резервуаре, так же данные насосы могут работать и на откачку воды из приемного резервуара в автоматическом режиме и ручном режиме, при этом их работа зависит от уровня воды в приемном резервуаре.

Так как в данной системе поддержание уровня воды в приемном резервуаре реализуется путем частого включения-выключения НА, то это приводит к преждевременному износу пусковой аппаратуры, ведет к сокращению срока службы электродвигателей, приводящие насосы во вращение. Происходит это из-за того, что в момент включения двигателя наблюдается 7-10 кратное превышение тока по сравнению с номинальным режимом, что влечет за собой резкое увеличение температуры питающих обмоток электродвигателя, происходит обгорание электроизоляционного лака, его разрушение, что, как следствие, становится причиной КЗ.

Задачей системы является регулирование уровня воды в приемном резервуаре ямы окалины №2 посредством включения и отключения необходимого количества насосов с использованием устройства плавного пуска, а так же регулирования расхода откачиваемой воды из резервуара посредством преобразователя частоты (ПЧ) одного из НА.

Разработанная функциональная блок-схема контура регулирования уровня воды в приемном резервуаре ямы окалины №2 [1] представлена на рисунке 1.

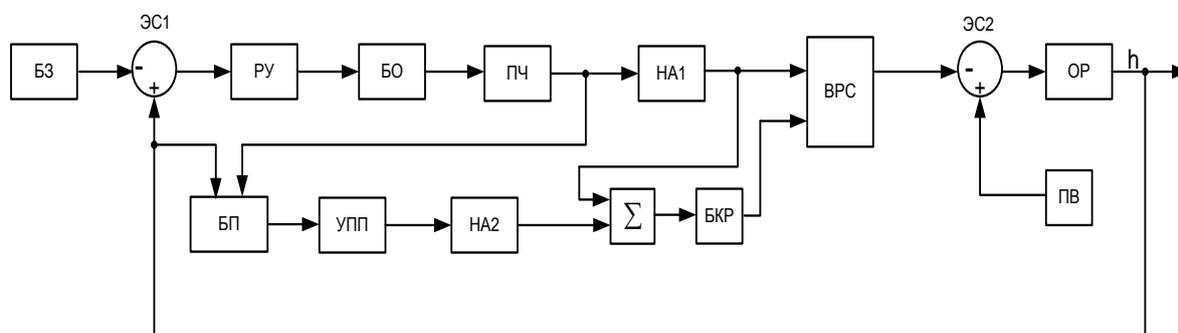


Рис. 1

В качестве задания на вход системы подаем значение оптимального уровня воды 2.7 метра. Заданное значение уровня вычитается из реального уровня. Эта разность подается на регулятор, который формирует управляющее воздействие для ПЧ в пределах 30-100%. Это границы, в которых рабочий насос может обеспечивать минимальный и максимальный расход воды соответственно. Сигнал управления подается на частотный привод, который управляет расходом рабочего насоса, изменяя выходную частоту. Максимальная частота, при которой насос 1 обеспечивает максимальный расход 900 м<sup>3</sup>/час – это частота питающей сети 50 Гц.

Резервный насос включается в работу при помощи УПП, которым управляет блок переключения БП, когда выходная частота ПЧ, равна максимальной (50 Гц), а выключается при значении соответствующем минимальной рабочей частоте (15 Гц). Если два или более насосов работают параллельно на одну магистраль, то их общий расход меньше их арифметической суммы, поэтому вводится поправочный коэффициент равный 0,75 для двух параллельно работающих насосов. Значение общего расхода, обеспечиваемого работой 1, 2 насосов вычитается из прихода, который не регулируется. Чем меньше эта разница, тем меньше уровень воды в бассейне. Необходимо поддерживать значение уровня воды в приемном резервуаре в пределах: 0,8 метров – сухой ход насосов и 3,8 метров – тревога высоких вод. При достижении уровня в 3,8 метров к работе рабочих насосов включается 2-й резервный насос.

Логика включения/выключения резервного насосного агрегата реализована в блоке переключения (БП). Входами блока выступают значение уровня воды в резервуаре и текущее значение частоты выходного напряжения ПЧ.

В блоке переключения вычисляется производная по уровню воды. При положительной производной по уровню воды и текущей частоте ПЧ, соответствующей расходу откачиваемой воды большем

максимальной производительности рабочего насоса включается резервный насос с коэффициентом коррекции на расход воды равном 0.75.

При отрицательной производной по уровню воды и текущей выходной частоте ПЧ меньшей минимальной, при 2-х совместно работающих насосов резервный насос отключается и в работе остается только рабочий насос.

На базе блок-схемы была создана математическая модель и получены графики переходных процессов, что подтвердило работоспособность системы.

Разработанная система контроля уровня воды в приемном резервуаре насосной станции, путем внедрения в нее, частотно - регулируемого электропривода обеспечит ряд эксплуатационных преимуществ: повышение надежности системы водоснабжения за счет исключения гидравлических ударов, автоматическая адаптация к изменяющемуся режиму магистрального водоснабжения, плавные пуск и останов двигателя, удобная диспетчеризация, упрощение обслуживания.

### Список литературы

1. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств [Text]: учебное пособие/ А. А. Иванов — М.: Форум, 2011.-224 с.

## ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕКСТА. КРАТКИЙ ОБЗОР МОДЕЛИ СМЕСЕЙ

**Федюшкин Н.А., Федосин С.А.**

НИ МГУ им. Н.П. Огарева, РФ, г. Саранск

**Аннотация.** В данной статье приведен краткий обзор вероятностной модели для интеллектуального анализа текста, называемой моделью смесей. Модели смесей используются для кластеризации элементов данных, где каждый компонент является распределением для данного кластера, и каждый элемент данных принадлежит одному кластеру с определенной вероятностью. Модели конечной смеси требуют, чтобы пользователь указывал количество кластеров. Типичные сферы применения модели смеси в интеллектуальном анализе текста включают тематические модели, такие как PLSA и LDA.

**Ключевые слова:** вероятностные модели, модель смесей, кластеризация, тематическое моделирование, интеллектуальный анализ текста.

### 1. Модели смесей

Модель смеси (англ. mixture model) – это вероятностная модель, первоначально предложенная для решения мультимодальной проблемы в области работы с данными. Теперь она часто используется для задачи кластеризации в интеллектуальном анализе данных, машинном обучении и статистике. Как правило, модель смеси определяет распределение случайной величины, которая содержит несколько компонентов, и каждый компонент представляет собой различное распределение по одному и тому же семейству распределений, но с разными параметрами. Количество компонентов в данной статье указывается пользователем, и такие модели смесей называются конечными моделями смесей. Для того, чтобы изучить модель, необходимо изучить не только вероятное включение для каждого наблюдаемого элемента данных, но также и набор параметров для каждого компонента. В этой статье представлены базовая структура моделей смесей, их вариации и сферы применения в области интеллектуального анализа текста.

#### 1.1 Общая схема модели смеси.

В модели смеси элементы рассматриваются как экземпляр набора случайных величин, которые следуют из данной модели смеси, учитывая набор элементов данных (например, высоту людей в конкретном регионе). Затем, согласно наблюдаемым элементам данных, можно изучить параметры модели смеси. Например, мы можем узнать математическое ожидание и стандартное отклонение для распределений высоты среди женщин и мужчин, если мы моделируем высоту людей, как модель смеси двух распределений Гаусса. Формально, предположим, что мы имеем  $n$  независимых одинаково распределенных (англ. i.i.d. – independent and identically-disturbed) величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  с событиями  $x_1, x_2, \dots, x_n$  следующими из модели смесей с  $K$  компонентами. Пусть каждая  $k$  – я компонента является распределением следующим из семейства распределений с параметрами  $(\theta_k)$  и имеет вид  $F(x|\theta_k)$ , и пусть  $\pi_k$  ( $\pi_k \geq 0$  и  $\sum_k \pi_k = 1$  – это

весовой коэффициент для  $k$  – ой компоненты, обозначающий вероятность, что событие генерируется из компонента. Тогда вероятность события  $x_i$  может быть записана как:

$$p(x_i) = \sum_{k=1}^K \pi_k \cdot f(x_i|\theta_k),$$

где  $f(x_i|\theta_k)$  – это функция плотности или функция массы для  $F(x|\theta_k)$ . Совместная вероятность всех событий определяется по формуле:

$$p(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \sum_{k=1}^K \pi_k \cdot f(x_i|\theta_k).$$

Пусть  $Z_i \in \{1, 2, \dots, K\}$  – скрытая метка кластера для  $X_i$ . Вероятностную функцию можно рассматривать, как суммирование по полному совместному распределению  $X_i$  и  $Z_i$ :

$$p(x_i) = \sum_{z_i} p(x_i, z_i) = \sum_{z_i} p(X_i|Z_i = z_i) \cdot p(z_i),$$

где  $X_i|Z_i = z_i \sim F(x_i|\theta_{z_i})$  и  $Z_i \sim M_K(1; \pi_1, \dots, \pi_K)$ , многомерное распределение размерности  $K$  с 1 событием.  $Z_i$  также относится к отсутствующей переменной или вспомогательной переменной, которая идентифицирует метку кластера события  $x_i$ . С точки зрения порождающего процесса, каждые наблюдаемые данные  $x_i$  генерируют:

1 образец - его скрытая метка кластера на  $z_i | \pi \sim M_K(1; \pi_1, \dots, \pi_K)$

2 образец - элемент данных в компоненте  $z_i: x_i | z_i, \{\theta_k\} \sim F(x_i|\theta_{z_i})$

Наиболее известная модель смеси – это модель смеси Гаусса, в которой каждый компонент является гауссовским распределением. В этом случае, набор параметров для  $k$  – ого компонента равен  $\theta_k = (\mu_k, \sigma_k^2)$ , где  $\mu_k$  и  $\sigma_k^2$  – это математическое ожидание и дисперсия распределения Гаусса [1].

## 1.2 Вариации и сферы применения

Наиболее частым вариантом структуры общих моделей смесей является добавление всех видов приоритетов к параметрам, которые иногда называются байесовскими (конечными) моделями смесей. Тематические модели PLSA и LDA являются одними из самых известных сфер применения. Далее следует краткое описание их с точки зрения моделей смесей. Также рассматриваются некоторые другие области применения в интеллектуальном анализе текста, такие, как сравнительный интеллектуальный анализ текста, контекстный интеллектуальный анализ текста и тематический анализ мнений.

### 1.2.1 Модели тем (тематические модели)

▪ **PLSA.** PLSA (ВЛСА – вероятностный латентно-семантический анализ) – также известен, как вероятностное латентно-семантическое индексирование (PLSI – probabilistic latent semantic indexing) [3]. В отличие от смеси униграмм, где каждый документ  $d_i$  соединяется с одной латентной переменной  $Z_i$ , в PLSA, каждый наблюдаемый термин  $\omega_j$  в  $d_i$  соответствует разной латентной переменной  $Z_{i,j}$ . Тогда вероятность наблюдения термина  $\omega_j$  в  $d_i$  определяется смесью следующим образом:

$$p(\omega_j|d_i) = \sum_{k=1}^K p(k|d_i) \cdot p(\omega_j|\beta_k),$$

где  $p(k|d_i) = p(z_{i,j} = k)$  – это доля или пропорция смеси различных тем для  $d_i$ ,  $\beta_k$  – это набор параметров для мультиномиального распределения по терминам для темы  $k$ , и  $p(\omega_j|\beta_k) = \beta_{k,j}$ .  $p(k|d_i)$  обычно обозначается параметром  $\theta_{i,k}$ , и  $Z_{i,j}$  тогда следует из дискретного распределения с векторным параметром  $K$  размерности  $\theta_i = (\theta_{i,1}, \dots, \theta_{i,K})$ . Совместная вероятность наблюдения всех терминов в документе  $d_i$  определяется по формуле:

$$p(d_i, \mathbf{w}_i) = p(d_i) \prod_{j=1}^m p(\omega_j|d_i)^{c_{i,j}},$$

где  $\mathbf{w}_i$  – определяется также, как в смеси униграмм, а  $p(d_i)$  – это вероятность генерации  $d_i$ . И общая вероятность наблюдения всего корпуса документа равна  $\prod_{i=1}^n p(d_i, \mathbf{w}_i)$ .

▪ **LDA.** LDA (ЛРД – латентное размещение Дирихле) расширяет PLSA путем добавления приоритетов к параметрам. Таким образом,  $Z_{i,j} \sim M_K(1; \theta_i)$  и  $\theta_i \sim Dir(\alpha)$ , где  $M_K$  – это мультиномиальное распределение размерности  $K$ ,  $\theta_i$  – это  $K$ -размерный вектор параметров, обозначающий часть смеси различных тем для документа  $d_i$ ,  $Dir(\alpha)$  обозначает распределение Дирихле с  $K$ -размерным вектором параметров  $\alpha$ , который является сопряженным приоритетом мультиномиального распределения. Как правило, еще один приоритет

Дирихле  $\beta \sim Dir(\eta)$  добавляется далее к мультиномиальному распределению  $\beta$  по терминам, который выполняет функцию сглаживания по терминам, где  $\eta$  – это  $m$ -размерный вектор параметров и  $m$  – это размерность словаря. Вероятность соблюдения всех терминов в документе  $d_i$  находится по формуле:

$$p(\mathbf{w}_i|\alpha, \beta) = \int p(\mathbf{w}_i, \theta_i|\alpha, \beta) d\theta_i,$$

где

$$p(\mathbf{w}_i, \theta_i|\alpha, \beta) = p(\mathbf{w}_i|\theta_i, \beta) \cdot p(\theta_i|\alpha)$$

и

$$p(\mathbf{w}_i|\theta_i, \beta) = \prod_{j=1}^m \left( \sum_{k=1}^K p(z_{i,j} = k|\theta_i) \cdot p(\omega_j|\beta_k) \right)^{c_{i,j}}.$$

Вероятность наблюдения всего корпуса документа определяется следующим образом:

$$p(\mathbf{w}_1, \dots, \mathbf{w}_n|\alpha, \eta) = \prod_{i=1}^n \int p(\mathbf{w}_i|\alpha, \beta) \cdot p(\beta|\eta) d\beta.$$

Следует отметить, что по сравнению с PLSA, LDA имеет более сильную производительную мощность, так как описывает, как генерировать тематическое распределение  $\theta_i$  для невидимого документа  $d_i$ .

### 1.2.2 Другие области применения

В этой части статьи кратко представлены некоторые другие области применения моделей смесей в интеллектуальном анализе текста.

- **Сравнительный интеллектуальный анализ текста.** Сравнительный интеллектуальный анализ текста (СТМ, англ. Comparative text mining). Есть набор сопоставимых коллекций текста (например, обзоры на различные марки или бренды ноутбуков), задача сравнительного интеллектуального анализа текста состоит в том, чтобы выявить любые латентные (скрытые) общие темы для всех коллекций, а также специальные темы в рамках одной коллекции. Идея состоит в том, чтобы смоделировать каждый документ, как модель смеси фоновой темы, общих тем, которые пересекают различные коллекции, и специфических тем в рамках конкретной коллекции, где тема – это тематическое распределение по терминам, такое же, как в тематических моделях [2].

- **Контекстный интеллектуальный анализ текста.** Контекстный интеллектуальный анализ текста (CtxTM, англ. Contextual text mining), в котором излагаются тематические модели из коллекции текста с контекстной информацией (например, время и местоположение) и моделируются вариации тем в различном контексте. Идея состоит в том, чтобы смоделировать документ в виде модели смеси тем, где тематическое покрытие в документе будет представлять смесь покрытия тем, ориентированного на конкретные документы, и покрытия тем, ориентированного на конкретный контекст.

- **Тематический анализ мнений.** Тематическая смесь мнений (TSM, англ. Topic Sentiment Mixture), которая направлена на моделирование аспектов и мнений в интернет-блогах. Идея состоит в том, чтобы смоделировать статью блога, как модель смеси модели фонового языка, набора моделей языковых тем, и двух (положительной и отрицательной) моделей языковых мнений. Таким образом, не только темы, но и их мнения могут быть обнаружены одновременно для коллекции интернет-блогов. Под мнениями следует понимать положительную или отрицательную оценку конкретной темы.

### Заключение.

В настоящее время в интеллектуальном анализе текста широко используются вероятностные модели. Сферы их применения варьируются от тематического моделирования, языкового моделирования, классификации документа и кластеризации до извлечения информации. Модель смесей является одной из наиболее известных вероятностных моделей, применимой в данной области.

### Список литературы

1. Yizhou Sun, Hongbo Deng, Jiawei Han. MINING TEXT DATA. PROBABILISTIC MODELS FOR TEXT MINING — 123 p.
2. Федюшкин Н.А., Федосин С.А. Краткий обзор методов и моделей интеллектуального анализа текста— Проблемы и достижения в науке и технике. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции — № 4 — г. Омск — 2017 — 102 с.
3. Федюшкин Н.А., Савинов И.А., Федосин С.А. Латентно-семантический анализ текста — Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник научных трудов по итогам

**СЕКЦИЯ №3.  
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)**

**СЕКЦИЯ №4.  
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАРБОНИТРИРОВАННЫХ  
ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ**

**Жиркин Ю.В., Горькова А.Е.**

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г. Магнитогорск

**Аннотация**

В статье приведены результаты экспериментального и аналитического исследований контактного взаимодействия зубчатых колёс, подвергнутых карбонитрированию.

**Ключевые слова**

Зубчатое зацепление, коэффициент трения, карбонитрация

При анализе работы зубчатых передач в линии привода валков прокатных станов важное значение имеет знание процессов, протекающих на контактирующих поверхностях зубьев в зубчатых передачах, что позволит принимать конкретные решения по повышению эффективности их работы.

В настоящее время для повышения долговечности зубчатых передач применяются различные методы упрочняющей технологии. За последние годы разработан и находит применение новый метод – карбонитрация, при которой на поверхности детали формируется слой твердого карбонитрида, существенно замедляющего изнашивание. Для оценки эффективности данного метода применительно к зубчатым передачам, были выполнены исследования на экспериментальной установке (ЭУ) кафедры ПиЭММО МГТУ им. Г.И.Носова [1], где были установлены карбонитрированные зубчатые колёса.

Проведённые исследования, показали существенное снижение величины коэффициента трения на контакте в зубчатом зацеплении карбонитрированных зубчатых колёс, рис. 1 [2]

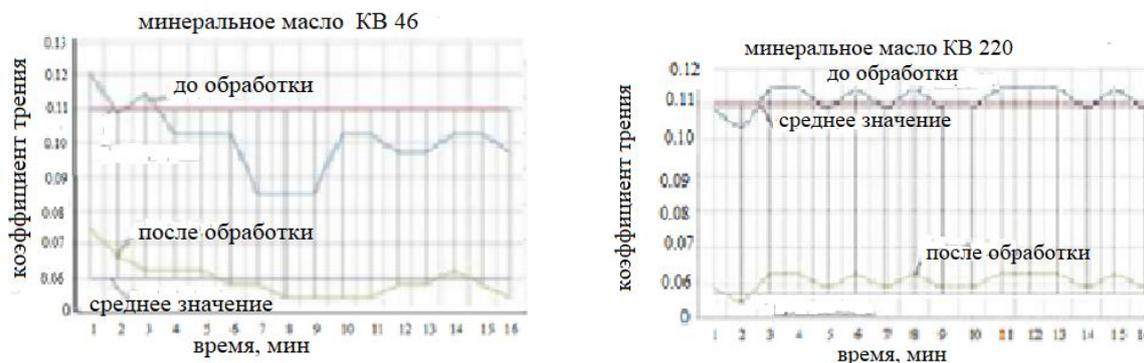


Рисунок 1. Изменение коэффициента трения до и после карбонитрирования на минеральных маслах KV 46 и KV 220

На ЭУ фиксировалась мощность электродвигателя, затрачиваемая на преодоление трения в зубчатых зацеплениях и подшипниках качения, на которых установлены валы зубчатых колёс. [3, 4] В этом случае величина коэффициента трения определялась по зависимости

$$f = \frac{\sqrt{3}U(I_H - I_{X.X})\cos\varphi - N_{\text{тр.п.к}}}{2V_{\text{ск}} * P_{\text{зац}}}$$

где  $U$  – напряжение в сети;  
 $J_H$  – ток нагрузки;  
 $J_{X.X}$  – ток холостого хода двигателя,  
 $N_{тр.п.к}$  – мощность трения в подшипниках качения;  
 $P_{зац}$  – окружная сила в зубчатом зацеплении;  
 $V_{ск}$  – средняя скорость скольжения на контакте.

Мощность на преодоление трения в подшипниках качения рассчитывалась по методике, рассмотренной в работах [5, 6, 7, 8, 9].

Параметров контактирующих поверхностей до и после карбонитрирования фиксировались приборами: УЗИТ-3 для измерения твёрдости и TR-100 – шероховатости, и представлены в табл. 1 [2]

Известно, что повышение твёрдости поверхности после карбонитрирования для закалённой стали 40X ведёт к увеличению числа циклов перемены напряжений до разрушения поверхностного слоя.

Таблица 1

Параметры поверхностей до и после карбонитрирования

Параметры	сталь 40X, закалка
Твердость до карбонитрирования, МПа	НВ4680
Твердость после карбонитрирования, МПа	НВ5220
Ra до карбонитрирования	0,43
Ra после карбонитрирования	0,56
Rz до карбонитрирования	2,86
Rz после карбонитрирования	3,69

Снижение величины коэффициента трения после карбонитрирования связано, в первую очередь, с изменением параметров шероховатости контактирующих поверхностей зубьев. Измерения параметров шероховатости проводились в лаборатории Научно-исследовательского центра «Микротопография» МГТУ им. Г.И. Носова. Использовались установки MarSurf XR20 with XT20 (Mahr, Германия) и Contour GT K1 (Bruker, США). [10]

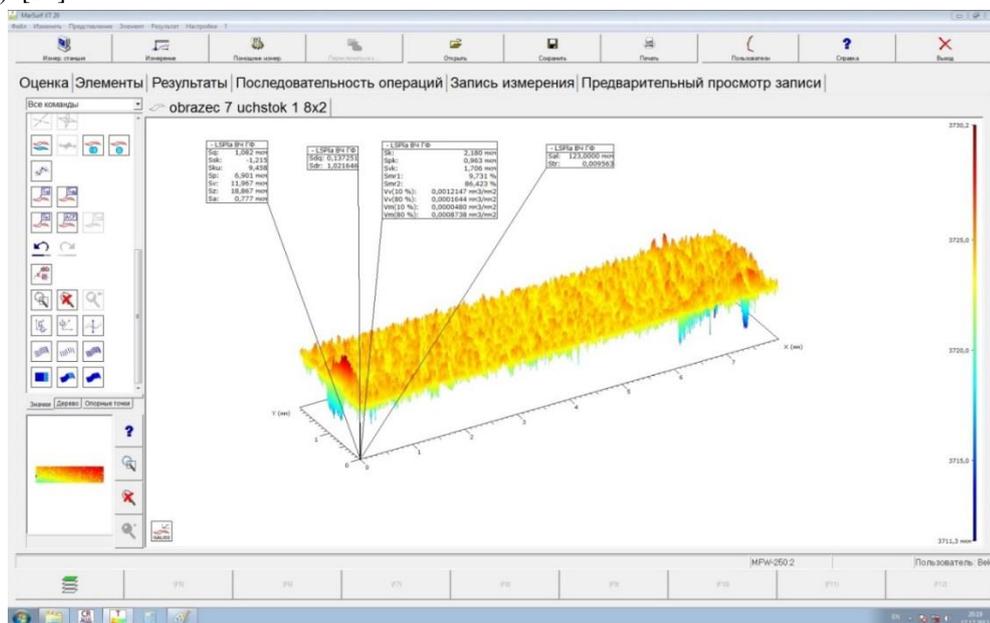


Рисунок 2. Параметры шероховатости карбонитрированной поверхности

Анализ параметров шероховатости (рис.2) показывает, что в результате карбонитрирования повышаются не только высотные характеристики микропрофиля поверхности, но и изменяется характер распределения микровыступов по поверхности. Увеличивается число пиков, а сама поверхность становится как бы «пористой», увеличивая маслоёмкость микропрофиля. Одной из причин, приводящих к снижению

величины коэффициента трения в зубчатом зацеплении является реализация упругих деформаций в зонах касания микровыступов. Для ненасыщенного упругого контакта (ННУК), величина коэффициента трения определяется зависимостью

$$f = \frac{2,4 \cdot \theta^{0,8}}{p_c^{0,2} \cdot \Delta^{0,4}} \cdot \tau_0 + \beta + 0,24 \cdot \alpha_{эф} \cdot p_c^{0,2} \cdot \Delta^{0,4} \cdot \theta^{0,2};$$

Для материалов с высоким модулем упругости последним членом зависимости можно пренебречь, и тогда с ростом контактного давления величина коэффициента трения будет снижаться. На ЭУ были выполнены исследования по изучению влияния контактных напряжений на величину коэффициента трения в зубчатом зацеплении. Результаты исследования представлены на рис. 3

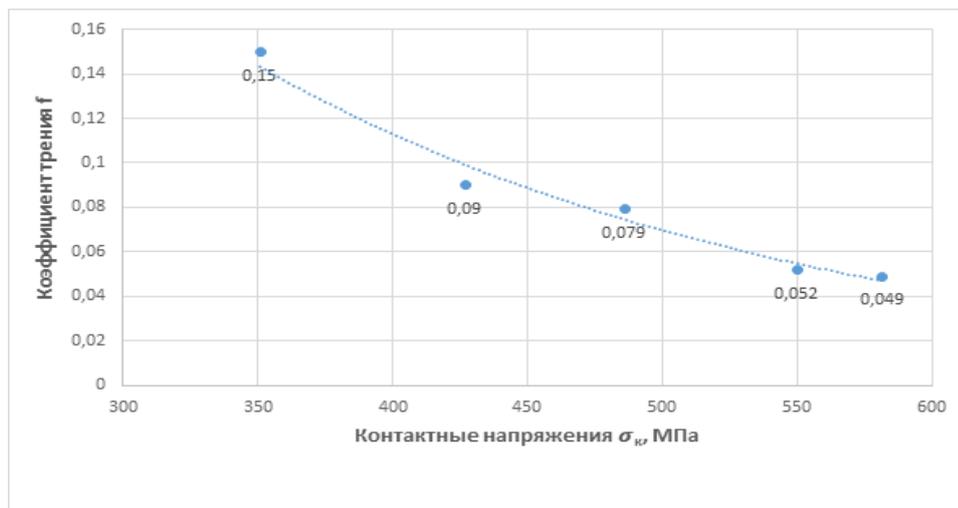


Рисунок 3. График зависимости коэффициента трения от величины контактных напряжений

Это подтверждает реализацию в зонах касания контактирующих поверхностях зубьев упругих деформаций. Дополнительно выполнен эластогидродинамический расчёт зубчатого зацепления ЭУ по методике, представленной в работе [4] Результаты расчётов для различных условий нагружения приведены в табл. 2

Таблица 2

Расчётные значения толщины масляной плёнки

$q_H$ , кН/м	69	135	188
h, мкм	0,23	0,215	0,2

То есть толщина масляной пленки не перекрывает микровыступы и не зависит от нагрузки. Таким образом основной вклад в снижение величины коэффициента трения вносит шероховатость карбонитрированных поверхностей. **Заключение.** Карбонитрация зубчатых колёс позволяет: - повысить твёрдость поверхности зубьев с 46HRC до 53HRC, что обуславливает повышение ресурса зубчатой передачи в 1,44 раза; реализовать упругие деформации в зонах касания поверхностей, обеспечивающие снижение величины коэффициента трения. Всё это обеспечивает работоспособность зубчатых передач в течении более длительного времени и снижает энергозатраты в процессе их эксплуатации.

### Список литературы

1. Стенд для испытания зубчатых передач. Патент на полезную модель RUS 88445 29.06.2009. Платов С.И., Чумиков А.М., Жиркин Ю.В., Железков О.С., Мироненков Е.И., Терентьев Д.В.
2. Исследование влияния карбонитрирования на снижение коэффициента трения. / Юсупов Р.Р., Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И., Губарев Е.В. // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2014. Т. 1. № 1. С. 214-216.
3. Investigation of interaction of carbonitrided teeth friction surfaces in gear wheels /Zhirkin Y.V.,Puzik Y.A., Slavin V.S., Terentyev D.V ||Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2017. Т. 52. № 4. С.655-658.

4. Экспериментальное определение коэффициента трения в зубчатом зацеплении, подвергнутом карбонитрации / Жиркин Ю.В., Пузик Е.А., Чумичёв Е.К. //В сборнике: Инновационные направления в науке, технике, образовании Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. 2016. С. 84-86.
5. Повышение эффективности подачи смазочного материала в подшипники качения тянущих роликов стана 2000 х/п ОАО «ММК». / Жиркин Ю.В., Мироненков Е.И., Султанов Н.Л., Юсупов Р.Р., Шленкина М.А.// Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2013. Т. 1. № 71. С. 367-370.
6. Управление тепловым состоянием подшипниковых опор на стане-тандеме 2000 холодной прокатки ОАО «ММК». / Султанов Н.Л., Мироненков Е.И., Жиркин Ю.В. //Сталь. 2014. № 4. С. 71-73.
7. Работоспособность подшипников качения рабочих валков чистой группы клетки стана горячей прокатки при их смазывании системой "масло-воздух". / Мироненков Е.И., Жиркин Ю.В., Дудоров Е.А. // Тяжелое машиностроение. 2007. № 2. С. 19-20.
8. Модернизация подшипникового узла с целью продления его ресурса / Дудоров Е.А., Жиркин Ю.В. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2007. № 4. С. 94-96.
9. Повышение герметизации подшипниковых узлов рабочих валков клетки «кварто». / Дудоров Е.А., Жиркин Ю.В., Паршин П.Р. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2009. № 3. С. 58-61.
10. Исследование влияния карбонитрирования на микрогеометрические параметры поверхностей пар трения / Жиркин Ю.В., Губарев Е.В., Чумичёв Е.К. //В сборнике: Инструменты и механизмы современного инновационного развития Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2016. С. 20-22.

## **СЕКЦИЯ №5.**

### **ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

#### **ВНЕДРЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ PLC-ТЕХНОЛОГИИ НА ТЕРРИТОРИЮ РФ**

**Матов И.С.**

НИУ МЭИ, г. Москва

**Аннотация:** Развитие современной PLC в последнее время идет по пути разработки новых технологий в области обработки сигнала и совершенствования связанных протоколов. В данной статье рассмотрена технология передачи данных по электросетям Power Line Communication (PLC). Рассмотрена краткая история развития технологии ее особенности, в том числе при практической реализации. Описано использование PLC технологии некоторыми российскими компаниями

**Ключевые слова:** PLC, Ethernet, ЛЭП, электричество, частота.

В последние годы за рубежом активно развивается технология PLC [1]. PowerLineCommunication (передача сигналов по линиям электроснабжения) применяется и для целей телемеханики и для связи. Использование ЛЭП для связи началось почти одновременно с появлением самих этих линий. В СССР первый канал высокочастотной связи по ЛЭП 110 кВ Кашира-Москва был создан в 1922 г для телефонной связи [2: 3]. Служебная ВЧ-связь по ЛЭП успешно применяется в настоящее время и в России, и за рубежом.

Начиная с середины 1990-х годов в научной литературе стали появляться работы, посвященные вопросам выхода в глобальные сети с помощью технологии PLC (Power Line Communications), позволяющей использовать для высокоскоростного обмена данными обыкновенные сети электропитания по стандарту HomePlug [1]. Несмотря на заманчивость таких предложений, указанная технология обладает рядом существенных недостатков. В частности, с позиций обеспечения информационной безопасности существует практически неконтролируемая область распространения информации в достаточно широком пространстве сетей по мощным каналам ПЭМИН. Используемые штатные средства PLC-технологии предлагают крайне

ограниченный набор функций управления всей областью развертывания сети. Поэтому по сравнению с классическими выделенными каналами передачи данных такая сеть представляется довольно уязвимой с многих точек зрения: относительно легкий доступ к силовым линиям передачи, велика опасность помех и сбоев, связанных с нестабильностью среды передачи данных, что особенно актуально для отечественных силовых сетей. В связи с этим исследование PLC-технологии с точки зрения безопасности передачи данных является достаточно актуальной задачей.

Долгое время PLC-системы использовались в основном для сигнализации в энергосистемах и на железных дорогах и были очень низкоскоростными. Качественный сдвиг в развитии PLC-технологии произошел в конце девяностых годов прошлого века, благодаря достижениям в области радиосвязи и зародившейся, практически одновременно, в нескольких странах Европы, Азии и Америки идее организовать «последнюю милю» информационного потока Интернет по электросети. Первопроходцами услуг подобного доступа в Интернет стали энергетические компании Англии и Германии, выступившие в качестве операторов новых сетей.

Отмеченные явления, вызванные развитием информационных технологий, инициировали проведение соответствующих исследований и стимулировали ускоренное движение в этом направлении. Интенсивная разработка десятками крупных компаний методик и оборудования, обеспечивающего возможность использования электропроводки для передачи информации, первоначально велась в условиях конкурентной борьбы между тремя континентальными группировками:

- европейской - «Universal Powerline Association» (DS2, RWE, ASCOM и др.);
- американской - «HomePlug Powerline Alliance» (Intellon, Intel, Cisco, Motorola, Texas Instruments, General Electric, Connexant, Arcados, Radio Shack и др.);
- азиатской - «SECA Powerline Alliance» (Sony, Mitsubishi, Panasonic и др.).

Затем верх одержал, образованный в 2000 году, консорциум «HomePlug Powerline Alliance». Значительную роль в этой победе сыграл стандарт «HomePlug» - разработанный компанией «Intellon» (USA). Консорциум, в который вошли бывшие конкуренты, объединил более 90 крупных компаний. Вся аппаратура для PLC систем в качестве платформы использовала наборы микросхем компании «Intellon».

К наиболее значимым для PLC-сетей аспектам безопасности, на мой взгляд, следует отнести обеспечение условий доступности и целостности, так как очевидно, что передача конфиденциальной информации по PLC-сети связана со значительными рисками ее утечки и существенными затратами на их снижение. Покажем, что в указанных аспектах PLC-технология имеет определенный внутренний «потенциал» противодействия, по крайней мере, такой распространенной угрозе, как помехи естественного и/или искусственного происхождения. Этот механизм основан на идее использования поднесущих частот при блокировании основного канала передачи данных. Т. е. в случае внештатных отклонений показателей работы сети передаваемые пакеты перенаправляются по незатронутым атакой дополнительным каналам.

Среди PLC-технологий, представленных на российском рынке, пользуется известностью продукция фирмы Yitran [1]. В статье рассматривается применение PLC-модуля Yitran IT700-PIM [2] на основе интегральной микросхемы IT700 того же производителя. В работе предлагалось:

- измерение уровня выходного сигнала PLC-модуля;
- исследование спектральных характеристик PLC-сигнала;
- экспериментальное определение порога чувствительности модуля;
- определение влияния нагрузки на распространение PLC-сигнала;
- разработка математической модели PLC-канала; анализ топологии PLC-сети; выводы и рекомендации.

Возможности PLC-модуля Yitran IT700-PIM допускают его применение для организации сети передачи данных в системе управления ОББ. Компьютерное моделирование выявило существенное влияние нагрузок на условия распространения высокочастотного сигнала. Для обеспечения работоспособности сети передачи данных необходимо предотвратить шунтирование сигнала с помощью частотных загрядителей. Рекомендуется включение каждой нагрузки через индуктивность  $L_{зтр} = 1$  мГн. В случае вновь сооружаемой инфраструктуры питания (одновременно служащей PLC-сетью) следует отдавать предпочтение топологии «звезда», избегая неразветвленных протяженных участков.

Моделирование PLC-сети подтвердило возможность применения данного вида связи. Модель учитывает наиболее неблагоприятные условия: принята топология «шина», допустимое затухание выбрано с существенным запасом, возможностью ретрансляции пакетов пренебрегается. Эти допущения позволяют гарантировать надежную работу сети управления блокировками на основе PLC-модемов.

В последние годы в нашей стране стали появляться компании и фирмы предоставляющие свои услуги с использованием PLC технологий. Одними из таких компаний являются «Гиперком» и «Сетьтелеком».

Компания Гиперком основана в 2007 году и занимается разработкой, продвижением, продажей оборудования и решений на основе технологии Power Line Communications (передача информации по силовым линиям электропередач)

Венчурные фонды Intel Capital и «Русские технологии» (организован «Альфа-Групп») объявили о планах вложить \$4 млн в компанию «Электро-Ком», которая будет предоставлять услугу высокоскоростного доступа в Интернет через электросети.

«Электро-Ком» планирует строительство пилотной сети PLC (Power line communications) на 100 000 -200 000 абонентов в Москве, Рязани, Калуге, Ростове-на-Дону и трех городах Краснодарского края. Объем инвестиций не раскрывается. «Электро-Ком» планирует начать предоставление своих услуг в первой половине будущего года. Технология PLC позволяет подключаться к Интернету через электророзетки на скорости в 10 -20 Мбит в секунду, что сравнимо со скоростями DSL - высокоскоростного доступа в Интернет по телефонным линиям.

Коммуникационные параметры линий (затухание сигнала, частотные и фазовые искажения и другие) меняются во времени в зависимости от уровня и характера текущего энергопотребления. Это особенно важно учитывать в России и странах СНГ, для которых характерны как частые перебои в энергоснабжении, так и значительные колебания показателей качества передаваемой электроэнергии.

#### **Список литературы**

1. Гумеля А.Н., Шварцман В.О. Электрические характеристики кабельных и воздушных линий связи. — М.: Связь, 2015, 208 с.
2. Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В., Чечурин В.Л. Теоретические основы электротехники, т. 2. — СПб: Питер, 2013, 377 с.
3. Жаднов В.В. Методы имитационного моделирования отказов радиоэлектронной аппаратуры // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2012. № 15. С. 253-262.
4. Соколова С.А. Эффективное использование ресурсов при решении проблем градо-образования и эволюции городов // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2014. Т. 2. №6. С. 61 – 65.
5. Zaitcev D. A. An Evaluation of Network Response Time Using a Colored Petri Net Model of Switched LAN // Proceedings of Fifth Workshop and Tutorial on Practical Use of Colored Petri Nets and the CPN Tools. October 8—11. 2014. Aarhus, Denmark. P. 157—167.

#### **СЕКЦИЯ №6.**

#### **ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)**

#### **СЕКЦИЯ №7.**

#### **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА ДЛЯ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ**

**Бубникевич А.С.**

ИЦМиМ, СФУ г. Красноярск

Растущий объем разработки месторождений упорных золотосодержащих руд вызвал ряд изменений в традиционном процессе переработки. Выбор предпочтительного процесса переработки упорных руд

обусловлен минералогией руды. Один из процессов, привлекающих все большее внимание в последнее время, включает использование сухого измельчения и обжига исходной руды.

Сухое измельчение много лет применялось при измельчении таких промышленных минералов как цемент, известняк, асбест, однако в процессах переработки руд драгоценных и цветных металлов традиционно применялись влажное измельчение и классификация.

Несколько лет назад обжиг рассматривался в качестве технологии переработки золотосодержащих руд лишь в крайнем случае. Повышенное внимание к упорным рудам, а также прогрессивные разработки в области очистки отработанных газов выдвинули обжиг золотосодержащих концентратов вместе с сухим измельчением в качестве весомой альтернативы.[1]

Выбор технологии обжига является сложной задачей, в основном он определяется минералогическими характеристиками руды. Ключевые параметры обжига связаны с минералогическими характеристиками питания, и существенно варьируют для руд разных минералогических типов, даже принадлежащих одному месторождению. Для большинства процессов обжига экономическими факторами являются извлечение золота, капитальные затраты и соответствие экологическим нормативам

Скорость улетучивания и окисления серы и мышьяка увеличиваются с повышением температуры и увеличивают парциальное давление кислорода в газовой фазе. Скорость протекания реакции в процессе обжига пирита и арсенопирита невелика, при низких температурах (<400 ° С - 450°C). На рисунке изображены приемлемые скорости реакции для обжига пирита и арсенопирита. Они могут быть достигнуты путем повышения температуры обжига. Однако при более высоких температурах (выше 700 ° С) структура пористого оксида железа, которая во время окисления может разрушаться, инкапсулировать золото внутри частицы и уменьшать последующее извлечение золота на 50%. Этот процесс часто называют спеканием. Оно может произойти в результате высоких температурных условий в ротационном слое, из-за локального высокого содержания серы или плохого контроля температуры в разных регионах слоя. Подобные эффекты могут быть получены путем слишком быстрого обжига при высоких или даже незначительно высоких температурах. Их называют пережогами.

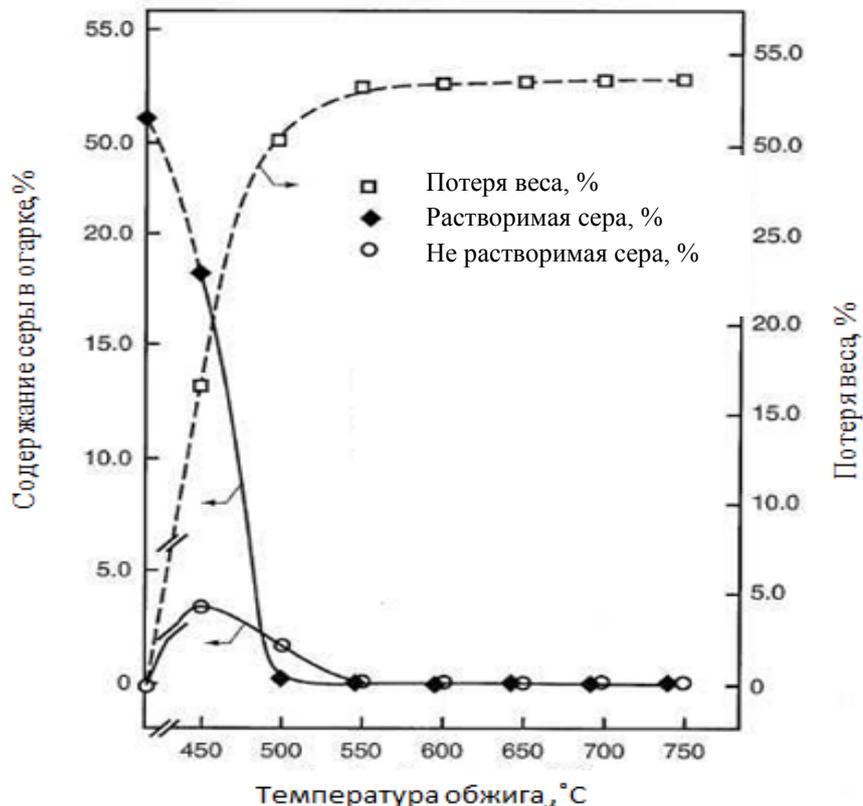


Рисунок 1 - Содержание серы (растворимой и нерастворимой) в огарке и потери веса при обжиге пирита при разных температурах

Для равномерного обжига необходимо придерживаться одинаковой крупности частиц. Если они будут больших размеров, то возможно неполное окисление, тогда как более мелкие частицы могут быть переобожжены и, возможно, спечены.[2]

Спекание является потенциально серьезной проблемой, поскольку оно может привести к закупорке золота для выщелачивания.

Обычно руды и концентраты измельчают до размера, который является оптимальным для процесса извлечения, следующим за обжигом, например, 80% пропускают от 75 до 150 мкм. Гравитационные концентраты могут быть обожжены с относительно крупными размерами (то есть между 1 мм и 0,25 мм), с повторным обжигом, если необходимо. В качестве альтернативы, они могут быть измельчены до более тонких размеров в начале для более быстрой кинетики обжига.

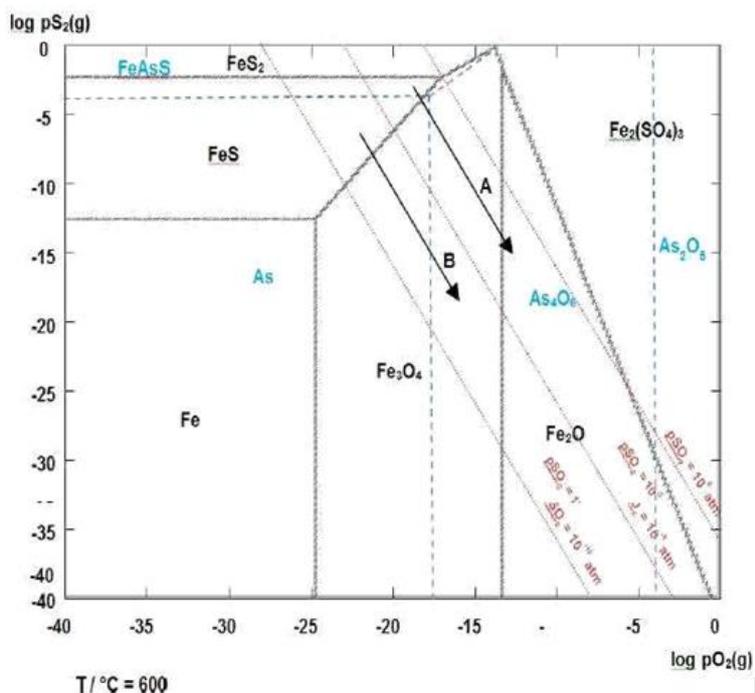


Рисунок 2 - Диаграмма фазовой устойчивости системы As-Fe-S-O при 600°C

На рисунке 2 показано, что в условиях окисления (то есть, содержание двуокиси серы в газовой фазе), пирит, марказит и пирротин непосредственно окисляются до магнетита, а затем далее до гематита.[3]

При избытке воздуха и низких температурах (450-500°C) пирит и мышьяково-сульфидные минералы превращаются непосредственно в гематит.

Когда пирит обжаривается в избытке воздуха при температуре выше 500°C первоначально образует оксидная плёнка, но как только локализованный диоксид серы (> 5% SO<sub>2</sub>), пирит превращается в пирротин (21% объема) с потерей половины ее серы и адсорбирует тепло.

Оксид железа, образующийся при температурах ниже 650 ° C, не влияет на процесс, но если он нагревается выше 750 ° C то может инкапсулировать золото. Следовательно, обжиг при слишком высокой температуре или присутствии более горячих участков может быть еще более вредным для восстановления золота, чем неполная реакция.

В зависимости от условий обжига и вещественного состава обжигаемого материала пятиокись мышьяка может оставаться в огарке в неизменном состоянии или вступать во взаимодействие с оксидами железа, образуя арсенаты двух- и трехвалентного железа Fe<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> и FeAsO<sub>4</sub>. Так как пятиокись мышьяка и арсенаты железа практически нелетучи, мышьяк, окисленный до пятивалентного состояния, полностью остается в огарке. Последнее обстоятельство крайне нежелательно, так как при последующем цианировании огарка мышьяк переходит в раствор и в ряде случаев сильно ухудшает осаждение золота цинковой пылью. Обратное использование обеззолоченных цианистых растворов становится при этом практически невозможным. Кроме того, присутствие в огарке соединений пятивалентного мышьяка приводит к образованию пленок на поверхности золотых частиц, что затрудняет их растворение в цианистом растворе.[4]

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, что процесс обжига включает в себя множественные превращения. Эффективность процесса сильно зависит от кинетики обжига, которая в значительной степени зависит от температуры, парциального давления окислительного газа и частиц.

Постоянный контроль этих параметров необходим для исключения потерь золота, а также воспрепятствованию перехода в раствор таких нежелательных примесей как мышьяк и сера.

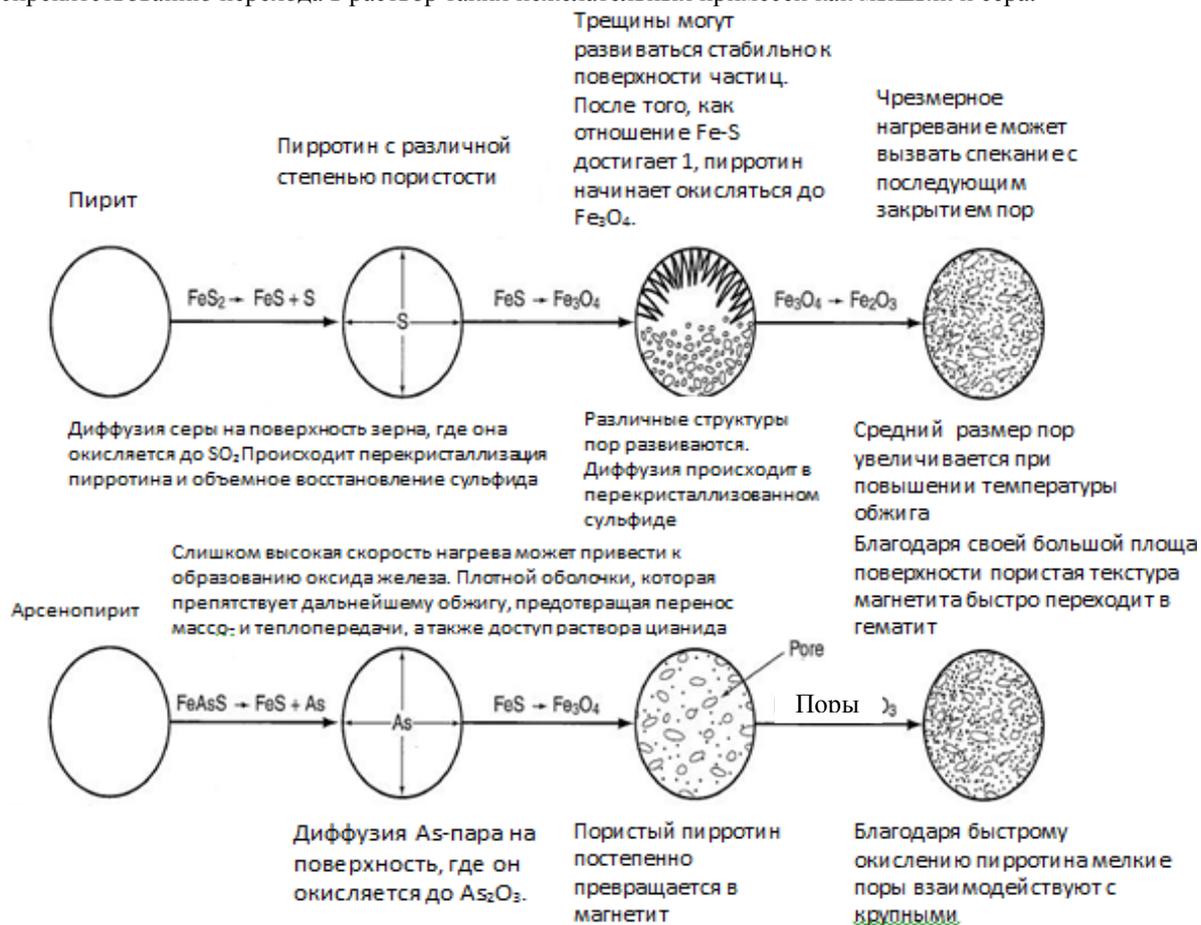


Рисунок 3 - Механизм окисления зерен арсенопирита ( $FeAsS$ ) и пирита ( $FeS_2$ )

### Список литературы

1. Байтенов Н.А., Садыков М.Ж., Абылгазин Т.Б. Извлечение золота из упорного золото-мышьякового концентрата // Изв. вузов. Цветная металлургия. 1992. - №3-4. - С.97-100.
2. Лодейщиков В.В. Новые процессы и методы переработки золотосодержащих руд сложного вещественного состава / В.В. Лодейщиков, А.А. Анисимова // Сб. науч. трудов Ирриедмета. Иркутск, 1980. - С.13.
3. J. Marsden and I. House, "The Chemistry of Gold Extraction," Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2nd ed. Littleton, CO, 2006, pp. 147-285.
4. D. Paktunc, D. Kingston, A. Pratt, and J. McMullen, "Distribution of Gold in Pyrite and in Products of its Transformation Resulting from Roasting of Refractory Gold Ore," The Canadian Mineralogist, vol. 44, no. 1, 2006, pp. 213-227.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ К ЦИАНИРОВАНИЮ

Бубникович А.С.

ИЦМиМ,СФУ г. Красноярск

Получение золота из упорных руд в последние годы привлекло значительное внимание. На сегодняшний момент существует множество рудных тел, где золото не поддается простому цианированию. Растущая тенденция к переработке более бедных по содержанию и более упорных руд, а так же потребность в более экономически выгодным процессам, привели к созданию новых методов кондиционирования.

В течение последних лет огромное внимание уделялось к разработке технически осуществимых, экономически жизнеспособных и экологически приемлемых способов. Упорные сульфидные руды довольно сложны в переработке и сильно зависят от местоположения и минералогии.

Было разработано, опробовано или рассмотрено довольно большое количество возможных методов. К ним относятся: автоклавное окисление (как кислотное, так и щелочное), биоокисление, обжиг (из которых в настоящее время существует несколько методов) и ультратонкое измельчение.

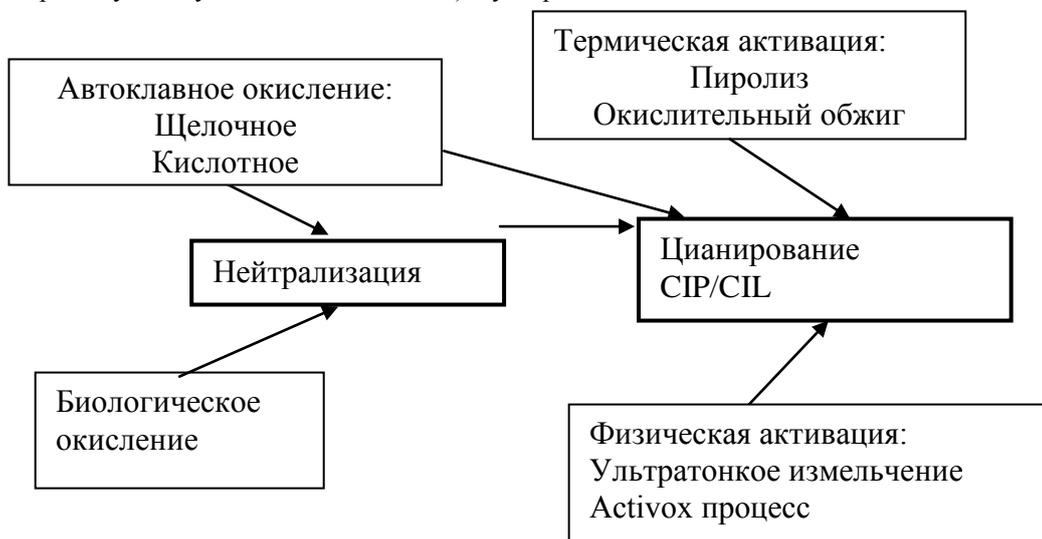


Рисунок 1 – Методы переработки упорных золотосодержащих материалов

Activox процесс является довольно молодой технологией. Как правило, она комбинируется с ультратонким измельчением. Это активирует руду до выщелачивания. Активированный материал выщелачивается при избыточном давлении кислорода < 900 кПа, а температуре 100°C. Время проведения операции составляет 30-60 минут[3].

Преимущество этого процесса состоит в том, что процесс ведется ниже температуры плавления серы (120°C), образовавшаяся сера не покрывает золото. При лабораторных исследованиях извлечение металла, при последующей операции сорбционного выщелачивания из ультратонких предварительно обработанных пиритно-арсенипиритных концентратов составляло 98-99% [4].

При биоокислении сульфидных руд и концентратов ряд бактерий, таких как *Thiobacillus ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans* и *Leptospirillum ferrooxidans*, в основном используются для улучшения скорости окисления. При взаимодействии бактерий с минералами сульфидная сера в руде в конечном счете превращается в серную кислоту, а железо переходит в трехвалентное состояние.

Для сульфидных руд, в которых золото концентрируется на границах зерен, основным преимуществом биоокисления является то, что требуется лишь частичное окисление сульфида.

С экономической точки зрения он имеет существенные преимущества, так как данная технология не требует применения высокой температуры и давления, а также использования кислот. Значительным

недостатком данной технологии является высокая длительность окисления (в 50-100 раз превышает продолжительность окислительного обжига или автоклавного выщелачивания)[2].

Существует метод автоклавного гидрометаллургического вскрытия золота в сульфидных концентратах в кислой среде. Данная технология обеспечивает высокую скорость химических реакций, окисление сульфидов, перевод мышьяка в нетоксичные продукты.

Процесс автоклавного разложения сульфидных концентратов возможно проводить двумя методами. К первому можно отнести перевод золота в нерастворимый осадок, при этом происходит окисление сульфидов. И второй вариант, это выщелачивание золота происходит вместе с процессом вскрытия сульфидов. В обоих методиках происходит практически полное разложение сульфидов и вскрытие золота. Побочным продуктом при переработке концентратов с высоким содержанием серы и мышьяка по технологии автоклавного окисления происходит образование больших количеств кислых мышьяксодержащих стоков, нейтрализация и обезвреживание которых требует высоких затрат реагентов и электроэнергии[1]. Проведение процесса высоким давлением и температуре требует применения специальной аппаратуры и высококвалифицированного персонала для ее обслуживания.

Процесс пиролиза основан на термической обработке материала без доступа воздуха и имеет ряд технологических преимуществ. Основным из них является то, что пиритные и арсенопиритные концентраты разлагаются до пирротина, однако, отмечается капсулирование золота, в следствии чего, снижается извлечение. Так же, пирротин активно взаимодействует с растворами цианида что увеличивает стоимость процесса.

Обжиг, который ведется в присутствии кислорода, превращает сульфид в оксид, тогда как при пиролизе, который проводится в отсутствие кислорода, превращается сульфид в различные продукты реакции.

Окислительный обжиг применяется для разрушения сульфидной фазы минерала, чтобы сделать золото доступным для раствора цианида. Обжиг и пиролиз являются двумя основными тепловыми средствами для предварительной обработки упорных сульфидных золотых руд.

При проведении процесса обжига физические, химические и минералогические свойства рудных компонентов изменяются до степени, определяемой условиями обжига. Сера содержащаяся в минералах служит источником топлива для реакции.

Обжиг проводится для окисления сульфидной матрицы (сульфидных минералов) для высвобождения структурное и субмикроскопическое золото. Конечной целью процесса является превращение сульфидов железа в оксиды железа с высоким пористостью в чтобы ионы могли проникать в минерал и увеличивать извлечение содержащегося золота.

Процесс обжига превращает сульфидную серу в сернистый газ, который затем возможно преобразовывать в серную кислоту. Следовательно, сера используется для высокоценного продукта вместо потенциального отхода. Так же существуют технологии которые позволяют перерабатывать мышьяк образовавшийся при проведении процесса. Стоит отметить, что обжиг эффективно окисляет любой органический углерод, который может присутствовать в руде. Материал обжигается с целью достижения 96-98% -ного окисления сульфидной серы, что делает процесс эффективным для предварительной обработки упорных золотых руд[5].

Поскольку обжиг является высокотемпературным процессом, он имеет преимущество удаления дополнительных второстепенных элементов из концентрата, что делает их доступными для дальнейшей обработки.

	Обжиг	Автоклавное окисление	Биоокисление	Ультратонкое измельчение
Выделение или поглощение тепла	Избыточное тепло процесса возможно использовать для технических нужд	Высокое потребление энергии	Низкое потребление энергии Тепло не выделяется	Отсутствие рекуперации тепла Потребление энергии, определяемое мельницей
Сера	S полностью окисляется как SO <sub>2</sub> в газе или частичном сульфидировании	S частично окисляется в виде H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Частично окисляется в виде сульфата	Минимальное окисление

Углерод	Окисление >700° до CO <sub>2</sub>	Нет реакции ограниченный успех при хлорировании или газе	Нет реакции	Не воздействует
Мышьяк	Окисление до триоксида мышьяка	Окисление в пульпе с образованием кислых мышьяксодержащих стоков	Арсенат железа(III) остается в твердом теле	Не воздействует
Время проведения процесса	30 минут	1 час	4 – 5 дней	30 – 60 минут
Потребление цианида	1-2 кг/т	1-2 кг/т	10-20 кг/т	Нет данных

Таблица 1 – Сравнение методов переработки упорных золотосодержащих материалов

Все вышеперечисленные методы нашли применение в производственной практике как в России, так и за рубежом. Однако, на данный момент, технология ультратонкого измельчения используется, как правило, для переработки хвостов цианирования. Биологическое окисление активно используется в нашей стране на Олимпиадинском месторождении компанией «Полус». Технология автоклавного окисления нашла применение в Амурской Горно-Металлургической компании. Окислительный обжиг золотосодержащих концентратов не нашел широкого применения в нашей стране из-за высокого воздействия на окружающую среду и тонкости проведения процесса. Однако, современный уровень развития технологии очистки отходящих газов, контроля и автоматизации обжига может сделать этот метод более экономически выгодным, чем другие.

Следует учитывать, что при выборе методики подготовки упорных золотосодержащих руд к цианированию необходимо отталкиваться от вещественного состава материала, технологических и физико-химических свойств.

#### Список литературы

1. Золотарев Ф. Д. Разработка комбинированных методов переработки золотосодержащих сульфидных концентратов. Стилиевые характеристики : автореф. дис. ... канд. тех.наук : 25.00.13/ Золотарев Филипп Дмитриевич. – Санкт-Петербург, 2016. – 26 с.
2. Минеев, Г.Г. Биометаллургия золота [Текст] – М.: Металлургия, 1989. – 156 с.
3. Сенченко А.Е., Аксенов А.В. и др. / Технология переработки упорных золотосодержащих концентратов на основе ультратонкого измельчения и атмосферного окисления. – Иркутск , Институт ТОМС, 2012. – 1с.
4. Fraser, K.S., Walton, R.H. & Wells, J.A. (1991). Processing of refractory gold ores, Minerals Engineering, vol. 4, no. 7-11, pp. 1029–1041.
5. K. G. Thomas and A. P. Cole, «Roasting Developments - Especially Oxygenated Roasting», Developments in Mineral Processing., vol. 15, no. 05, 2005, pp. 403–432.

#### СЕКЦИЯ №8.

#### ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

#### СЕКЦИЯ №9.

#### АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

## **СЕКЦИЯ №10.**

### **СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)**

#### **УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Воронин Я.В., Сухин К.А.**

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
Институт Архитектуры и Строительства г. Волгоград

##### **Аннотация**

Обеспечение параметров механической безопасности и продление ресурса основных производственных фондов промышленных предприятий при проведении капитального ремонта зданий и сооружений является актуальной экономической задачей. В статье рассмотрен пример характерных ошибок при проведении капитальных ремонтов зданий и сооружений эксплуатируемых промышленных предприятий.

Надежность, долговечность и производственный ресурс зданий и сооружений промышленных предприятий в полной мере достигается путем проведения комплекса организационных мероприятий по качественной технической эксплуатации и своевременному восстановлению строительных конструкций, инженерных систем и оборудования. Комплексом таких мероприятий служит система планово-предупредительных ремонтов, состоящих из текущих и капитальных ремонтов.

Важнейшим критерием выбора технологии проведения ремонтно-восстановительных работ являются технологические и эксплуатационные режимы, которые в свою очередь зависят от следующих параметров:

- температурные пределы применения строительных материалов;
- температура и относительная влажность воздуха;
- скорость воздушных потоков;
- жизнеспособность технологий в зависимости от параметров окружающей среды;
- эксплуатационные режимы машин и механизмов.

От выбора применяемых материалов и конструкций зависят протекающие в работе физические, физико-химические, гидромеханические, механические и другие процессы. Такие процессы и определяют технологические режимы.

Необходимость соблюдения технологических режимов рассмотрена на примере эксплуатируемого здания электросталеплавильного цеха предприятия металлургической промышленности.

В рамках освидетельствования основных несущих конструкций здания цеха был выявлен значительный износ кровельного покрытия выполненного в виде стального профилированного листа. По результатам освидетельствования было принято решение о замене старого кровельного покрытия – стального профилированного листа на новый. Ремонтно-восстановительные работы решено было проводить в рамках капитального ремонта.

На первый взгляд задача может показаться стандартной, однако практика же говорит о том, что даже такие простые ремонтно-восстановительные мероприятия требуют обдуманного и обоснованного решения при выборе строительных материалов, а также в методах и технологии производства работ.

В качестве нового материала заказчиком был выбран стальной оцинкованный профилированный лист Н-75 толщиной 0.9 мм, предварительно окрашенный в два слоя с внутренней стороны.

Работы по демонтажу старого материала и монтажу нового, проходили параллельным потоком на отметках +36.0 и +51.0 м. В процессе демонтажа старый демонтированный профилированный лист, складировался на вновь смонтированном кровельном покрытии, на котором также скапливались материалы промышленных отходов образовавшихся под старой кровлей в процессе промышленного производства.

По окончании строительно-монтажных работ кровельное покрытие освободили от скопления строительного мусора, в результате чего было обнаружено, что в местах, на которых лежали материалы промышленных отходов, образовалась так называемая накипь промышленной пыли к оцинкованной поверхности стального профилированного листа.

Неделей позже было замечено, что в этих местах начался коррозионный процесс.



Рис. 1. Локальные коррозионные поражения.

По результатам анализа сложившейся ситуации были выявлены следующие ошибки в реализации ремонтно-восстановительных мероприятий.

Во-первых, как отмечалось ранее, здание подверженное капитальному ремонту являлось электросталеплавильным цехом завода металлургической промышленности, атмосферу в зоне которого следует относить к сильноагрессивной среде. Согласно СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии, актуализированная редакция. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85» применение строительных конструкций из оцинкованной стали в средне-агрессивной и сильноагрессивной средах не допускается. Следовательно, представитель заказчика совершил грубейшую ошибку при выборе строительного материала.

Во-вторых, на объекте в полной мере не был обеспечен состав работ по строительному контролю, как со стороны подрядчика, так и со стороны заказчика.

Со стороны подрядчика не был произведен входной контроль качества поступающих материалов. Имеется в виду то, что подрядчиком в должной степени не производилась оценка возможности применения данного материала в соответствии с областью его применения и сертификатами качества, тем самым он нарушил статью 716 «Обстоятельства, о которых подрядчик обязан предупредить заказчика» Гражданского кодекса РФ, которая гласит: «Подрядчик обязан немедленно предупредить заказчика и до получения от него указаний приостановить работу при обнаружении:

- непригодности или недоброкачества предоставленных заказчиком материала, оборудования, технической документации или переданной для переработки (обработки) вещи;
- возможных неблагоприятных для заказчика последствий выполнения его указаний о способе исполнения работы.

В-третьих, одновременно заказчиком и подрядчиком несвоевременно и не качественно был осуществлен операционный контроль, проверка соблюдения последовательности и состава технологических операций при осуществлении работ по замене кровельного покрытия. Отсутствовал контроль соблюдения правил складирования и хранения применяемых материалов, в том числе демонтируемого.

Тот факт, что старый демонтированный лист вперемешку с пылеобразными производственными отходами был неправильно складирован на вновь-смонтированном оцинкованном профилированном листе, и не выполнялась его своевременная утилизация, послужил развитию благоприятной среды для коррозии нового кровельного материала.

Подводя итоги, хочется ещё раз отметить, что капитальный ремонт, а также реконструкция зданий и сооружений, является сложной, актуальной технической и экономической задачей, для решения которой, требуется привлечение достижений различных областей знаний. К сожалению ошибки, возникающие в

процессе проведения капитального ремонта, а также реконструкции зданий и сооружений, не всегда удаётся выявить до момента сдачи объекта в эксплуатацию. Тому виной может быть и не качественный строительный контроль и безграмотные проектные и управленческие решения.

### Список литературы

1. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 24.12.2004 г. №190-ФЗ.
2. «Гражданский кодекс Российской Федерации» от 30.11.1994 г. №51-ФЗ.
3. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии, актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»;
4. Афанасьев А.А. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий: Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов РФ в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению 270100 «Строительство». А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев, Москва, 2008 г.
5. Методическое пособие по применению профилированных стальных настилов в строительстве. Москва, «Национальная ассоциация производителей стальных гнутых профилей» (НАПСГП), Москва, 2005 г.

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА (НА ПРИМЕРЕ г. ВОРОНЕЖА)

**Зубарева Ю.В., Зуев Е.А., Мищенко А.В.**

Воронежский государственный технический университет, РФ, г. Воронеж

Обеспечение комфортных и безопасных условий проживания в соответствии с действующими стандартами качества является приоритетной целью функционирования системы жилищного хозяйства. По данным портала ГОС ЖКХ на 2017 г. в аварийном состоянии на территории города Воронежа находится 256 домов, общей площадью 124368 м<sup>2</sup>, в которых зарегистрировано более 6940 человек [1, 7].

Процесс старения жилищного фонда постоянный и непрерывный. Невыполненные работы по ремонту жилищного фонда существенно увеличивают опасность возникновения аварийных ситуаций, несущих опасность для проживания людей.

Целью капитального ремонта многоквартирных домов является приведение их качества в соответствие с действующими требованиями путем замены и восстановления отдельных частей или целых конструкций и оборудования домов в связи с их физическим износом и разрушением [1, 8].

Для разрешения сложившейся ситуации Федеральным законом от 25.12.2012 № 271 – ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» были установлены правовые основы системы капитального ремонта.

На основании данной системы на собственников помещений возлагается обязанность по формированию фондов капитального ремонта. Сроки проведения устанавливаются в краткосрочных планах проведения работ по капитальному ремонту [2, 8].

Принятые меры являются своевременными и актуальными, но новая система капитального ремонта сталкивается также с рядом сложностей:

1. Отсутствие достоверной информации о состоянии домов, технической документации и сведений об износе.
2. Проведение работ по капремонту без реализации энергоэффективной модернизации.
3. Отсутствие эффективной финансовой политики региональной программы капитального ремонта.
4. Недостаточная проработка взаимодействия участников процесса развития региональной системы капремонта на различных уровнях власти.
5. Нехватка квалифицированных кадров.

В настоящее время наиболее остро стоит проблема низкой энергоэффективности эксплуатируемых зданий. При производстве работ по капитальному ремонту должна быть решена задача выбора энергосберегающих мероприятий, которые при меньших капитальных затратах дают наибольший эффект, и задача экологической оценки сокращения вредных выбросов [3]. Трудности при реализации данных мероприятий возникают в виду того, что работы, проводимые согласно Жилищному кодексу РФ при капремонте, оплачиваются из фонда капитального ремонта, который формируется за счет ежемесячных взносов собственников помещений. В свою очередь, внедрение комплекса работ по повышению энергоэффективности объекта недвижимости приводит к существенному удорожанию стоимости капремонта. Размер ежемесячных взносов в фонд капитального ремонта не позволяет покрывать затраты на внедрение энергоэффективных технологий.

Эта задача многомерная, для ее решения требуются новые подходы, которые будут рассматривать данную ситуацию в комплексе (комплексный подход):

- создание мотивации заинтересованных сторон (собственников, управляющих компаний(УК), ТСЖ);
- долгосрочная перспектива возврата средств в рамках энергосервисных контрактов;
- доступность кредитов для собственников жилья и УК на капитальный ремонт и повышение энергоэффективности;
- наличие субсидий и льгот, финансовой поддержки из бюджетов всех уровней;
- доступное и квалифицированное информационное обеспечение по вопросам энергосбережения.

Стоит отметить, что экономическую эффективность энергосберегающих мероприятий при капремонте необходимо оценивать по стоимости жизненного цикла объекта на период 30 лет. При этом учитывается не только потребительская эффективность, но и муниципальный эффект (снижение затрат на инфраструктуру), а также капитализация стоимости квартир [3].

На данный момент Минстрой России выявил перечень наиболее действенных энергосберегающих мероприятий и рекомендовал их к внедрению при проведении капитального ремонта (Приказ Министерства строительства и ЖКХ РФ от 15.02.2017 № 98/пр). Документ предлагает перечень работ по повышению теплозащиты ограждающих конструкций многоквартирных домов, реконструкции и модернизации внутридомовых инженерных систем - всего перечень содержит 27 пунктов. Это первые методические рекомендации по энергоэффективному капремонту в нашей стране.

Рассмотрим возможный вектор развития данной программы Минстроя России на основе зарубежного опыта внедрения энергосберегающих мероприятий при проведении ремонтных работ.

В Польше разработан ряд принципов модернизации существующих зданий:

- верификация эффективности систем вентиляции зданий в результате применения современных герметичных окон и дверей;
- внедрение систем отопления с поквартирным регулированием и счетчиками на отопление квартир с индивидуальным начислением затрат;
- приспособление энергетических систем зданий к использованию возобновляемых источников энергии (Плоские бетонные крыши зданий позволяют легко монтировать системы солнечных коллекторов, ветряных турбин и батарей фотоэлементов.);
- использование тепловой энергии выпускных вод из систем охлаждения теплоэлектроцентрали для отопления;
- применение энергосберегающего освещения.

Система финансирования и организация капитального ремонта в Польше основана на трех основных источниках:

1. средства собственников помещений, поступающие в фонд на ремонт дома;
2. кредиты, предоставляемые банками ТСЖ и УК;
3. региональная бюджетная поддержка ТСЖ.

Опыт модернизации жилых зданий в Финляндии основан на использовании технологий, обеспечивающих создание комфортных условий проживания жильцов с одновременным снижением энергозатрат на отопление, расхода воды, электроэнергии. Использование современного инженерного оборудования и строительных конструкций способствует созданию управляемых систем микроклимата помещений, оптимизации тепловлажностного и режимов освещения [4, 9].

В Германии при проведении капитального ремонта была разработана индивидуальная дорожная карта по модификации объекта недвижимости, учитывающая индивидуальные потребности собственника жилья. Карта включает в себя как краткосрочные, так и долгосрочные меры по реконструкции здания, с индивидуальными и оптимальными для каждого здания механизмами по повышению энергоэффективности путем замены инженерного оборудования и применения природных источников энергии при устройстве систем отопления и горячего водоснабжения.

Банк развития KfW при поддержке Правительства Германии предоставляет субсидии и займы для реконструкции жилых зданий с гибкими условиями погашения кредитов - до 30 лет. Финансирование KfW позволило энергоэффективно обновить 1 миллион домов [5, 9].

В 2007г. в Канаде была запущена программа эко-энергетической модернизации (ecoENERGY Retrofit), оказывающая финансовую поддержку на конкурсной основе при проведении ремонтных работ. Для участия в программе собственникам жилья предлагается предоставить свои проекты по модернизации систем охлаждения, отопления, вентиляции, горячего водоснабжения здания или иные инновационные решения, связанные с повышением показателей энергоэффективности жилого дома. На реализацию лучших предложений выделяются федеральные гранты в размере до 5000\$. Эта программа позволила снизить энергопотребление домов на 23 % и сократить выбросы парниковых газов.

На основании зарубежного опыта можно отметить, что успешное внедрение комплекса работ по повышению энергоэффективности при капремонте зависит от следующих факторов:

- коллективная ответственность собственников жилья, обеспеченная контролем государственных или муниципальных организаций;
- обязательное формирование фондов на ремонт домов;
- наличие финансовых стимулов для собственников жилья и предоставление доступных кредитов;
- обязательное участие каждого собственника жилья в работе институтов коллективного принятия решений по управлению и ремонту объекта недвижимости [6, 9].

Повышение эффективности капитального ремонта зданий на основе энергосбережения невозможно без государственной поддержки на всех уровнях. На сегодняшний день в России только зарождается программа энергоэффективного капремонта. Постановлением Правительства РФ от 17 января 2017 года №18 утверждены Правила предоставления финансовой поддержки за счет средств государственной корпорации – Фонда содействия реформированию ЖКХ на проведение капитального ремонта многоквартирных домов. Данная программа уже начала действовать в Воронеже. Энергоэффективный капремонт провели в двух многоквартирных домах по Набережной Авиастроителей. Были проведены следующие работы: утепление фасадов, установка пластиковых окон в подъездах, замена входных дверей, полное обновление электрооборудования, замена узла теплоснабжения. Теплоснабжение теперь осуществляется автоматически, датчики анализируют температуру наружного воздуха и регулируют подачу тепла в квартиры. Данные ремонтные работы позволили снизить затраты собственников жилья на коммунальные услуги на 10%.

Тема проведения капитального ремонта с каждым годом не теряет своей актуальности. Вектор развития строительной отрасли, направленный на повышение показателей энергоэффективности объектов недвижимости, накладывает новые требования на производство ремонтных работ. Разработка проектов капитального ремонта с учетом комплекса работ по повышению энергоэффективности на данный момент является перспективным направлением в строительном производстве. Успешной реализации данных проектов может способствовать интеграция зарубежного опыта.

Развитие внедрения комплекса работ по повышению энергоэффективности при капитальном ремонте обеспечит снижение расходов потребления и потерь энергоресурсов, безопасность проживания, повышение комфорта и качества застройки. Это можно считать первым шагом в новом направлении жилищной политики России.

### Список литературы

1. Минаев Н.Н., Селиверстов А.А., Шадейко Н.Р., Филюшина К.Э., Меркульева Ю.А. Основные проблемы и препятствия для развития региональной системы капитального ремонта многоквартирных домов на современном этапе // Региональная экономика: теория и практика. 2015. №36 (411). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-problemy-i-prepyatstviya-dlya-razvitiya->

- regionalnoy-sistemy-kapitalnogo-remonta-mnogokvartirnyh-domov-na-sovremennom-etape (дата обращения: 02.04.2018).
2. Доклад «О результатах анализа состояния системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах»/ Центр независимого мониторинга исполнения Указов Президента Российской Федерации «Народная экспертиза» ОНФ – Москва, ноябрь 2015г.
  3. Круглый стол: Как повысить энергоэффективность зданий при капитальном ремонте?// Энергосбережение. – 2016. - №1. – с.18-22
  4. Дедюхина Е.С., Петренко М.А Зарубежный опыт капитального ремонта многоквартирных домов с использованием инновационных механизмов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2014. №5 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zarubezhnyy-opyt-kapitalnogo-remonta-mnogokvartirnyh-domov-s-ispolzovaniem-innovatsionnyh-mehanizmov> (дата обращения: 02.04.2018).
  5. Свиридова Е.В. Европейский опыт капитального ремонта и повышения энергоэффективности в зданиях //РОСИЗОЛ. – 2017. – 29 августа. URL: <https://ardexpert.ru/article/10198> (дата обращения: 02.04.2018.)
  6. Нелюбина О.М., Толстых Ю.О., Михалина С.С., Учинина Т.В. Сравнение особенностей организации капитального ремонта и реконструкции зданий в России и за рубежом // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
  7. Понявина Н.А., Чеснокова Е.А., Захарова В.И. [Основные принципы формирования Фонда капитального ремонта на примере Воронежской области](#) // [Современные тенденции строительства и эксплуатации объектов недвижимости](#). Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции. - 2017. -с. 244-248.
  8. Понявина Н.А., Захарова В.И. Современные проблемы в реализации федеральной программы по расселению ветхого и аварийного жилья // Современные проблемы и перспективы развития строительства, эксплуатации объектов недвижимости. Сборник научных статей. – 2016. – с.197-202.
  9. Понявина Н.А., Чеснокова Е.А., Захарова В.И. Анализ методов управления недвижимостью в России и за рубежом // [Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения](#) Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - 2016. - с. 23-26.

## МАЛОЦИКЛОВАЯ УСТАЛОСТЬ ОБРАЗЦОВ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ

**Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Милованова Л.Н., Галстян Л.К.**

Инженерный институт СКФУ г. Ставрополь

Учет концентрации напряжений при расчётах на прочность в условиях малоциклового нагружения является одной из наиболее сложных задач в проблеме усталости материалов. Данная работа посвящена экспериментальному изучению этой проблемы.

Для изучения распределения упругопластических деформаций использовался метод длительных сеток, методика нанесения которых, приведена в работе [1]. Длительная сетка наносилась на полированную поверхность плоского образца в области концентратора напряжений, алмазной иглой с шагом 0,2 мм. В процессе испытаний она фотографировалась как до приложения нагрузки на образец, так и в процессе малоцикловых испытаний с помощью стереоскопического микроскопа (увеличение 450 крат.), установленного непосредственно на испытательную машину. Испытательный образец показан на рис.1. Размер концентратора  $d$  оставался постоянным, а размер  $b$  изменялся от  $b=d=10$  мм до 2 мм, при этом величина теоретического коэффициента концентрации напряжений  $k_t$  равнялся: 1- $k_t=2,55$ ; 2- $k_t=3,82$ ; 3- $k_t=5,35$ ; 4- $k_t=13,2$ . Испытания проводились на образцах, изготовленных из нормализованной стали 45, при нулевом цикле растяжения с частотой 3-5 циклов в минуту, при комнатной температуре.

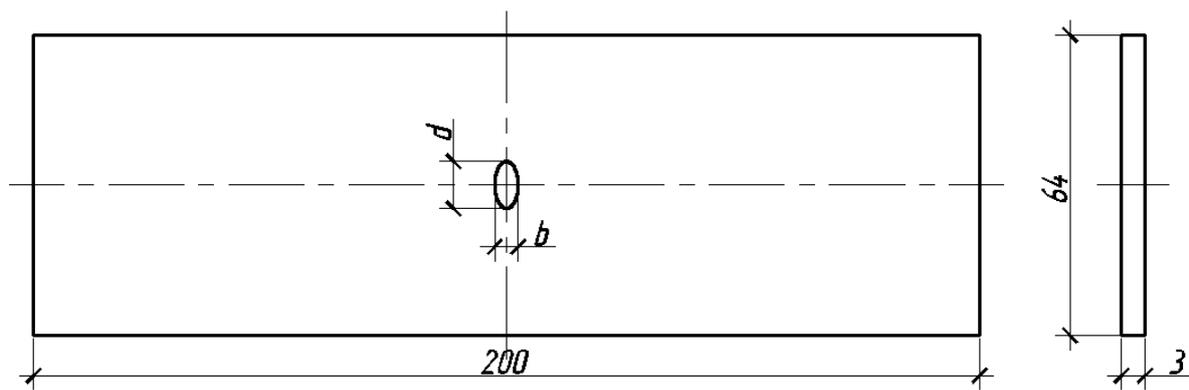


Рисунок 1 – Чертеж образца

В результате испытаний определялись деформации ячеек сетки по фотографиям в начале испытания и в процессе нарастания числа циклов. Наибольший интерес представляла ячейка, примыкающая к устью концентратора напряжений. При нагружении до номинального напряжения  $\sigma_n$  ячейка растягивалась, а при напряжении  $\sigma_n = 0$  в ней возникали напряжения сжатия. Таким образом, при нулевом циклическом нагружении образца, ячейка в устье концентратора испытывала знакопеременные напряжения, с определённым коэффициентом асимметрии цикла изменения напряжений  $R_\sigma$ , который зависит от теоретического коэффициента концентрации напряжений  $k_t$  (рис. 2).

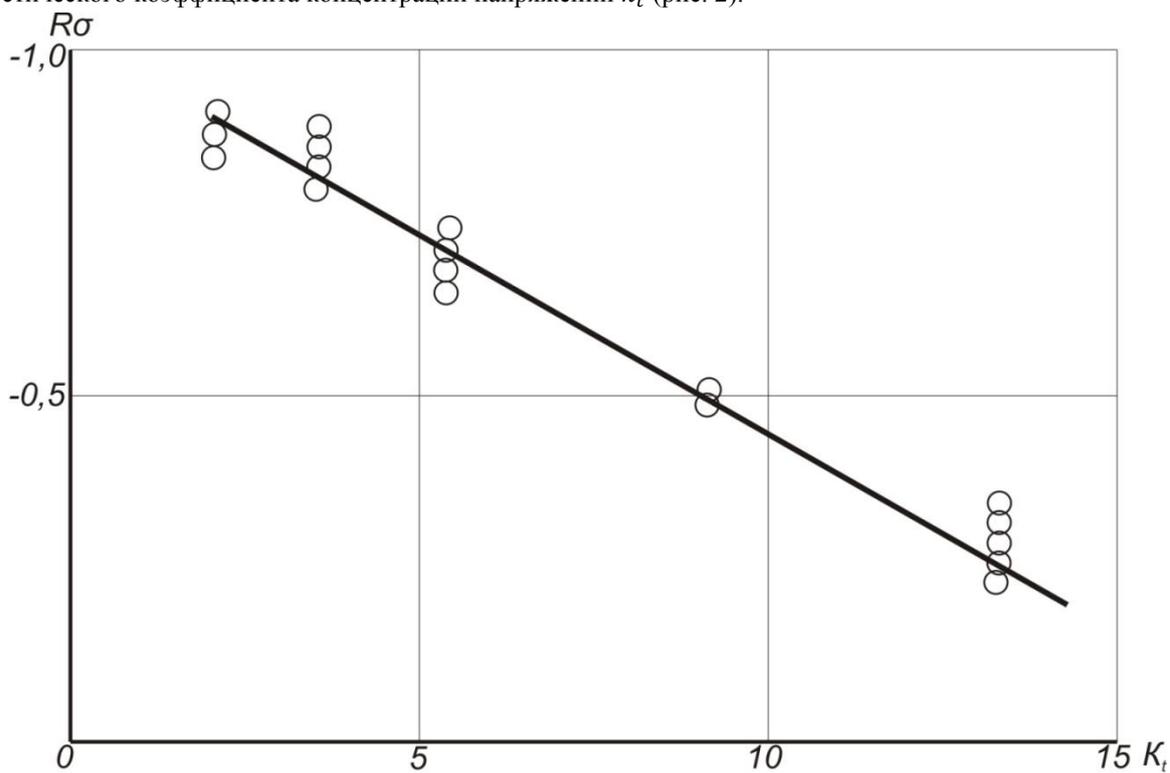


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента асимметрии  $R_\sigma$  от коэффициента  $k_t$

В процессе циклического нагружения плоских образцов с концентраторами напряжений определялись петли пластического гистерезиса в ячейке, примыкающей к устью концентратора напряжений, а также величина одностороннего накопления пластических деформаций ( $\delta$ ) за один цикл нагружения.

По искажению элементов длительной сетки определяли интенсивность упругопластических деформаций  $e_i$ . В квазистатической области с увеличением числа циклов происходило накопление пластической деформации на контуре концентратора, и когда интенсивность деформации в точках, расположенных на горизонтальном диаметре концентратора достигла величины предельной деформации при статическом разрыве полосы без концентратора, появлялась горизонтальная трещина.

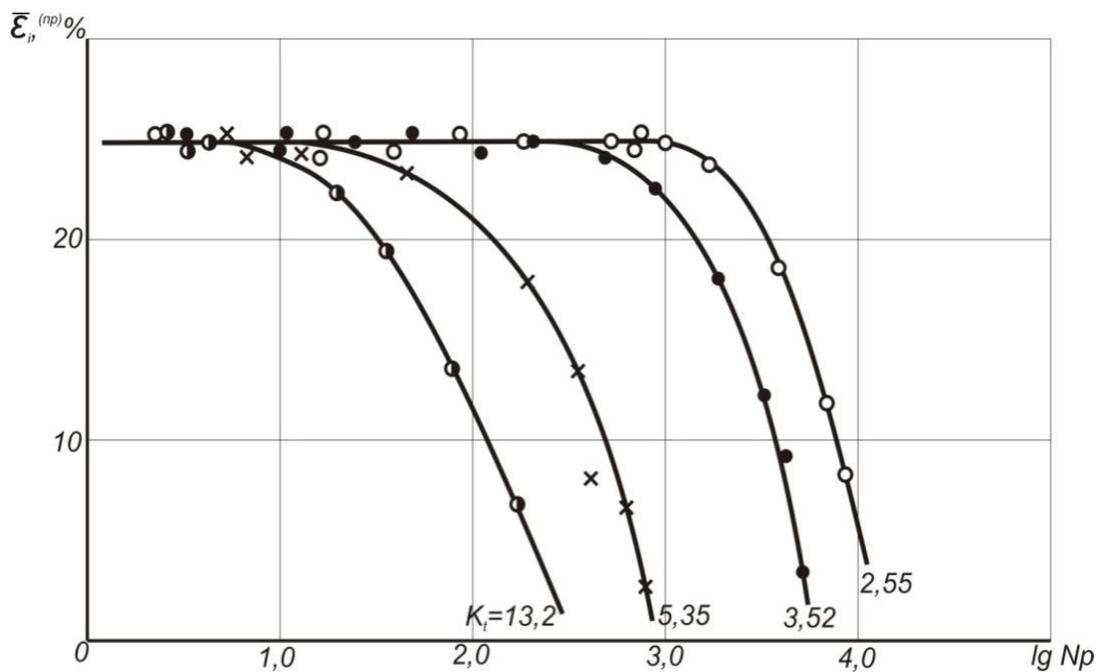


Рисунок 3 - Кривые измерения  $\bar{\epsilon}_i^{(np)}\%$  от числа циклов до разрушения

На рис.3 показаны кривые изменения предельной интенсивности упругопластических деформаций  $e_i^{np}$  от числа циклов до разрушения. Горизонтальная линия представляет собой участок квазистатического разрушения и далее происходит постепенный переход к усталостному разрушению.

В результате испытаний более 70 образцов различными концентраторами напряжений строились кривые малоциклового усталости плоских образцов с различными концентраторами напряжений (рис. 4). Причём за разрушение принималось такое состояние образца, при котором возникала трещина в устье концентратора длиной 200 мкм.

При построении кривых усталости во внимание принимались те образцы, у которых трещины возникали одновременно с двух концов концентратора напряжений и развивались примерно с одинаковой скоростью. Такие опыты, при которых трещина возникала только с одной стороны концентратора напряжений из дальнейшего рассмотрения исключались.

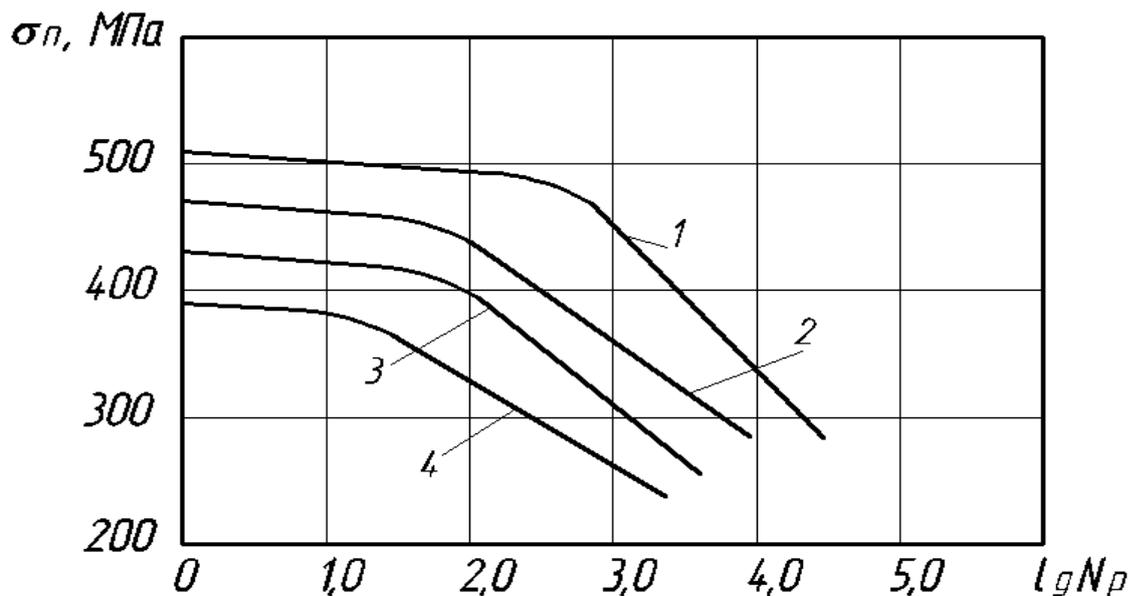


Рисунок 4 - Кривые усталости образцов с концентраторами напряжений

В результате проведённых исследований установлено, что наиболее нагруженной является ячейка длительной сетки, расположенная в устье концентратора напряжений, и в процессе циклического нагружения возникают петли пластического гистерезиса подобные тем, которые наблюдаются при знакопеременном нагружении образцов в условиях однородного напряженного состояния. Кроме того, наблюдается одностороннее накопление пластических деформаций, тем более интенсивное, чем выше соответствующие местные напряжения. В дальнейшем предполагается применить методы расчёта долговечности при малоциклового усталости образцов без концентратора напряжений на расчёт образцов с концентраторами напряжений.

#### Список литературы

1. Бородин Н.А. «Метод нанесения прецизионных длительных сеток» // Заводская лаборатория. 1963 - №1 – С.25 – 29
2. Пенкин А.Н. «Построение диаграмм циклического деформирования при расчётах на малоциклового усталость в условиях сложного напряженного состояния» // Известия вузов. Машиностроение. 1986 - №12 – С.11 - 14

### СЕКЦИЯ №11.

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

#### ГАЗОНАПОЛНЕННЫЕ ОГНЕСТОЙКИЕ ЭПОКСИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ

**Мостовой А.С., Таганова А.А., Прокопович К.В.**

Энгельский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Россия, Саратовская область, г. Энгельс

Полимерные композиционные материалы (ПКМ), содержащие в составе газовую фазу, называются газосодержащими или газонаполненными. Эпоксидные пены, как правило, жесткие и часто используются, когда к изделиям предъявляются такие требования как повышенная термостойкость, стойкость к растворителям, хорошая адгезия или более точное, чем у полиуретановых пен, регулируемое вспенивание. Эпоксидные пены исключают потенциальные проблемы со здоровьем, связанные с чувствительностью к изоцианатам в производстве уретанов – на это часто указывают как на причину использования вспененных эпоксидных полимеров. Преимуществом эпоксидных смол является широкое разнообразие и самих смол, и сшивающих агентов, которые могут быть использованы для получения конечного продукта с требуемыми свойствами [1-2, 4].

Однако, не смотря на разнообразие положительных свойств, для вспененных эпоксидных полимеров, как, впрочем, и практически для всех вспененных ПКМ, характерен такой недостаток, как легкая воспламеняемость и высокая горючесть, что значительно ограничивает области их использования.

В связи с этим целью данной работы была разработка новых составов для создания пожаробезопасных вспененных эпоксидных полимеров.

Получение пеноэпоксидов проводили по ранее выбранному нами режиму [2], который заключается в том, что все компоненты состава: эпоксидная смола (100 масс.ч. ЭД-20, отвердитель - полиэтиленполиамин (15 масс.ч. ПЭПА) и газообразователь - карбонат аммония (2 масс.ч. КА) совмещали, заливали в форму и помещали ее на 60 минут в термопечь, нагретую до температуры  $50 \pm 5$  °С. Процессы вспенивания и отверждения протекали одновременно. При этом образуется преимущественно закрытопористая структура ячеек [2].

Так как на структурообразование влияет также количество газообразователя, то в составе его содержание изменяли от 1 до 5 массовых частей (масс.ч.), табл.1.

Таблица 1

## Свойства вспененных эпоксидных полимеров

Состав, масс.ч., отвержденный 15 масс.ч. ПЭПА	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	$\varphi_{п}$	$\varphi_{г}$	$W_v$ , %	$W_s$ , см <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	$B$ , %	$G_{сж}$ , МПа
100ЭД-20+1КА	255	0,21	0,79	2,1	63	0,50	2,0±0,1
100ЭД-20+2КА	170	0,14	0,86	4,9	137	0,70	1,0±0,05
100ЭД-20+5КА	61	0,05	0,95	5,2	188	0,84	0,6±0,03
100ЭД-20+2КА+10ТФБА	154	0,13	0,87	6,5	180	0,80	1,0±0,05
100ЭД-20+2КА+5АРР-2	194	0,16	0,84	4,9	68	0,60	1,2±0,06
100ЭД-20+2КА+10ТФБА +5АРР-2	143	0,12	0,88	6,3	186	0,80	1,3±0,065

Примечание:  $\gamma$  - кажущаяся плотность;  $\varphi_{п}$  – содержание полимерной фазы;  $\varphi_{г}$  – содержание газовой фазы;  $W_v$  - водопоглощение по отношению к первоначальному объему;  $W_s$  - водопоглощение по отношению к первоначальной полной поверхности;  $B$  – влагопоглощение;  $G_{сж}$  - напряжение 10% сжатия.

Процессы газообразования с увеличением КА протекают более интенсивно, уменьшается содержание полимерной фазы, снижается кажущаяся плотность с 255 до 61 кг/м<sup>3</sup>, увеличиваются водо- и влагопоглощение, табл.1., что свидетельствует о более высоком содержании пор в материале.

Следовательно, изменяя содержание газообразователя в составе композиции можно направленно регулировать кажущуюся плотность и другие свойства материала.

С увеличением кажущейся плотности, устойчивость материала к сжатию повышается, табл.1.

Из данных термогравиметрического анализа следует, что с увеличением содержания КА в составе эпоксидного полимера повышается его термостойкость, что проявляется в смещении температурного интервала деструкции в область более высоких температур, при этом также отмечено возрастание выхода карбонизованных структур с 40 до 58%, табл.2.

Полученные составы поддерживают горение на воздухе, поэтому в состав дополнительно вводили соединение, способное структурировать эпоксидный полимер: полифосфат аммония (АРР-2) [3], которое не растворяется в исследуемом составе и выполняет одновременно роль наполнителя.

Введение АРР-2 в количестве 5 масс.ч., повышает кажущуюся плотность на 24 кг/м<sup>3</sup>. При этом отмечено снижение водопоглощения, особенно водопоглощение по отношению к первоначальной полной поверхности, что свидетельствует о снижении пористости образцов.

Таблица 2

## Физико-химические свойства вспененных эпоксидных композитов

Состав композиции, масс.ч., отвержденные 15 масс.ч. ПЭПА	Начальная температура деструкции, °С	Температурный интервал деструкции, °С	Выход карбонизованных структур при $T_k$ , % масс.
100ЭД-20	200	190	40 (390 °С)
100ЭД-20+1КА	220	190	48 (410 °С)
100ЭД-20+2КА	238	208	52 (450 °С)
100ЭД-20+5КА	240	200	58 (440 °С)
100ЭД-20+2КА+5АРР-2	250	150	55 (400 °С)

Примечание:  $T_k$  – конечная температура основной стадии деструкции

Анализом образцов вспененных эпоксидных составов, содержащих АРР-2, методом термогравиметрии установлено иницирующее влияние АРР-2 на процесс разложения полимера в конденсированной фазе, проявляющееся в сужении температурного интервала термолитиза, табл.2. Основное его влияние проявляется в газовой фазе, так как при термолитизе композиций, содержащих АРР-2, образуется  $NH_3$ , который попадая в газовую фазу, разбавляет горючие газы, снижая концентрационный предел воспламенения [3].

Такие изменения в превращениях в газовой фазе уменьшают возможность воспламенения, что и проявляется в процессе горения. Вспененные эпоксидные полимеры при поджигании на воздухе загораются через несколько секунд и имеют потери массы близкие к потерям массы чистой эпоксидной смолы. При

введении в состав композиции 5 масс.ч АРР-2 снижается время самостоятельного горения и существенно уменьшаются потери массы при поджигании на воздухе с 68 до 7 %. При нанесении на поверхность пеноэпоксида огнезащитного состава (100ЭД-20+5АРР-2+15ПЭПА), способствующего закрытию открытых пор, содержащих кислород воздуха, дополнительно снижаются потери массы при поджигании на воздухе до 1,8%, при этом незначительно (на 56 кг/м<sup>3</sup>) увеличивается кажущаяся плотность. По величине потерь массы разработанные вспененные эпоксидные композиты относятся к классу трудногораемых материалов.

В связи с тем, что разработанные вспененные эпоксидные композиты планируется использовать в качестве теплоизоляции, определяли их теплопроводность и термическое сопротивление на приборе ИТП-МГ4 «100» по ГОСТ 7076-99.

Проведенные исследования показали, что разработанные вспененные эпоксидные композиты имеют более низкие значения коэффициента теплопроводности (0,035 Вт/м·К), в сравнении с теплоизоляционными свойствами промышленно-выпускаемых пеноэпоксидов (0,05-0,07 Вт/м·К), при одинаковой кажущейся плотности.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено влияние количества газообразователя на структуру и свойства вспененных полимеров. Показана возможность повышения термостойкости и снижения пожарной опасности вспененных полимеров с использованием гибридных наполнителей. Разработанные вспененные эпоксидные композиты соответствуют (и даже превосходят) по теплоизоляционным свойствам промышленно-выпускаемым пеноэпоксидам.

#### Список литературы

1. Клемпнер Д. Полимерные пены и технологии вспенивания: пер. с англ. / Под. ред. к.т.н. А.М. Чеботаря. СПб.: Профессия, 2009. – 600 с. – ISBN 978-5-93913-156-8.
2. Мостовой, А.С. Пожаробезопасные вспененные эпоксидные полимеры / А.С. Мостовой, П.Н. Буненков, Л.Г. Панова // Перспективные материалы. – 2016. – № 2. – С. 46-51.
3. Мостовой А.С., Плакунова Е.В., Панова Л.Г. Разработка огнестойких эпоксидных композиций и исследование их структуры и свойств // Перспективные материалы. – 2014. – № 1. – С. 37–43.
4. Чухланов В.Ю., Панов Ю.Т., Синявин А.В., Ермолаева Е.В. Практикум по газонаполненным пластмассам: учеб. пособие // Владим. гос. ун-т. – Владимир: Ред. издат. комплекс ВлГУ, 2006. – 130 с. – ISBN 5-230-20629-2.

#### **СЕКЦИЯ №12.**

#### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

#### **СЕКЦИЯ №13.**

#### **ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

#### **СЕКЦИЯ №14.**

#### **ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)**

#### **СЕКЦИЯ №15.**

#### **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)**

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ В СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ MATLAB

Понофидин И.О., Медведев В.А.

(Понофидин И.О. – магистрант ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»;  
Медведев В.А. - научный руководитель, к.т.н., доцент ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет»)

**Аннотация:** система диагностики и управления постепенно становится неотъемлемой частью технологических процессов, как простых, так и более сложных. Вполне вероятно, что в будущем все процессы будут оснащаться данными системами. Уже сегодня, в таких развитых странах как Япония, Германия, имеются заводы, для функционирования которых необходим всего лишь один человек. Он следит за всеми процессами с экрана центрального компьютера и принимает решения исходя из поступающих данных. В данной статье рассматривается математическая модель системы с возможностью контроля температуры двигателя, скорости вращения вала и токов.

**Ключевые слова:** электродвигатель, система управления, температура, скорость, ток, математическая модель, MATLAB.

Математическая модель позволяет нам получить представление о процессе функционирования той или иной системы без ее фактического воспроизведения. Другими словами, нам не нужно собирать систему, чтобы понять, как она будет работать. Достаточно смоделировать все происходящие в ней процессы, чтобы получить представление обо всех ее будущих процессах.

В качестве среды моделирования была выбрана программа MATLAB. На рисунке 1 изображена система диагностики и управления электродвигателем.

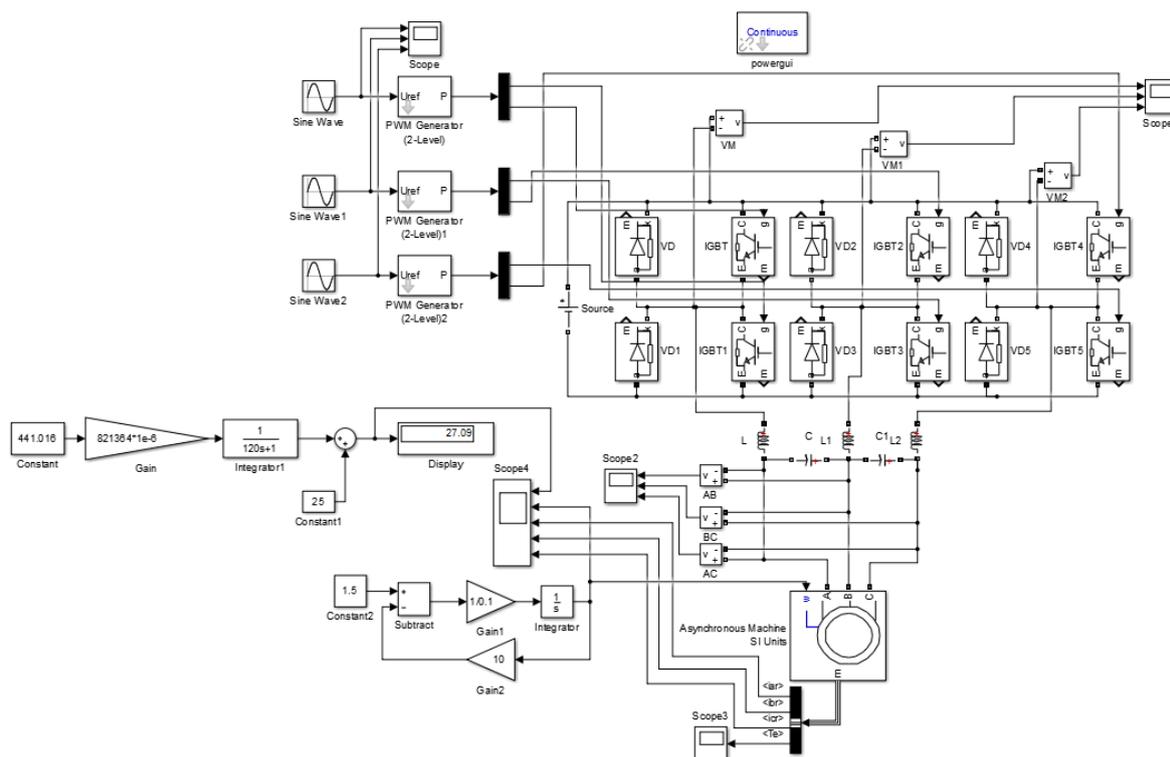


Рисунок 1 – Система диагностики и управления электродвигателем

Условно разделим данную модель на две части: силовая часть, система управления.

К силовой части относятся широтно-импульсная модуляция (Sine Wave (1,2), PWM Generator (2-Level) (1,2)) (далее ШИМ), неуправляемый мост с обратными диодами (IGBT (1,2,3,4,5), VD (1,2,3,4,5)) (далее выпрямитель). ШИМ необходима для генерирования управляющих импульсов. С ее помощью все три фазы двигателя корректно работают, и обеспечивается бесперебойная работа системы. Сгенерированные

сигналы раскладываются на противофазные сигналы и подаются на разные плечи каждой из трех фаз. Задержка по фазе составляет  $60^\circ$ .

Выпрямитель обеспечивает выпрямленным и сглаженным питанием электродвигатель. В схему данного выпрямителя включены обратные диоды, которые препятствуют повышению напряжения на коммутирующих транзисторах. На рисунке 2 изображены осциллограммы управляющих напряжений.

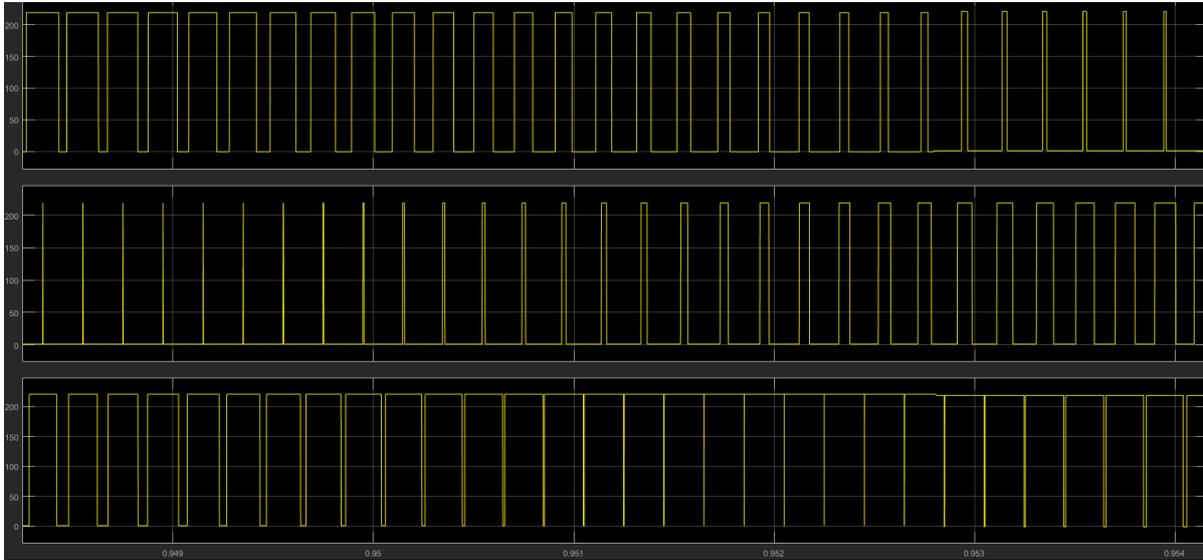


Рисунок 2 – Осциллограммы управляющих напряжений.

Также к силовой части относится LC-фильтр, главная задача которого является защита электродвигателя и сглаживание пульсаций напряжения.

В систему правления входят: блок мониторинга температуры, блок мониторинга скорости, блок мониторинга токов.

1) **Блок мониторинга температуры** – для отслеживания тепловых процессов электродвигателя была смоделирована тепловая модель. На рисунке 3 изображена тепловая модель.

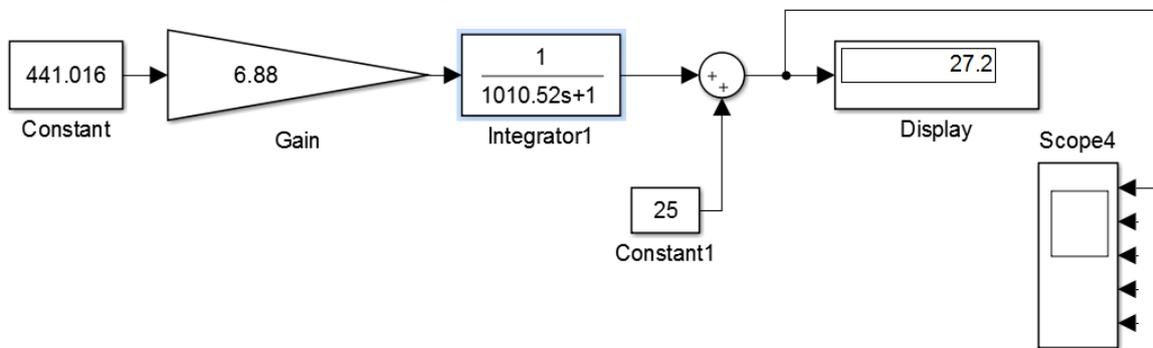


Рисунок 3 – Тепловая модель.

Блок Constant представляет собой тепловые потери двигателя. В них входят: потери в стали – 105,466 Вт, поверхностные потери – 154,204 Вт, потери ротора – 15,31 Вт, потери статора – 20,592 Вт, полные потери в стали – 126,058 Вт, механические потери – 19,386 Вт.

Блок Gain включает в себя коэффициент  $k$ .

$$k = \alpha * S;$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи,  $S$  – площадь поверхности двигателя.

$$\alpha = 10\sqrt{0,5} = 10 * 0,707 = 7,07;$$

Площадь поверхности двигателя равняется  $0,9732 \text{ м}^2$ .

Тогда  $k$  равен:

$$k = 7,07 * 0,9732 = 6,88;$$

Блок Integrator1 – это то время, за которое нагревается наш двигатель. Это время находится по формуле:

$$\tau_s = 6 * \frac{20,6 * 100 * 0,845}{4000(1 - 0,845)} = 6 * \frac{1740,7}{620} = 16,842 \text{ мин};$$

$$\tau_s = 16,842 * 60 = 1010,52 \text{ с};$$

Блок Constant1 представляет собой начальную температуру двигателя. При нормальных условиях примем ее равной 25 °С. На рисунке 4 изображен график нагревания двигателя.

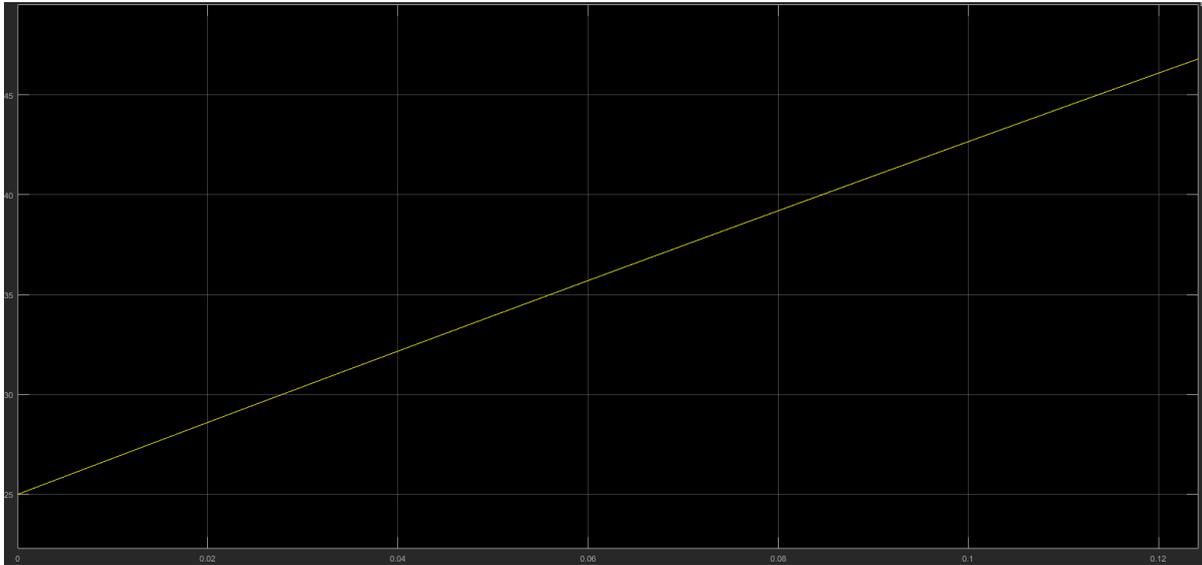


Рисунок 4 – График нагревания двигателя.

**2) Блок мониторинга скорости** – отслеживание скорости происходит за счет момента двигателя. На рисунке 5 изображен блок мониторинга скорости.

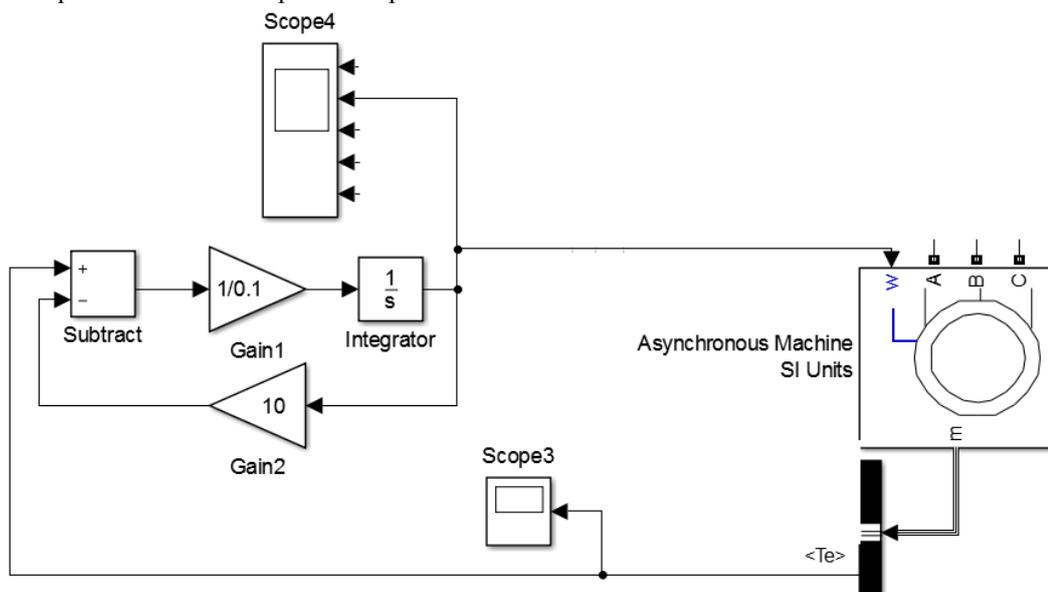


Рисунок 5 – Блок мониторинга скорости.

Выводим момент двигателя из блока самого двигателя, и подаем его на блок Subtract на вход суммирования. Блок Gain1 представляет собой коэффициент увеличения скорости. Затем интегрируем полученный сигнал и подаем его на вход скорости. Блок Gain2 – это механические потери двигателя. Подаем его на вход вычитания блока Subtract. На рисунке 6 изображен график изменения скорости.

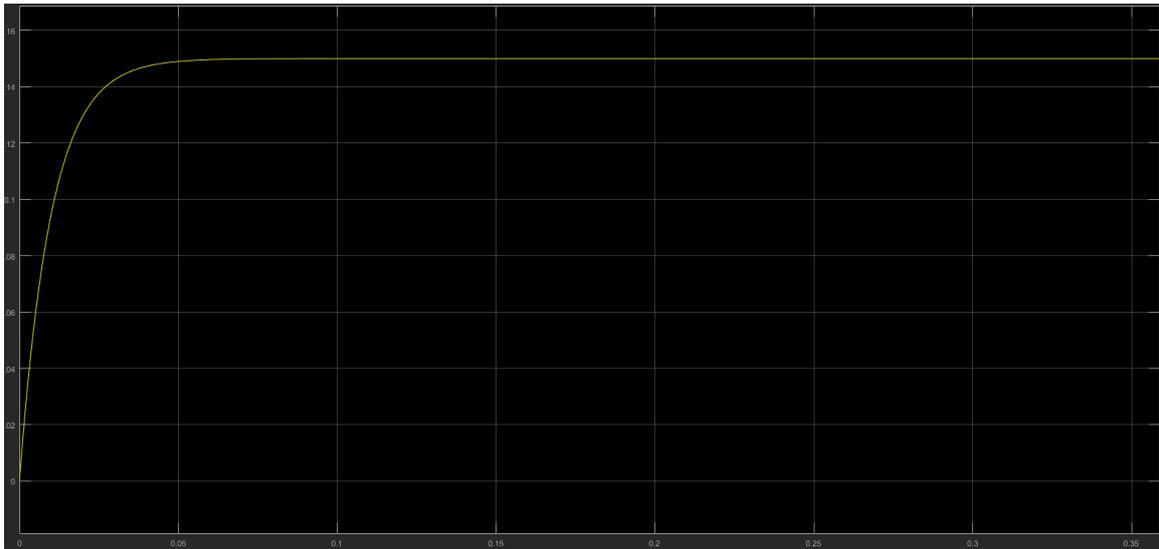


Рисунок 6 – График изменения скорости двигателя.

Исходя из параметров двигателя, номинальная скорость вращения вала двигателя равняется 1500 об/мин.

3) **Блок мониторинга токов** – для отслеживания токов выводим необходимые токи фаз и блока электродвигателя Asynchronous Machine SI Units. На рисунке 7 изображен блок измерения токов.

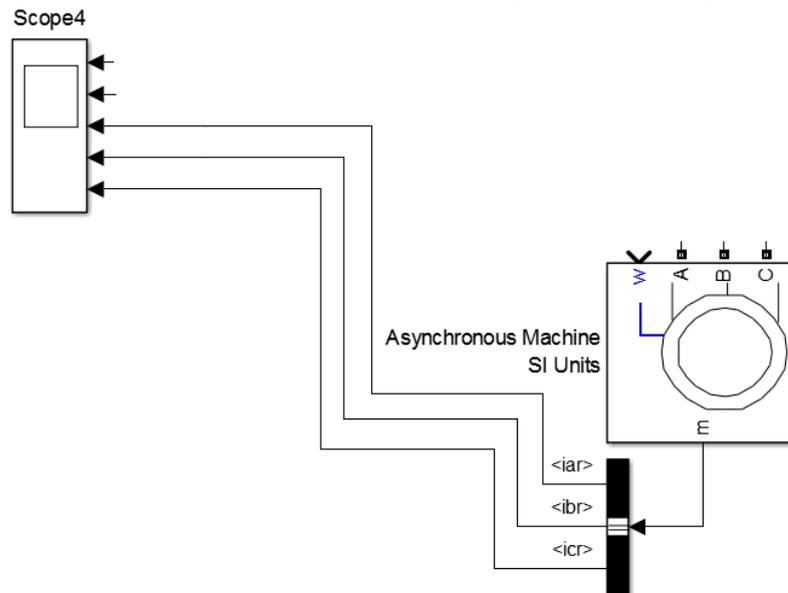


Рисунок 7 – Блок измерения токов.

Затем посредством блока BusSelector выводим каждую осциллограмму тока на отдельное окно, для удобства восприятия. На рисунке 8 изображены осциллограммы токов.

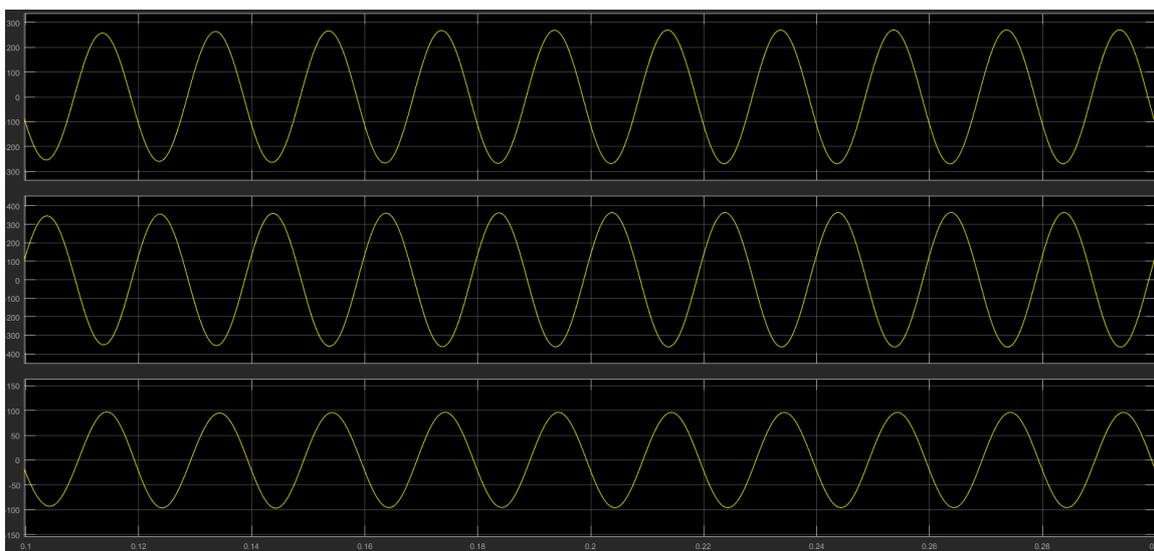


Рисунок 8 – Осциллограммы токов.

Устройством вывода информации для всех трех систем является блок Score4. Он представляет собой центральный компьютер, на который поступает вся информация обо всех происходящих в данный момент процессах.

Таким образом, была смоделирована система диагностики и управления электроприводом. Были получены все необходимые расчетные данные, которые необходимо будет учитывать при реализации данной системы.

#### Список литературы

- В.Ф. Дядик, С.А. Байдали, Н.С. Креницын. Теория автоматического управления: Учебное пособие. – Томск.: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2011. – 196с.
- В.В. Васильев, Л.А. Симак, А.М. Рыбникова. Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем MATLAB/SIMULINK: Учебное пособие. – Киев: Национальный авиационный университет. 2008. – 91 с.
- В.И. Будин, Ф.В. Дремов. Теория автоматического управления в среде MATLAB: Учебное пособие. Самара.: Самарский Государственный технический университет. 2014. – 127 с.

#### **СЕКЦИЯ №16.**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)**

#### **СЕКЦИЯ №17.**

**ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

#### **СЕКЦИЯ №18.**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

#### **СЕКЦИЯ №19.**

**НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**VR TECHNOLOGIES IN SCHOOL EDUCATION**

**Насырова С.Р., Молодовский Е.А.**

РУТ (МИИТ), РФ, г. Москва

**Introduction**

Modern world is filled by hi-tech devices, which make life easier and help with work. In many spheres, use of these devices became normal and sometimes even necessary. Education is not an exception. Many schools use electronic journals to make mark verification and attendance check easier; teachers use interactive blackboards for increasing pupils' interest in study. However, this isn't sufficient step, because children getting bored fast and they return to their gadgets. This creates an idea of using smartphones not for entertainment, but for interesting learning and the key to make this – virtual reality.

**What is VR?**

Virtual reality - the computer-generated simulation of a three-dimensional image or environment that can be interacted with in a seemingly real or physical way by a person using special electronic equipment, such as a helmet with a screen inside or gloves fitted with sensors. [1] The earliest attempt at virtual reality is surely the 360-degree murals (or panoramic paintings) from the nineteenth century. These paintings were intended to fill the viewer's entire field of vision, making them feel present at some historical event or scene (in particular, the museum - panorama "Borodinskaya Bitva").

In 1838, Charles Wheatstone's research demonstrated that the brain processes the different two-dimensional images from each eye into a single object of three dimensions. The design principles of the Stereoscope is used today for the popular Google Cardboard and low budget VR head mounted displays for mobile phones. [2] There are different virtual reality platforms:

- Google Cardboard

This platform was presented on the Google I/O in 2014. It became popular because of open-source based technology and simplicity of development. Today there are many realizations by different manufacturers in all price segments. The simplest one costs \$3 or can be made by hand. The image appears on the smartphone screen, which is installed in the helmet. The disadvantage is limit of computing power.

- OculusRift

VR-helmet which was developed in 2012 and gave impetus to progress VR-industry. The company-developer was bought by Facebook in 2014. Mark Zuckerberg called Oculus Rift the base for new generation of computer technologies. It is used with computer, which render image and transfer it to the helmet. The disadvantages are the high price and necessity of using computer.

- HTC Vive

The one of the most advanced consumer VR headset on this moment. In addition, set contains two controllers and some sensors, which placed all over the room. Thus, complete tracking of head turns, movements in space and movements of hands is provided. It is the most expensive solution on the market, although, needs a powerful computer.

- Different systems (rooms with sensors)

Also there are different more complicated immersion systems, which are either extend named above platforms or use much more advanced ways of tracking rooms (example, MotionCapture). Such systems are not considered in this article, since their cost does not allow using them universally.

**The aims of this article**

This article talks about the availability of educating using VR-technologies. The experts, teachers and students were interviewed to confirm the relevance of the VR application in schools. Based on this information, a prototype of VR application was created. Its demonstration is also presented in this article.

**Which VR is meant?**

For using in educational purposes, the most preferred option is Google Cardboard. Simplicity of the development make it possible to quickly create teaching aids that meet the teachers' needs, and cheap price will

allow using the technology at low cost. Also, a wide selection of manufacturers gives opportunity to choose a suitable solution in any price range.

It is also important to note here that, despite the fact that a smartphone is required for the functioning of this headset, this solution is still cost-effective, since:

- According to statistics, 80% of children 6-10 years old have their own smartphone and / or tablet. [3]
- The cost of modern smartphones is several times less than the cost of conventional PCs used in computer classes.

### **Possibilities of practical application of VR in education**

#### **Use of existing developments in our days**

As part of the research of the use of VR technologies in learning, an interview was conducted with the executive director and tutor of the International Innovative Educational Center Evgeny Lisichenko. There is an excerpt from the interview.

Q: How can virtual reality technologies help children perceive information? What are the pros and cons of using VR?

A: There are several aspects to the perception of information. First, today's children mostly perceive the material visually, very few students read, and moreover, many people have troubles with reading. You can visualize a fairly large amount of information to partially replace and supplement them with reading textbooks. In addition, perceive information graphically is much simpler and more interesting.

Secondly, it is difficult for many students to cope with large volumes of information without distraction. VR-glasses cut off access to most of the distractions.

Thirdly, using VR is much more pleasing to the eye. This makes the learning process more interesting, and also gives a great motivational impetus to learning.

The main disadvantage is that the delivery of material during such lessons is greatly simplified, which suppresses the ability to absorb complex material, and also deprives motivation to use alternative methods of obtaining information.

Q: For what age will VR be most effective?

A: It will be easier for students of junior classes. Their ability to adapt is much higher. But the most effective learning in VR will occur in the pupils of 8-11 grades. In these classes, children begin to learn non-obvious things. For example - formulas in chemistry, phenomena in physics, stereometry. Visualization will help not only to learn a set of formulas, but also to imagine what is behind them and how they are related to the real world.

Q: Can this be implemented? How?

A: Yes, of course. The creation of such a schoolbook is a complex process, in which a lot of specialists must be involved. But no more than, for example, in the last century when creating the same textbook on physics. Only the structure of the team will change. We need psychologists, writers, editing directors, specialists in graphics.

Q: Are there any developments in this direction now?

A: The only (known to me) non-experimental example of VR training is the practical task integrated in the course of training the VOI experts from the MIOC.

Q: Are these developments used in training now in your company?

A: As I said before, we have a practical lesson in VR in the course of training experts in the accessible environment of the VOI. Also, in our "QA" school for students of the 8th-10th grades, in separate classes VR is used for teaching in mathematics, physics, imagination, logic, and attentiveness, and individual lessons are being developed until they are collected into a single curriculum and teaching and methodological complex.

#### **Possibilities of use in modern schools**

In order to clarify the relevance of VR in schools, an interview was conducted with Belyakova Marina Alexandrovna, teacher of mathematics Lyceum № 1547, a GIA expert.

Q: What technologies (distance courses, interactive whiteboards, projectors, etc.) you and your colleagues use in training?

A: At work, we use projectors (mainly teachers humanities), electronic boards (there are almost in every room and teachers use them in their work), computer science teachers use remote form of training a lot.

Q: Do they help both children and teachers?

A: The use of electronic boards greatly saves the time of the lesson, allows to work out a lot of stuff visually with the class. Projectors help to make a lesson diverse and sometimes bright.

Q: In your opinion, is it possible to use the technology of virtual reality in modern schools?

A: I think that this technology would find its application in many lessons subjects and interested many teachers and students.

Q: Will the use of VR helps children perceive information more clearly, and teachers to deliver it?

A: Yes, I think it will be interesting, the child will be able to immerse himself in the studied object or process. The opportunity to see the subject of study "live" gives improves understanding of what is happening. I would also like the technology to be easy to use, both for the student and for the teacher.

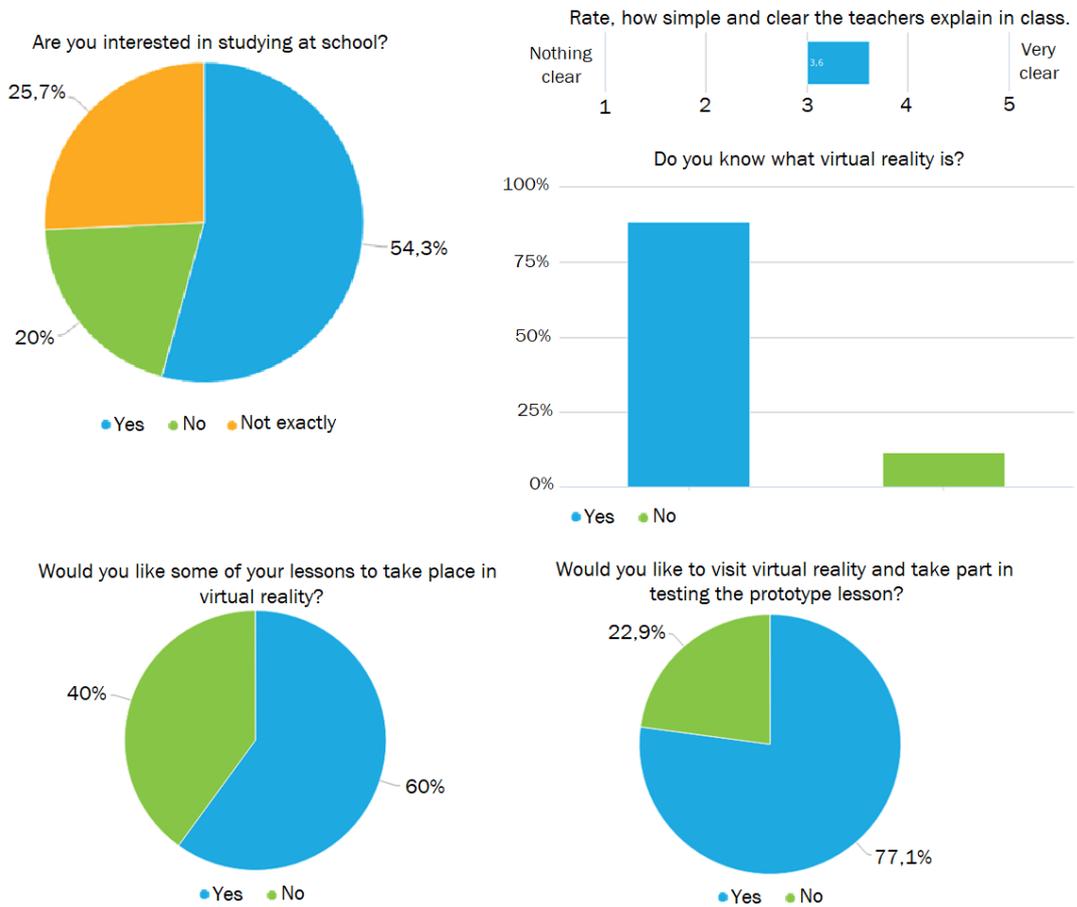
**Why this is important?**

Every year the learning by traditional textbooks lose it effectiveness because of children's obsession with virtuality and need for a large information flow. Immersion in virtual reality will involve them in the studying and approach to process creatively and in a playful way.

Technically, there are all prerequisites for rapid development this area of computer technology. Computing power of smartphones steadily grow and close to PC's every year. Thus, the limits will become less stringent and there will be an opportunity to create more advanced virtual teaching aids.

**Results of students' survey**

In order to introduce pupils with virtual reality technology and investigate their interest in using it on the lessons, an unnamed survey was conducted. About 40 students of junior and middle classes took part in the survey. The results are presented in the diagrams below.



**The idea of implementation**

The possibilities of using VR in education are very wide. In history lessons, students can go on a trip to Ancient Egypt and Ancient Greece, in biology class descend into the underwater world, and during the astronomy test find all the constellations of the North Pole themselves. To illustrate use of VR, was created an application to the history lesson on the topic "Ancient Rome". A textual and

graphic material for the lesson was selected; as a base for implementation was selected Pano2VR. The lesson describes various historical monuments of the construction and art of the Roman Empire: the Appian Way, the statues of Emperor Marcus Aurelius and the Capitoline Wolf, the Roman Forum, the column of Emperor Trajan, the triumphal arches of Emperor Titus and Emperor Septimius Severus, Coliseum, as well as the Roman invention of the prototype plumbing - aqueduct. The lesson is aimed at children of primary school age. To test the application, a small lesson was conducted for those who wished to participate in the experiment. Below are screenshots of several scenes and photos from the lesson.



Capitol Square, a statue of Marcus Aurelius



Roman Forum (green arrow - transition to the next scene)



Coliseum



Aqua-Paolo Roman aqueduct



The survey conducted after the lesson showed that children have learned most of the information (~ 83%), this form of obtaining knowledge was interesting to them, accessible and not tedious.

### Conclusion

Summing up, it is necessary to note the obvious advantages of using such a form of education:

- Low cost method to make education more interesting

Since the Cardboard platform is small in value and have a large distribution, purchasing a batch of helmets for equipment of several classes will not require large expenditures for the educational institution, and provided holesale purchase will decrease the cost of the solution several times.

- Availability of quick development.

The flexibility of technology allows you to quickly create high-quality VR study books for any subjects in any accessible form (tests, quests, educational films) using existing game engines (such as Unity3D, Unreal Engine) or

programs for creating virtual interactive tours (for example, Pano2VR, Panotour Pro). This allows you to adapt to the rapidly changing realities of modern education.

- Increasing students' interest

As follows from the surveys, not all students are interested in studying. The reason for this may be insufficient convenience of the educational material. The use of virtual reality will greatly increase the interest of students, will improve the perception of the material, and, according to teachers and psychologists, will facilitate the work of teachers.

### Список литературы

1. [https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual\\_reality](https://en.oxforddictionaries.com/definition/virtual_reality)
2. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>
3. [http://momri.org/wp-content/uploads/2018/02/MOMRI\\_a4-150DPI-TEST\\_010.pdf](http://momri.org/wp-content/uploads/2018/02/MOMRI_a4-150DPI-TEST_010.pdf)

## BLOCKCHAIN. TECHNOLOGY, IT'S CAPABILITIES AND ADVANTAGES

Улимова Н.В.

РУТ (МИИТ), РФ, г. Москва

### **How do we understand Blockchain and why we aim for it.**

For the last 10-15 years we have been using centralized distributed services. It is connected with progress of computational means. Using of distributed database is reliable, safe, data is stored on many services, and the system is constantly accessible. Centralization solves a great part of our problems, but creates many other.

To be more exact about distributed systems:

- full copy of data for each stakeholder;
- data is identical;
- automatic data synchronization based on protocol of achievements distributed consensus;
- each stakeholder has access to full story of transactions.

Within distributed systems Blockchain's technology stands out.

**Blockchain** is a network, where data about transactions cared out is arranged and fixed as chain a of connected blocks of transactions.

It complains with some limitations and rules: data is formed in blocks, blocks in chain, system isn't changeable, people can check it, this increases its value. Often when people talk about blockchain, they mean payment system Bitcoin, but it isn't fully true.

**Bitcoin** implemented on the bases of blockchain's technology, when consensus is achievement on competitive base and is based on Proof-of-Work (algorithm for protection of networks systems).

### **Blockchain's foundations.**

- Decentralization is absence of single center of control and emission.
- Distribution means that data and its processing are distributed among calculation knots.
- Confidence. Stakeholders trust the algorithms: with the help of them they safely carry out transactions, check information about other stakeholders. After confirming the information about transactions, it becomes unchanged. The system is "transparent".
- The general version of the truth is the availability of information to all network stakeholders. For example, it may be required for solution of property issue, payment issues (recovery of events).

### **Bitcoin payment system.**

Bitcoin brings us back to the cash-in-hand flow paradigm. Comparison with the purse of cash isn't accidental for several reasons. The first is the impossibility of cheating when paying. We can't pay in cash a second time, because we have already paid it. In the bitcoin system you can't pay the same cash several times, because constant check is performed by miners, when result of check is confirmation or deletion of blocks with transactions.

In order to understand other reasons, you need to know the principle of operations of cryptotice.

Criptotice is a keys pair from cryptography (digital signature): public and private. Public key is your address. You put it on the network and wait for messages. Someone applies it, when writing a message to you; other system

participants can't read it, but you decrypt the message using your private key. Conversely, I can write a message, encrypt it with a private key, and publish a message and a public key so that people can be sure that I wrote it. In the Bitcoin system the public key is the purse number, using your private key you can use your money.

**Example of system operation:** you come to the coffee house, for payment of coffee's cup you transfer the cash for its public key. At the same time, in the system is a miner, which adds your transaction to the block. After confirmation by several miners of the validity of the block with your transaction you can calmly pick up your cup of coffee.

Let's return to the reasons why bitcoin is compared to cash. Lost private key can't be recovered as well as a lost cash purse. If the keys are stolen (it happens when hacking exchanges or mobile applications), then no one can prove your right to this purse.

**Key features of Bitcoin are:**

- distributed P2P (peer to peer) system (the participant is simultaneously the server and the client);
- distribution;
- cryptographic system;
- losing a key is losing money;
- issue bitcoin is a reward for mining;
- mining is the process of confirming transactions;
- the issue will cease in the 2030s (there are discussions about what will happen after);
- the amount of bitcoin is limited to 21 million;
- long confirmation of transactions, from 10 minutes to an hour (to confirm a small transaction requires a couple of blocks after, for more serious - a maximum of 6; say that 6 blocks confirm the transaction and make it unchanged);
- the ability to automatically arbitrate transactions (transfer after confirmation of receipt of services), third-party confirmation, multiple acknowledgment.

**Mining and Issue.**

Mining is a process of confirmation of transactions and their inclusion in the global list (Blockchain). Miners compete for the right to confirm transactions by solving a cryptographic puzzle: the more the processing power of the miner, the more likely it is to win. Thus a consensus is reached, that is, the decentralization of the system.

For confirmation of transactions the miner receives commission from transactions and reward from the system. Reward is new bitcoins that the system generates. Generation is performed by formulas, so the number of bitcoins is reduced by half every several years. This is the principle of emission of the system. Over time, the importance of the commission from transactions will increase.

Mining is a system of exploitation of people who want to cash in on it. Bitcoin is robotic system, for Satoshi, the creator of Bitcoin, mining is an excellent attempt to unleash the cryptocurrency. When the Bitcoin system was launched, nothing hindered to generate 1000 000 bitcoins at once, for example. Since Bitcoin is the first crypto currency, this way of implementation would not work. The first years the developers themselves mine the bitcoins, they gradually became liquid. People became interested in the cryptocurrency and the process of its extraction and gradually began to compete in the calculations. This led to the fact that now one bitcoin costs 8000 \$. People spend huge amounts of energy for reward, although in the system the calculations can be performed on a farm or on a simple laptop. From the processing power depends only on the speed of creating blocks and the time to confirm blocks, because databases can be filled with extra constantly updated information about the state of the system.

**Risks of system.**

There are risks for stakeholders of system. The first risk is the separation of the chain into several parallel (example, network gap). The transactions of one of the chains that were spent less computing power will be canceled. The next risk ruins the trust in the network. If one computer will be more than 50% of the total processing power of the system, it can create branch of chain, and since this branch has a more power, in the future the other chain will be removed.

Bitcoin is a vivid implementation of the blockchain platform.

**Advantages of the blockchain:**

- process speed as a whole;
- transparency, that is the general version of the truth as a whole, privacy remains;
- stability, availability and reliability is a consequence of the distribution;
- cheapness that is simple technology and its support.

Technology can be used in various fields, give examples of projects under development:

- spreading information about fraudsters between organizations;
- factoring (deferred guarantee payment);
- land registers;
- management of equipment and robots.

#### **Список литературы**

1. [http://ktonanovenkogo.ru/zarabotok\\_na\\_saite/dengi/blokchejn-cto-eto-takoe-prostymi-slovami.html](http://ktonanovenkogo.ru/zarabotok_na_saite/dengi/blokchejn-cto-eto-takoe-prostymi-slovami.html)
2. <https://habr.com/company/bitfury/blog/327468/>
3. <http://www.invest-rating.ru/investments/bitcoin/>
4. <https://spb.bc.events/ru/video-2018>

#### **СЕКЦИЯ №21.**

#### **МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

## ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2018 ГОД

### Январь 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2018г.

### Февраль 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2018г.

### Март 2018г.

V Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2018г.

### Апрель 2018г.

V Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2018г.

### Май 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2018г.

### Июнь 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2018г.

### Июль 2018г.

V Международная научно-практическая конференция **«Перспективы развития технических наук»**, г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2018г.

#### **Август 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону**

Прием статей для публикации: до 1 августа 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2018г.

#### **Сентябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа**

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2018г.

#### **Октябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград**

Прием статей для публикации: до 1 октября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2018г.

#### **Ноябрь 2018г.**

V Международная научно-практическая конференция **«Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск**

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2018г.

#### **Декабрь 2018г.**

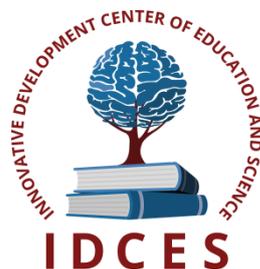
V Международная научно-практическая конференция **«Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж**

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2018г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2019г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки [www.izron.ru](http://www.izron.ru) (раздел «Технические науки»).

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ**  
**INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE**



**Проблемы и достижения в науке и технике**

**Выпуск V**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(11 мая 2018 г.)**

**г. Омск**

**2018 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Издатель Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН),  
603086, г. Нижний Новгород, ул. Мурашкинская, д. 7.

Подписано в печать 10.05.2018.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 6,2.  
Тираж 250 экз. Заказ № 053.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.