

# Вестник



# УГАТУ

## МОЛОДЕЖНЫЙ

2017. № 1 (16)



Молодежный Вестник УГАТУ

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (16) / 2017

Учредитель и издатель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-45257 от 1 июня 2011 г. и ПИ № ФС77-46326 от 26 августа 2011 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Месропян Арсен Владимирович,  
и.о. проректора ФГБОУ ВО УГАТУ, д.т.н., проф.

Члены редакционной коллегии:

Ахмедзянов Дмитрий Альбертович, д.т.н., проф.

Минасова Наталья Сергеевна, к.т.н., доц.

Елизарьев Алексей Николаевич, к.г.н., доц.

Ответственный редактор: Михайлова Александра Борисовна, к.т.н.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12, корп. 2, комн. 505, тел. 273-79-54

e-mail: mvugatu@yandex.ru

<http://www.fadet.ugatu.su/studentu/molodezhnyj-vestnik>

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	7
<b>Амиров А. А., Рахимова Г. Г., Свистунов А. В.</b> Разработка гидравлической системы копра на базе экскаватора ЕК-270.....	7
<b>Ахметов И. И., Петров П. В.</b> Исторические аспекты и перспективы развития ветроэнергетики .....	10
<b>Бугаев М. Г., Калимуллин Р. Р.</b> Стендовое испытание вихревого генератора тепла.....	18
<b>Воронов М. В.</b> Использование наноматериалов в энергосберегающих технологиях.....	21
<b>Галимов Р. С., Калимуллин Р. Р.</b> Моделирование вылета струи жидкости из форсунки .....	25
<b>Гарифуллин М. М., Калимуллин Р. Р.</b> Гидравлическая система роторного траншейного экскаватора .....	29
<b>Загидуллин В. У., Целищев В. А.</b> Проблемы импортозамещения самоходной гидрофицированной малогабаритной колесной техники .....	32
<b>Ибрагимова А. М.</b> Эксплуатирование вертолетов с водяными пушками для тушения пожаров в городских условиях .....	37
<b>Исхаков Р. Р.</b> Проблемы эффективности подачи химических реагентов.....	42
<b>Кагарманов И. А., Исхаков Р. Р.</b> Проблемы использования клапанных узлов в штанговой глубинно насосной установке.....	44
<b>Козлова А. В., Целищев В. А.</b> Применение вакуумных мини – экскаваторов.....	47
<b>Комарова М. В.</b> Инерционные воздухоочистители .....	51
<b>Копанев А. Д.</b> Сравнительный обзор боковых сверлящих кернаотборников.....	55
<b>Леонов В. В.</b> Разновидности и применение вихревых регуляторов давления .....	60
<b>Мамыкин А. Д., Петров П. В.</b> Этапы развития систем впрыска топлива в двигателях внутреннего сгорания .....	64
<b>Санкина Е. Н.</b> Сравнительный обзор каверномеров.....	70
<b>Трунова Е. О., Целищев В. А.</b> К вопросу об энергосбережении в гидросистеме двухзвенных гусеничных транспортеров.....	73
<b>Вавилов В. Е., Зарипов Э. М., Салахов А. Х.</b> Методы прямого преобразования энергии в взрывном, детонационном двигателе летательных аппаратов и устройство для их реализации .....	79

<b>Кривошеев И. А., Орлов Д. В., Субхангулов А. А.</b> Послепродажное обслуживание ГТД с использованием инструментария интегрированной логистической поддержки .....	83
<b>Чувилина М. Ю.</b> Роль информационной системы в повышении эффективности ОТС и основные требования информационных систем .....	87
<b>Аслямов И. Н., Дударева Н. Ю.</b> Решение проблем с парковкой в городе Уфа .....	95
<b>Кишалов А. Е., Ключев Н. А.</b> Анализ высотно-скоростных характеристик двигателей самолётов V поколения.....	101
<b>Вавилов В. Е., Гусаков Д. В., Меднов А. А.</b> Выпрямительный трансформатор с магнитопроводом из аморфной стали.....	107
<b>Гильманов Р. Ф.</b> Методы и средства генерации набора Word-документов для сертификации из шаблонов .....	111
<b>Дударева Н. Ю, Устимова Е. И., Ахмедзянов Д. А.</b> Исследование антикоррозионных свойств покрытий для деталей газотурбинных двигателей .....	120
<b>Устинов Н. С., Фецак С. И.</b> Система диагностики мехатронных станков с использованием искусственных нейронных сетей .....	126
<b>Борисов А. О., Устимова Е. И.</b> Определение максимальных показателей наполнения четырехтактного двигателя с впускной системой изменяемой геометрии .....	131
<b>Халилов Э. М., Сакулин Р. Ю., Фазылбаков Р. Р.</b> Расчетное определение параметров впускной системы для компрессор – форсунки .....	137
<b>Гарафутдинов Р. Р., Волкова Т. Ю.</b> Повышение надежности в сетях 6-35 кВ.....	145
<b>Ганеев Р. Ш., Зарипова А. А., Идрисов А. А.</b> Обзор систем предпускового прогрева двигателя внутреннего сгорания, подбор системы по модели двигателя и необходимой мощности подогревателя .....	150
<b>Сенюшкин Н. С., Лобов Д. Д., Губайдуллина Р. Р.</b> Анализ методов вибродиагностики роторных машин .....	154
<b>Громова М. С., Мукаева В. Р.</b> Автоматизированная система управления процессом электролитно-плазменного полирования с использованием мнемосхемы .....	159
<b>Мирсояпова А. Р., Абдулнагимов А. И.</b> Принятие решений в условиях риска на основе аналитических сетей .....	163
<b>Симонов И. С.</b> Структурный анализ стратегической карты производства сложных технических систем ответственного назначения .....	167
<b>Чебаева О. П.</b> Автоматизация процесса учета просроченных договоров с заказчиками на предприятии ‘Искра-Про’ .....	173

<b>Бикбулатов Р. И., Тимофеев А. О., Усов Н. А., Ясовеев В. Х.</b> Разработка датчиков перемещения устьевого штока скважинных штанговых насосных установок и их сравнительный анализ.....	176
<b>Гарафутдинов Р. Р., Саттаров Р. Р.</b> Применение PSCAD в лабораторном практикуме при изучении электромагнитных переходных процессов .....	180
<b>Гарипова Р. Н., Мухаметдинова О. Э., Автокротова Е. В., Ситдииков О. Ш.</b> Эволюция структуры Al-6%Mg-0,3%Sc сплава подвергнутого всесторонней изотермической ковке .....	188
<b>Даминова Э. А., Мирина Т. В.</b> Оборудование для исследования состояния опорно-двигательного аппарата человека .....	194
<b>Омельчак А. Г., Фецак С. И., Идрисова Ю. В.</b> Динамические процессы, протекающие в металлорежущем станке при высокоскоростной обработке деталей.....	198
<b>Пронин Р. В.</b> Исследование шин информационного обмена в бортовых вычислительных комплексах и системах .....	204
<b>Чуйков А. В., Вульфин А. М.</b> Система распознавания жестов .....	207
<b>ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ</b> .....	214
<b>Мигунова К. И., Дзинтер Н. В.</b> Страховой рынок России: основные тенденции .....	214
<b>Мигунова К. И., Дзинтер Н. В.</b> Предварительное исследование рынка страхования г.Уфы.....	221
<b>Каримов Т. Р.</b> Инновационный импульс стратегического управления.....	225
<b>Галяутдинова Э. Р.</b> Методологические принципы и методы исследования труда.....	228
<b>Галяутдинова Э. Р.</b> Структура социального знания о труде .....	230
<b>Ишембитова Э. А., Матягина Т. В.</b> Применение аппарата искусственных нейронных сетей для прогнозирования банкротства предприятия .....	232
<b>Ишембитова Э. А.</b> Проблемы и перспективы развития малого бизнеса в РБ.....	239
<b>Чувилина М. Ю.</b> Идентификация рисков предприятия и разработка бизнес-процесса с помощью функционального моделирования .....	243
<b>Грешнов А. С., Галимова М. П.</b> Повышение конкурентоспособности газотурбинных двигателей на основе применения перспективных технологических решений.....	249
<b>Кульков С. Ю., Самигулин Д. Н., Галимова М. П.</b> Сравнительный анализ источников финансирования инноваций на этапе НИОКР .....	256
<b>Галимова М. П., Конева К. В.</b> Оптимизация логистических издержек на этапах инновационного процесса .....	261

---

<b>Надыршин А. И., Галимова М. П.</b> Прогнозы развития транспортной и космической систем России к 2030 году: оценка реалий .....	265
<b>Иванов А. П., Миранчук О. И., Галимова М. П.</b> SMART – экономика: эффекты и технологическая сингулярность .....	270
<b>Яковлева Р. В.</b> Ассоциативная цветность текстов на немецком языке .....	275
<b>Атиева З. И.</b> Управление ликвидностью коммерческого банка с применением симплекс-метода.....	280
<b>Данилова К. В., Рувенный И. Я.</b> Нейромаркетинг как инновационное направление маркетинговых исследований .....	284
<b>Мустафин А. Р., Христодуло О. И., Юнусова А. Б.</b> Разработка подсистемы формирования отчетности в составе ГИС ‘Ислам на Южном Урале’ .....	292

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 624

### РАЗРАБОТКА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОПРА НА БАЗЕ ЭКСКАВАТОРА ЕК-270

**Амиров А. А., Рахимова Г. Г., Свистунов А. В.**

В начале строительства необходима закладка фундамента. Именно он принимает нагрузку всех конструктивных элементов, и обеспечивает устойчивость. Поэтому качественное строительство прочного фундамента – это первоочередная цель любой строительной компании. В некоторых случаях, на промышленных объектах используются свайные фундаменты. Для создания свайного фундамента наиболее распространенной машиной является копровая установка. Многообразие сваебойных копровых установок позволяет широко применять инженерную мысль и увеличивать конкурентные преимущества новой техники.

Существуют известные сваебойные копровые установки на базе железнодорожных платформ, мостовых платформ, мобильных военных платформ. Применяют также навесное копровое оборудование на гусеничных тракторах, экскаваторах и кранах, реже - на автомобильных (пневмоколесных) кранах. Для забивки свай и шпунта в воде используют плавучие копры. Навесные копры и копровое оборудование используют преимущественно в жилищном и промышленном строительстве, а рельсовые копры - в гидротехническом и энергетическом строительстве.

По степени подвижности рабочего оборудования различают копры универсальные, полууниверсальные и простые. Универсальные копры обеспечивают полный поворот платформы с установленным на ней оборудованием, изменение вылета и наклон копровой стрелы для погружения наклонных свай. Полууниверсальные копры обеспечивают либо только поворот платформы для погружения вертикальных свай, либо наклон стрелы при работе с наклонными сваями. Простые копры, к которым относится обычно копровое оборудование, не имеют механизмов для поворотных движений и наклона стрелы.

С точки зрения экономической эффективности, наиболее распространенным является решение постройки сваебойной копровой установки на базе ферменного крана, однако подобные конструкции оказались в современных экономических условиях малоэффективны и не удобны. При эксплуатации на ограниченных строительных площадках, при застройке плотно застроенных участков или при постройке объекта в сжатые сроки широкое распространение получили сваебойные копровые установки на базе полноповоротных экскаваторов[5].

Сваебойная копровая установка на базе полноповоротного экскаватора может работать в климатических условиях, в которых способна работать базовая машина (экскаватор) [6]. На модификациях сваебойной копровой установки, предназначенной для работы за полярным кругом, при температурах наружного воздуха от  $-65^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  в конструкцию гидросистемы вносятся важные дополнения такие как: подогрев рабочей жидкости от внешнего источника питания (Вебасто от 220V) дополнительное утепление кабины и укладка рукавов высокого давления в теплоизолирующие кожухи. Таким образом, незначительные изменения вносят качественные конкурентные преимущества в технические характеристики установки.

В таблице 1 приведено сравнение некоторых сваебойных копровых установок на

базе полноповоротного экскаватора.

Основной особенностью разработки является применение базовой гидросистемы, установленной на экскаватор ЕК-270. Анализ рабочих циклов сваебойной копровой установки показывает, что скоростей и усилий которые закладываются в технические характеристики экскаватора достаточно для реализации проекта без изменений насосной и регулирующей аппаратуры. Применение базовой гидросистемы снижает стоимость работокна величину стоимости покупных комплектующих.

Таблица 1

Обзор сваебойных машин на базе полноповоротного экскаватора [1, 2]

Параметры	Марка		
	ЕК-270	TesCarCF10	ЭО-4212
Максимальная масса свай, т	5	4,5	3
Максимальная длина свай, м	12	10	12
Максимальное сечение свай, мм	350x350	400x400	300x300
Скорость подъема свай, м/мин	18	16,5	20,3
Производительность, свай/смена	30-40	25-35	25-35

Для выполнения основных функций сваебойной копровой установки в гидросистему экскаватора добавлена разработанная гидравлическая система управления конструкцией сваебойной копровой установки, схема которой представлена на рисунке 1.

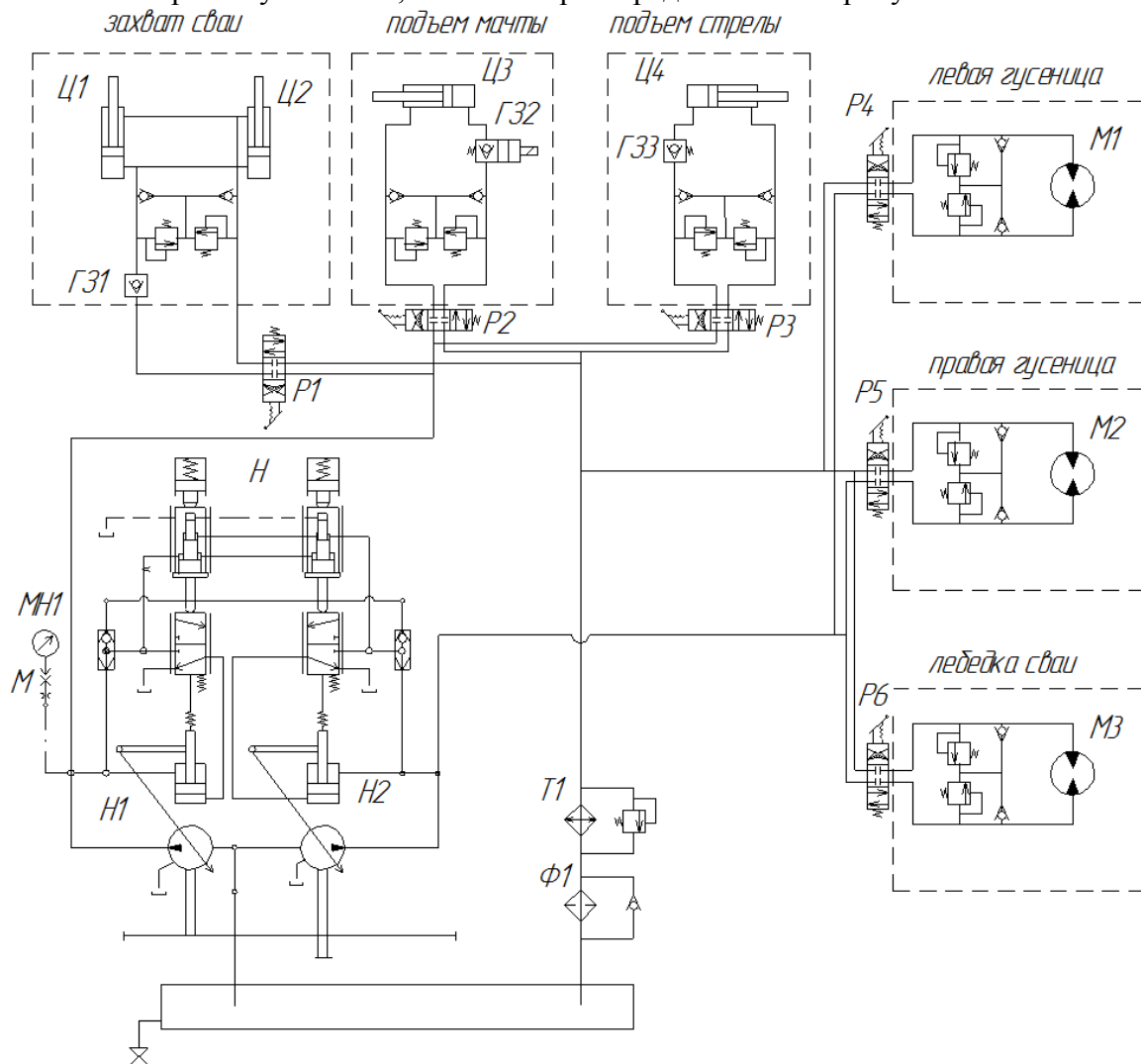


Рис.1. Принципиальная гидравлическая схема копра на базе экскаватора ЕК – 270



Принципиальная гидравлическая схема экскаватора включает гидробак, регулируемый сдвоенный насос Н. Насос Н питает гидроцилиндры захвата сваи Ц1 и Ц2, гидроцилиндр подъема мачты Ц3, гидроцилиндр подъема мачты Ц4, гидроцилиндр поворота оголовки Ц9, гидромоторы М1 и М2 управления правой и левой гусеницами, гидромотор М3 поворота платформы и гидромотор М4 управления лебедками молота.

Управление гидроцилиндрами и гидромоторами осуществляется гидрораспределителями с электронным управлением[7].

В каждой линии подвода гидроцилиндров установлены дроссели с обратным клапаном, которые ограничивают скорость опускания навесного оборудования. Жидкость очищается фильтром Ф1 и Ф2 с переливным клапаном. В напорной линии насоса Н и напорных и сливных линиях гидромотора установлены манометры МН1, МН3 и МН2 в блок питания БП, позволяющие измерять давление в линиях.

Сдвоенный насос Н состоит из двух регулируемых насосов Н1 и Н2, которые настраиваются при помощи распределителей. Когда входное давление больше выходного давления, электромагнитные распределители перемещаются и двигают шток, который в свою очередь уменьшает или увеличивает обороты в насосах.

В гидромоторе поворота платформы М4 установлены обратные клапаны, в случае выхода из строя мотора, которые идут на слив. На сливе с гидромотора установлен теплообменник.

Есть блок распределителей, отвечающий за вращение гидромоторов и блок распределителей, отвечающий за перемещение гидроцилиндров.

Данная разработка позволяет повысить мобильность, тяговооруженность, функциональность базовой машины, увеличить функциональную нагрузку и скорость выполнения рабочих операций на строительной площадке.

Гидросистема с дополнительными опциями позволяет повысить работоспособность в широкой полосе климатических зон.

Простота модернизации позволяет сократить время и необходимость покупки двух дорогостоящих машин для выполнения последовательных функций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копер на базе экскаватора ЭО-4212 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tenelspecteh.ru/odering/svaeboynoe-oborudovanie/ekskavator-s-koprovim-oborudovaniem/>– Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.12.2016).
2. Копер на базе экскаватора TesCar [Электронный ресурс].– Режим доступа: [http://www.tescar.com/cms/testo.php?id\\_testo=133828774617187](http://www.tescar.com/cms/testo.php?id_testo=133828774617187)– Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.12.2016)
3. Гидропривод и средства гидроавтоматики /Чупраков Ю.И./Машиностроение. 1979. . — 232 с.
4. Целищев В.А. Гидравлический привод и гидроагрегаты. Учебное пособие, Уфа: УГАТУ, 2008 . — 268 с.
5. Копры и копровое оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studopedia.ru/kopri-i-koprovoe-oborudovanie//>– Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.12.2016).
6. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы, Москва, 1982.
7. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем: Учебник для вузов по специальностям "Гидропневмоавтоматика и гидропривод". - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 464 с.

**ОБ АВТОРАХ**

**Амиров Алмас Азатович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

E-mail: [vip.almas1993@mail.ru](mailto:vip.almas1993@mail.ru)

**Рахимова Гулия Газизовна**, студентка кафедры ПГМ УГАТУ, профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты».

E-mail: [guliya.rakhimova@mail.ru](mailto:guliya.rakhimova@mail.ru)

**Свистунов Антон Вячеславович**, степень бакалавра по направлению «Гидравлические машины и пневмоавтоматика», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2007). Степень магистра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2009). Канд. техн. наук по тепловым и энергетическим установкам (УГАТУ, 2011).

E-mail: [Svistunoff@yandex.ru](mailto:Svistunoff@yandex.ru)

УДК 620.91, УДК 621.311.24

**ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РАЗВИТИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ**

**Ахметов И. И., Петров П. В.**

Ветроэнергетика относится к возобновляемым источникам энергии, связанная с разработкой методов и средств преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию. Такие преобразования могут осуществляться следующими агрегатами: ветрогенератор (для получения электроэнергии), ветряная мельница (для преобразования в механическую энергию), парус (для использования в судах) и др.

15 июня 2016 года мировая ветроэнергетическая промышленность отметила 10-летнюю годовщину Всемирного Дня Ветра. 2015 год стал рекордным годом для ветроэнергетической промышленности, в течение которого в мире было введено 63,467 ГВт новых мощностей. Установленная мощность глобального ветроэнергетического сектора в 2016 году достигла 432,9 ГВт, а доля в мировой электрогенерации составила 3,7%, таким образом, обогнав суммарную мощность атомной энергетики[1].

Самой первой машиной для преобразования энергии ветра в движение, был парус. Его возраст составляет около 6000 лет (еще древние египтяне плавали под парусом), это древнее изобретение обладает высоким КПД среди ветряных агрегатов по сей день.

Ветряные мельницы использовались для размола зерна в Персии уже в 200 году до н. э. Мельницы такого типа были распространены в исламском мире и в XIII веке принесены в Европу крестоносцами.

Мельницы на козлах, так называемые немецкие мельницы, являлись до середины XVI века единственно известными. Сильные бури могли опрокинуть такую мельницу вместе со станиной. В середине XVI столетия один фламандец нашёл способ, посредством которого это опрокидывание мельницы делалось невозможным. В мельнице он ставил подвижной только крышу, и для того, чтобы поворачивать крылья по ветру, необходимо было повернуть лишь крышу, в то время как само здание мельницы было прочно укреплено

на земле. Масса козловой мельницы была ограниченной в связи с тем, что её приходилось поворачивать вручную. Поэтому была ограниченной и её производительность. Усовершенствованные мельницы получили название шатровых.

В XVI веке в городах Европы начинают строить водонасосные станции с использованием гидродвигателя и ветряной мельницы: Тоledo 1526 год, Глостер — 1542 год, Лондон — 1582 год, Париж — 1608 год и так далее.

В Нидерландах многочисленные ветряные мельницы откачивали воду с земель, ограждённых дамбами. Отвоёванные у моря земли использовались в сельском хозяйстве. В засушливых областях Европы ветряные мельницы применялись для орошения полей.

Ветряные мельницы, производящие электричество, были изобретены в XIX веке в Дании. Там в 1890 году была построена первая ветроэлектростанция, а к 1908 году насчитывалось уже 72 станции мощностью от 5 до 25 кВт. Крупнейшие из них имели высоту башни 24 метра и четырёхлопастные роторы диаметром 23 метра. Предшественница современных ветроэлектростанций с горизонтальной осью имела мощность 100 кВт и была построена в 1931 году в Ялте. Она имела башню высотой 30 метров. К 1941 году единичная мощность ветроэлектростанций достигла 1,25 МВт.

В период с 1940-х по 1970-е годы ветроэнергетика переживает период упадка в связи с интенсивным развитием передающих и распределительных сетей, дававших независимое от погоды энергоснабжение за умеренные деньги.

Возрождение интереса к ветроэнергетике началось в 1970-х после нефтяного кризиса 1973 года. Кризис продемонстрировал зависимость многих стран от импорта нефти и привел к поиску вариантов снижения этой зависимости. В середине 1970-ых в Дании начались испытания предшественников современных ветрогенераторов. Позднее черномыльская катастрофа также стимулировала интерес к возобновляемым источникам энергии. Калифорния осуществила одну из первых программ стимулирования ветроэнергетики, начав предоставление налоговых льгот для производителей электроэнергии из ветра [2].

Ветрогенератор – один из самых наиболее известных, промышленных и современных методов использования энергии ветра. Принцип работы ветрогенератора (рис. 1) заключается в следующем: потоки ветра, обтекая лопасти, приводят их в движение, а лопасти, в свою очередь, заставляют вращаться ротор. Вращение роторного вала передается на генератор через редуктор. Генератор вырабатывает переменный ток, который выпрямляется с помощью контроллера. Постоянный ток, произведенный на контроллере, используется для зарядки аккумуляторов. К аккумуляторам подключается инвертор, который служит для преобразования постоянного напряжения аккумуляторов в переменное однофазное напряжение 220 В 50 Гц или трехфазное — 380/220 В. Полученные напряжения используются потребителем для питания нагрузки.

Что же касается классификации ветрогенераторов, то количество их видов поражает. С каждым годом появляются более новые разновидности ветряков, которые отличаются друг от друга конструкцией, геометрией лопастей, регулированием, автоматизированностью и многими другими свойствами, дающие преимущество над другими видами. Наиболее основная классификация представлена на рисунке 2, но это отнюдь не всё. Самым популярным, классическим и наиболее распространенным видом является горизонтальный трёхлопастной ветрогенератор. У каждого человека, наверняка, слово «ветрогенератор», ассоциируется именно с таким ветряком.

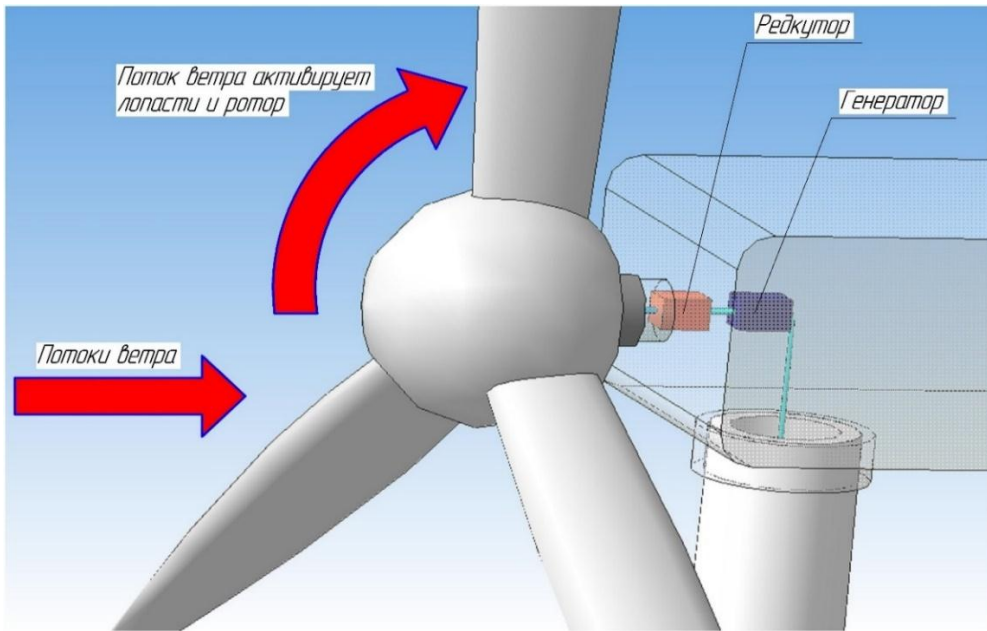


Рис. 1. Принцип работы ветрогенератора

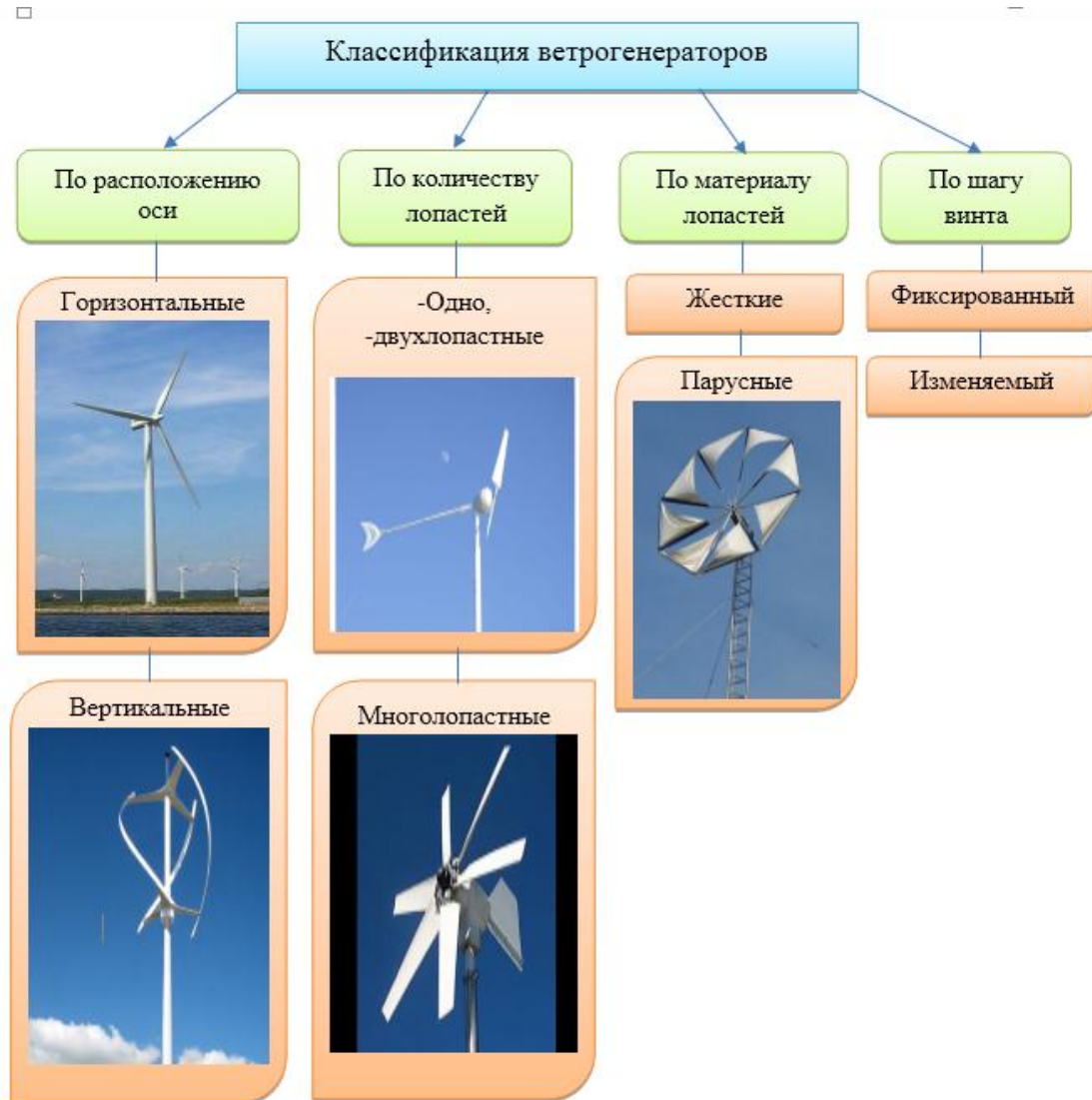


Рис. 2. Классификация ветрогенераторов

Что же касается состояния современной ветроэнергетики и его перспектив развития, то это уже отдельный вопрос, и порой даже немного болезненный. Если рассматривать историю ветроэнергетики от конца XIX века, то можно сделать вывод, что она никогда не развивалась (бурно) ни линейно, ни по экспоненте или по-другому математическому закону. Развитие происходило периодически, объяснить это можно, к примеру, двумя событиями: первый нефтяной кризис в 1973-1974-х годов и Чернобыльская катастрофа 1986 года. Естественно, мысль о том, что нефть когда-нибудь закончится, заставила людей прибегнуть к альтернативным видам источникам энергии, в том числе и к энергии ветра. Авария Чернобыльской АЭС ещё сильнее взбудоражила людей, т.к. уже были затронуты проблемы экологии. Это событие дало новый толчок в развитии возобновляемых источников энергии.

В принципе, ветроэнергетика развивается вполне нормально, но широкого промышленного применения она не добилась, как это получилось у нефтяной и газовой промышленности. Многие конспирологи считают, что крупные нефтяные компании мешают полностью раскрыть потенциал альтернативных источников энергии. Данное явление получило название “энергетический заговор”.

Промышленно развитые страны остро нуждаются в энергии. Ее потребление увеличивается с каждым годом так же, как и цена. А что, если энергия вдруг станет дешевой и доступной каждому в неограниченном количестве? Крупным компаниям — мировым поставщикам дорогостоящего топлива — это грозит разорением! И чтобы мир оставался в зависимости от самых дорогих традиционных видов энергии, возник тайный заговор — энергетический.

Такой заговор возник ещё во времена Николы Тесла. Американский физик Уильям Лайн открыто заявил об утаивании разработок Николы Теслы. Он подробно описал в своих статьях загадочный источник питания, созданный ученым, — дешевый и доступный каждому. «...Но тогда мир вокруг нас будет окружен личными летающими тарелками, без дорог и границ! — утверждал Лайн. — Это уничтожит нефтяную и автомобильную промышленность и, к тому же, лишит правительства возможности контролировать свой народ. ЦРУ и НАСА жестоко пресекают распространение таких технологий, используя тактику гестапо».[3]

Существуют и многие другие ученые и изобретатели, которые создают уникальные устройства, способные поднять развитие цивилизации на новый уровень. Но смогут ли они получить промышленное применение в будущем? К примеру, в дальнейшем хочется рассказать о группе французских инженеров, которые придумали изобретение в области ветроэнергетики — дерево, способное вырабатывать энергию.

Искусственное дерево (Рис. 3), способна генерировать электричество с помощью ветра. Устройство работает бесшумно и производит энергию даже при небольшом движении воздуха. Автор проекта WindTree Жером Мишо-Ларивьер, основатель стартап-компании, которая планирует начать продажи экологически чистой электростанции в 2016 году, рассказывает: «Идея пришла ко мне в голову, когда я наблюдал шелестение листьев в безветренную погоду. Энергия берется из воздуха и переводится в ватты».

Как пишет DailyMail, устройство использует небольшие пластины в форме скрученных листьев, которые преобразуют ветряную энергию в электрическую. При чем независимо от направления движения воздуха. Дополнительное преимущество «дерева» заключается в его полностью бесшумной работе.

На создание 8-метрового прототипа инженеры потратили три года. Энергогенерирующее «дерево» установлено в коммуне Плюмер-Боду на северо-западе Франции. Изобретатель надеется, что однажды такие генераторы появятся в частных дворах и на городских улицах. Стоимость одного WindTree составляет около 30 тысяч евро.

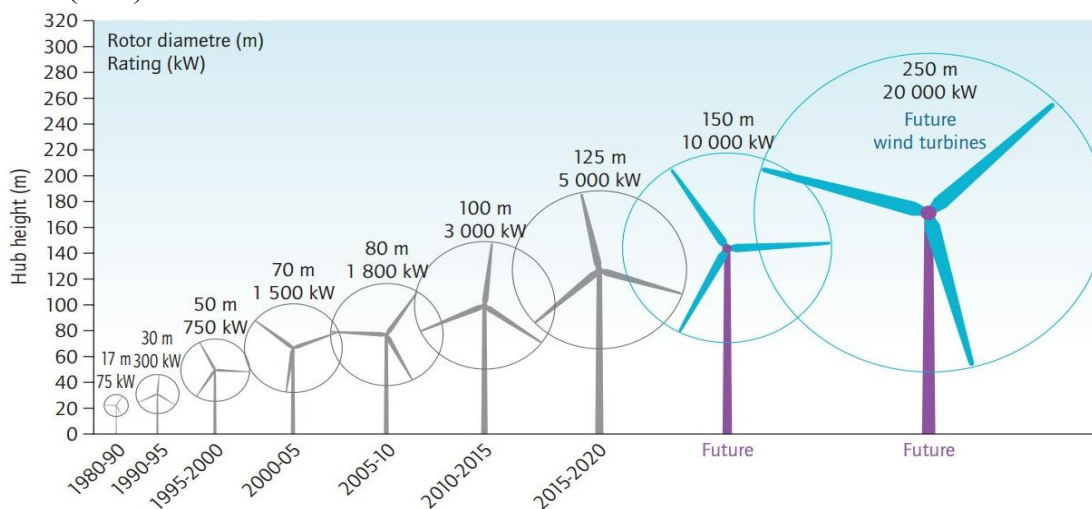
Сообщается, что новая установка эффективнее обычного ветрогенератора, поскольку вырабатывает энергию даже при скорости ветра всего 4 м/с. Мишо-Ларивьер надеется, что «дерево» будет использовано для питания уличных фонарей или зарядных

станций для электромобилей. В будущем он планирует усовершенствовать установку и подключить ее к энергоэффективным домам.[4]



Рис. 3. Энергогенерирующее «дерево»[4]

В любом случае, какие бы препятствия не возникали на пути ветроэнергетики, она всё равно развивается, хоть и не бурно. Предлагаю рассмотреть как менялись ветрогенераторы с 1980 до 2016 года, а также прогнозы изменений ветряков примерно до 2030 года (рис. 4). По рисунку можно сделать вывод: единичная мощность (кВт-кВт) ветряков увеличивалась прямо пропорционально её габаритам – высота мачты и диаметр лопастей (м-м).



Source: adapted from EWEA, 2009.

Рис. 4. Изменение ветрогенераторов с 1980 года[5].

Мировое энергопотребление с каждым годом все больше использует возобновляемые источники энергии. Рассмотрим диаграмму энергопотребления (Рис.5). Если ВИЭ в 2001 году составляли лишь 1,3% от всей энергетики, то к 2020 планируется сделать долю потребления до 30%. При этом ветроэнергетика занимает первое место среди остальных альтернативных источников энергии, составляя половину доли ВИЭ – 15%. Как видно из диаграммы, ВИЭ опережает нефтяную энергетику и идет нога в ногу с газовой энергетикой, а к 2030-40 годам, наверняка, альтернативные источники, в основном ветро- и гелиоэнергетика, полностью опередят остальные традиционные источники энергии.

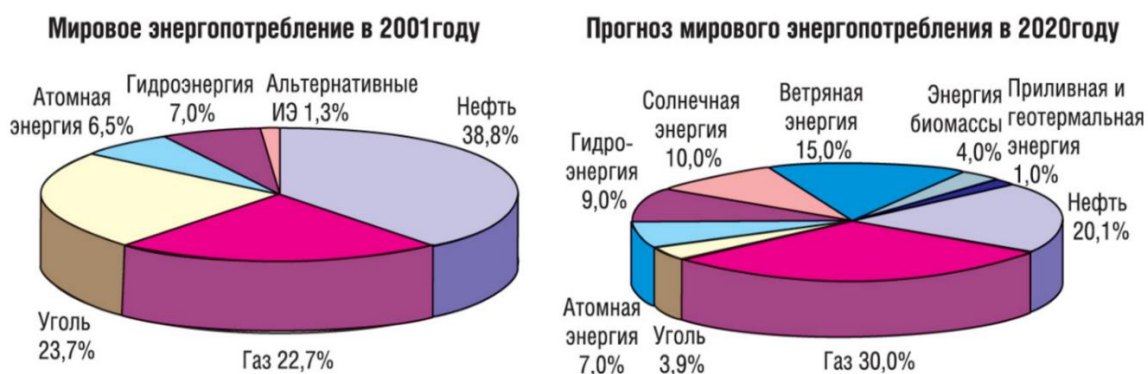


Рис. 5. Диаграмма энергопотребления 2001 и 2020 годов[6].

Потенциал энергии ветра в мире огромен. Теоретически эта энергия могла бы удовлетворить все потребности Европы. Последние инженерные успехи в строительстве ветровых генераторов, способных работать при низких скоростях, делают использование ветра экономически оправданным. Однако, ограничения на строительство ВЭС, особенно в густонаселенных районах, значительно снижают потенциал этого источника энергии.

Стоимость ветровой энергии снижается на 15% в год и даже сегодня может конкурировать на рынке, а главное – имеет перспективы дальнейшего снижения в отличие от стоимости энергии, получаемой на АЭС (последняя повышается на 5% в год); при этом темпы роста ветроэнергетики в настоящее время превышают 25% в год. Использование энергии ветра в различных государствах набирает силу. Опыт освоения энергии ветра в развитых государствах показывает, что наиболее оптимальными являются ветроустановки мощностью более 100 кВт, особенно в диапазоне 200—500 кВт. При этом в Дании, например, стоимость 1 кВт·ч. электроэнергии, произведенной на ветроэлектростанции, дешевле, чем на теплоэлектростанции.[8].

Главной темой Конгресса ветровой энергии 21 октября 2016 года в Шанхае стала презентация нового исследования Всемирного совета по ветроэнергетике, в котором представлены сценарии развития отрасли на период от 2020 года до 2050 года. Авторы исследования подсчитали, что через четыре года суммарная мощность ветровых станций будет колебаться от 650 ГВт до 850 ГВт, а к 2030 году этот показатель вырастет до 2000 ГВт и обеспечит 20% потребности мировой экономики в энергии. По словам председателя Конгресса ветровой энергии Мартена Дулхона, к 2030 году в отрасли будет задействовано 2,4 млн человек. Нарастивание ветровых мощностей снизит уровень выбросов углекислого газа более чем на 3,3 млрд тонн.

«К 2050 году мир получит 5,806 ГВт ветровой энергии, которая на 40% удовлетворит потребность человечества в энергетических ресурсах», — заявил генеральный секретарь Всемирного совета по ветроэнергетике Стив Сауер. За последние 10 лет средняя цена за киловатт ветровой энергии снизилась почти на 60%. Рекордсменом по падению стала Дания, где доля потребления ветроэнергии составляет более 30% от всех видов источников возобновляемой энергии.

«В настоящее время Дания является лидером по разработке, производству и использованию ветровых электростанций – 90% ветровых турбин в мире установлены датскими компаниями. Это доказывает, что ветровая энергетика не только экологически безопасна, но и ещё и приносит прибыль», — утверждает профессор Технологического института Сиднея (Австралия) Свен Тески.

Ветроэнергетика наращивает темпы роста не только в Европе, но и в странах Азии и Латинской Америки. Наибольший прорыв совершила Бразилия, которая за прошедший год выработала 10 МВт. По данным исследования Всемирного совета по ветроэнергетике, за 2015 год на ветровые электростанции в мире было потрачено €110 млрд, больше половины из которых (€68 млрд) пошли на разработки нового оборудования. По прогнозам совета, в 2020 году уровень вложений в отрасль составит €155 млрд, а к 2030 году — €200

млрд.

Сегодня энергию ветра используют более 80 стран мира. Лидер — Китай, суммарная мощность ветровых установок Поднебесной в 2015 году составила рекордные 145,362 МВт. Следом идут США (74,471 МВт), Германия (44,947 МВт) и Индия (25,088 МВт). «Ветровую энергетику необходимо развивать, так как инвестиции в эту отрасль быстро окупаются. Кроме того, полноценная газификация некоторых регионов России — например Чукотки — затруднительна по причине сложных климатических условий», — сообщил RT директор Института проблем нефти и газа Анатолий Дмитриевский.

В России доля потребления возобновляемых энергетических источников составляет всего около 1%. Крупнейшая ветростанция — Донузлавская ВЭС (Крым) — вырабатывает ежегодно около 18,7 МВт. Ещё один комплекс из шести ветростанций расположен в районе посёлка Куликово Зеленоградского района Калининградской области (суммарная мощность 5,1 МВт). Российские власти планируют увеличить мощности ветряных энергий к 2024 году до 3600 МВт[5].

Российская ветроэнергетика пока находится только в начале своего пути - первый ветропарк планируется построить только в 2018 году. Отрасли не хватает средств для инвестиций. Да и поставить ветряк к себе на участок пока дорого. Однако перспективы неплохие - уже к 2024 году планируется до 3,6 гигаватта электроэнергии потребителям передавать с ветровых станций.

В соответствии с соглашением, первый совместный проект двух компаний по строительству ветропарка мощностью 35 МВт будет реализован в Ульяновской области уже в 2017 году. По словам Морозова, регион станет первой в России площадкой, где начнется реализация проекта по строительству ветропарка. Необходимый промышленный потенциал в развитии возобновляемой энергии в области есть.

«Об этом свидетельствуют результаты ветроизмерения, которые проводились у нас в 2012—2014 годах. Коэффициент использования энергии ветра составляет 33–37% — это очень хороший коммерческий показатель. В декабре прошлого года Россия подписала первое соглашение с финской корпорацией «Фортум» на строительство ветропарка мощностью 35 Мегаватт. Сегодня сделан второй очень серьезный шаг — между Роснано и «Фортум» заключено новое соглашение, предусматривающее создание парка ветрогенерирующих мощностей в течение ближайших лет общей мощностью в несколько сотен мегаватт. В связи с этим ведутся переговоры по строительству в Ульяновске второй очереди ветропарка общей мощностью 300 МВт. И, наконец, третьим шагом в работе стало создание консорциума инвесторов, институтов развития и технологических компаний Ульяновской области для инвестиционной проработки и обоснования производства компонентов ветроустановок», — заявил губернатор[9].

Почему большинство стран активно занялись ветроэнергетикой? Сегодня развивать ветроэнергетику удастся за счет появления высокотехнологичных материалов, которые отличаются легкостью и прочностью, различными способами регулировки скорости вращения генераторного вала, а также за счет появления множества компаний, которые занимаются производством ветрогенераторов и ветряных электростанций. Если посмотреть на то, как в мире используют ветроэнергетику, то лидерство получит Китай. Второе место по применению ветроэнергетики занимают Соединенные Штаты Америки. Третье место по развитию ветроэнергетики принадлежит Германии. Изучив материал, можно сделать вывод, что наиболее активно ветроэнергетикой занимаются в европейских странах. К сожалению, на данный момент, Россия по развитию ветроэнергетики располагается в четвертой десятке. Все дело в том, что значительно раньше Россия занималась получением энергии посредством развития традиционных источников энергии. Несмотря на всё это, ветроэнергетика будет развиваться, чем дальше, тем все активнее, так как цена на полученную с ее помощью энергию постоянно понижается.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мировые ветроэнергетические рекорды и пробуждение постсоветских стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oilreview.kiev.ua/2016/06/25/mirovye-vetroenergeticheskie-rekordy-i-probuzhdenie-postsovetskix-stran/>– Заглавие с экрана – (дата обращения 11.12.16)
2. История ветроэнергетики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gisee.ru/articles/windenergy/24528/>– Заглавие с экрана – (дата обращения 11.12.16)
3. Бесконечная война за энергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://virtoo.ru/almanach/nepoznannoe/beskonechnaya-vojna-za-vechnuyu-energiyu.html>– Заглавие с экрана – (дата обращения 16.12.16)
4. Ветровые турбины в форме деревьев будут установлены в Париже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/veter/vetrovye-turbiny-v-forme-derevev.html>– Заглавие с экрана – (дата обращения 16.12.16)
5. Electrifying the future [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.dnvgl.co.uk/technology-innovation/broader-view/electrifying-the-future/third-generation-wind-power.html>– Заглавие с экрана – (дата обращения 23.12.16)
6. Альтернативная энергетика и электротранспорт - будущее силовой электроники. Ветроэнергетика. Гибридный и электрический привод автомобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rlocman.ru/review/article.html?di=53562>– Заглавие с экрана – (дата обращения 23.12.16)
7. Основы энергосбережения. Ветроэнергетика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://msd.com.ua/osnovy-energoberezheniya/vetroenergetika/>– Заглавие с экрана – (дата обращения 23.12.16)
8. Новости ВИЭ от 25.10.2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://altenergiya.ru/novosti/novosti-vie-ot-25-10-2016.html>– Заглавие с экрана – (дата обращения 27.12.16)
9. Ветер в поле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2016/12/05/pervyj-v-rossii-vetropark-postroi-at-k-2018-godu.html>– Заглавие с экрана – (дата обращения 27.12.16)

## ОБ АВТОРАХ



**Ахметов Ильвир Ильмирович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [ahmetov-ilvir10@mail.ru](mailto:ahmetov-ilvir10@mail.ru)



**Петров Павел Валерьевич**, ученый секретарь Совета ФАДЭТ УГАТУ. Доцент кафедры ПГМ. Канд. техн. наук по гидравл. машинам и гидропневмоагрег. (УГАТУ, 2009). Иссл. в обл. гидромехан. систем автоматики ЛА и двигательных установок.

e-mail: [pgl.petrov@mail.ru](mailto:pgl.petrov@mail.ru)

## СТЕНДОВОЕ ИСПЫТАНИЕ ВИХРЕВОГО ГЕНЕРАТОРА ТЕПЛА

Бугаев М. Г., Калимуллин Р. Р.

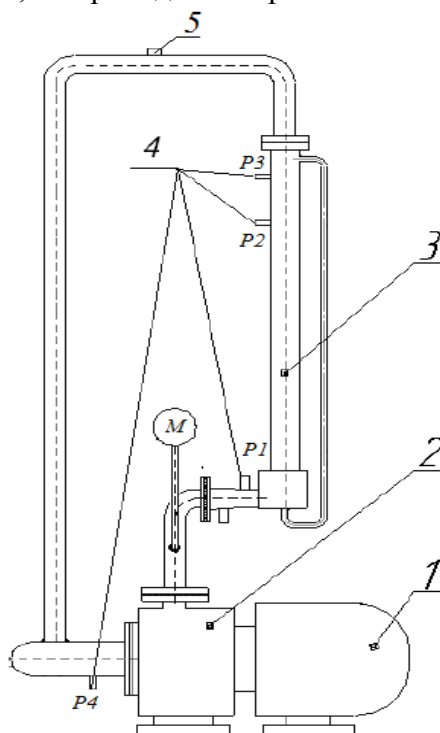
Рост цен на электричество, газ и дизельного топлива – всё это ставит перед необходимостью искать иные способы получения тепловой энергии для потребления. Одним из оборудований нетрадиционного получения тепловой энергии является вихревой теплогенератор.

Вихревой теплогенератор (ВТГ) – оборудование, использующее закрученные потоки сплошной среды и преобразующее их в тепло. Теплогенераторы можно использовать в жилищно-коммунальном секторе для отопления, для разогрева жидкости или газа и подачи вещества до потребителя в условиях низких температур.

Основными преимуществами генераторов тепла на вихревой основе являются: экологичность, компактность, простота устройства, взрыво- и пожаробезопасность, возможность работы в автоматическом режиме и на неподготовленных и агрессивных жидкостях, а также отсутствие отложений и накипи на внутренних стенках системы отопления.

В качестве недостатков, по сравнению с электрическими котлами, следует отметить большую удельную массу ВТГ, кавитационное разрушение элементов генератора, повышенную вибрацию и шум, невозможность плавной регулировки тепловой мощности. По данным сравнительного анализа единица тепловой мощности ВТГ на рынке стоит в десятки раз больше, чем у ближайшего аналога – электрического котла. [1]

В настоящее время существует множество предприятий, выпускающих вихревые теплогенераторы с заявленными характеристиками. Производители и научные деятели по данной тематике выпускают свои оборудования и научные труды, уже с окончательными параметрами и характеристиками, не приводя экспериментальные данные для сравнения.



**Рис. 1.** Экспериментальная установка:

1 – электродвигатель; 2 – центробежный насос; 3 – вихревая труба; 4 – точки регистрации давления и температуры; 5 – предохранительный клапан [2]

С целью приведения экспериментальных исследований для дальнейшего анализа на базе кафедры прикладной гидромеханики Уфимского государственного авиационного технического университета была разработана установка, оснащенная системой измерения гидродинамических параметров, для проведения экспериментальных исследований (рис.1).

Экспериментальная установка объемом рабочей жидкости  $0,02 \text{ м}^3$  включает в себя электродвигатель 1 мощностью 15 кВт, центробежный насос 2 напором 7 м, вихревую трубу 3. В системе предусмотрен предохранительный клапан 5, который спускает жидкость при повышении давления в  $1,216 \cdot 10^6 \text{ Па}$  (12 атм).

Данная установка позволила получить гидродинамические и тепловые параметры теплогенератора, которые в дальнейшем требуют анализа.[2]

В результате экспериментального исследования удалось нагреть жидкость объемом  $0,02 \text{ м}^3$  до  $82,5^\circ\text{C}$  за 433с. Рост температуры происходит практически линейно (рис. 2).

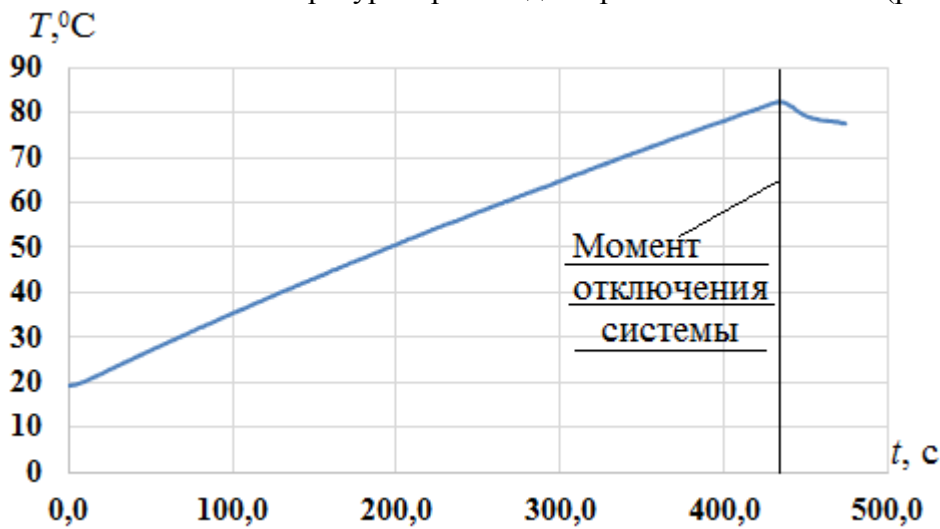
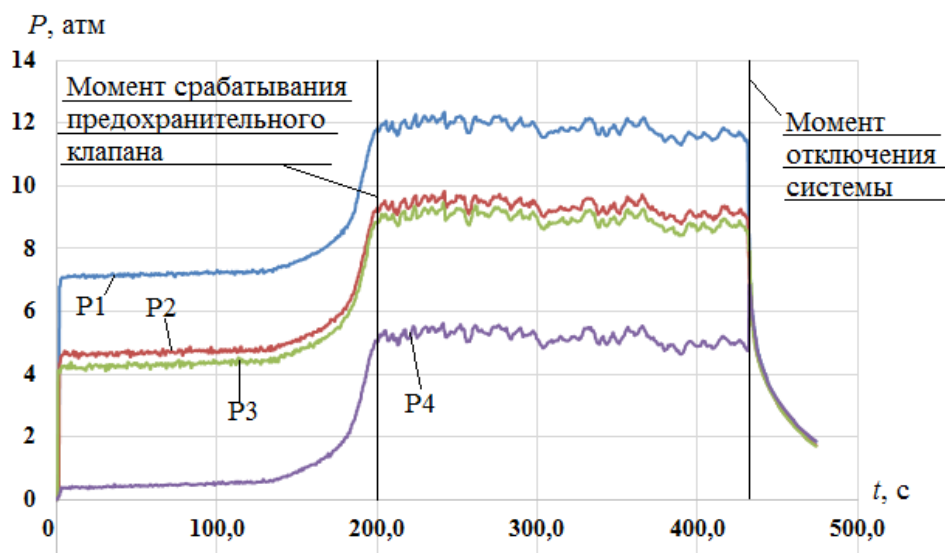


Рис.2. Результаты экспериментальных исследований по температуре

Линейный рост температуры ( $0,25^\circ\text{C}$  за 1,7 с) относительно участка давления (на рис.2, рис.3) с 0 до 140 с связан с постепенным заполнением полостей пузырьков газа жидкостью, оставшихся при быстром заполнении установки рабочим телом. Повышенный рост температуры ( $0,29^\circ\text{C}$  за 1,7 с) и резкое возрастание давления (на рис.2, рис.3) на участке 140 до 200 с характеризуется тем, что жидкость полностью заняла рабочие полости установки и начинает расширяться. Безграничному росту давления в системе, с ростом температуры ( $0,28^\circ\text{C}$  за 1,7 с), противодействует клапан предохранительный, который настроенный на давление в  $1,216 \cdot 10^6 \text{ Па}$  (12 атм). С 200 с и до отключения система работает при открытом клапане (сброс лишнего давления). Участок имеет форму «пилообразной кривой» в связи с малой чувствительностью клапана на изменение давления.



**Рис.3.** Результаты экспериментальных исследований по давлению

В результате исследования получены гидродинамические параметры на различных участках вихревого генератора тепла. Выявлены зоны наиболее интенсивного роста температуры и давления. Интенсивность нагрева жидкости в данном теплогенераторе составляет  $0,25 \div 0,29^{\circ}\text{C}$  за один цикл, который составляет 1,7 с. Данный анализ установки даёт возможность в дальнейшем использовать полученную информацию для продолжения исследования течения жидкости в вихревом теплогенераторе, а именно, разработка математической модели для выявления параметров, влияющих на нагрев жидкости в рабочих полостях экспериментальной машины.

Для разработки и верификации математической модели требуется произвести численное моделирование гидродинамических процессов вихревого генератора тепла с применение современных пакетов прикладных программ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрика своими руками/Генератор/Вихревой кавитационный теплогенератор – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/generator/vixrevoj-teplogenerator.html>
2. Ахметов Ю.М., Калимуллин Р.Р., Хакимов Р.Ф., Целищев В.А. Экспериментальные исследования вихревого течения жидкости в теплогенераторе // Вестник УГАТУ, 2011. – №4(44). – С. 169-174.

### ОБ АВТОРАХ



**Бугаев Максим Геннадьевич**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [bugai1294@mail.ru](mailto:bugai1294@mail.ru)



**Калимуллин Радик Рифкатович**, доцент каф. прикл. гидромеханики. Дипл. инж. тех. и технол. по энергомашиностроению (УГАТУ, 2008). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2013). Иссл. в обл. высоконапор. многофаз. течения жидкости.

e-mail: [ugatu\\_pgm@mail.ru](mailto:ugatu_pgm@mail.ru)

УДК 621.793

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

**Воронов М. В.**

Сегодня очевидно, что без развития наноматериалов немислимо формирование инновационной экономики в нашей стране, закрепление ее позиций в качестве одной из ведущих мировых держав. В выступлениях Президента и Председателя Правительства России неоднократно подчеркивалась необходимость ускоренного развития нанотехнологической сферы. В XXI веке мир стоит на пороге новой научно-технологической революции, которая связана прежде всего с нанотехнологиями.

С уверенностью можно сказать, что у российской науки, бизнеса и промышленности есть мощный потенциал для быстрого продвижения по этому стратегическому направлению формирования инновационной экономики. Отечественные исследовательские центры по результатам своих научных разработок не уступают мировому уровню исследований в этой сфере.

Всплеск интереса к наноматериалам общеизвестен и достаточно обоснован как с практической, так и с теоретической точки зрения. Он крайне важен и перспективен, так как традиционные технологические приемы конструирования структуры вещества на макро- и мезоуровнях, особенно без изменения элементного состава на уровне ядер и атомных остовов, уже практически себя исчерпали и не могут решить проблему получения материалов с комплексом качественно новых свойств, требуемых современной промышленностью [1].

Впервые это научное направление обозначил Нобелевский лауреат по физике Ричард Фейнман в своей лекции с образным названием «внизу полным-полно места», прочитанной в 1969 году, в которой он обосновал практически неограниченные перспективы материалов и устройств, построенных на частицах с размерами, соизмеримыми с размерами единичных атомов или молекул, а интенсивное развитие этого направления уже в настоящее время привело к целому ряду открытий в естествознании и технологии.

Президентская инициатива «Стратегия развития nanoиндустрии», утвержденная Президентом Российской Федерации 24 апреля 2007 г., является ключевым документом по организационному обеспечению государственной политики развития nanoиндустрии в Российской Федерации. Как отмечается в Стратегии, в XXI веке nanoиндустрия будет определять прогресс и состояние дел во всех областях человеческой деятельности. Разделяющие эту парадигму государства, а это все без исключения экономически развитые и ведущие развивающиеся страны, уже приступили к активному развитию соответствующих секторов национальных экономик, поскольку, как и в других важнейших для развития человечества областях, нанотехнологии – естественное поле для жесткой конкурентной борьбы за лидерство на мировом рынке, который сегодня оценивается в 700

млрд. долларов США, а к 2015 году может достичь 1,5 трлн. долларов, за обеспечение национальной безопасности и обороноспособности страны, которое, как показывают практика, вскоре будет немислимо без использования нанотехнологий.

Для активного участия в этой «нанотехнологической гонке» Россия располагает весомым научным заделом. Во всех критических для ускоренного развития нанотехнологий областях – материаловедении и электронике, биологии и атомной физике очень значимый вклад был внесен именно нашей страной. В мире общепризнаны исследования российских ученых в области гетеропереходов, синхротронного излучения, биодиагностики, углеродных структур.

Разработка и использование наноматериалов в энергоресурсосберегающих технологиях являются на сегодняшний день первоочередной задачей, одним из приоритетных направлений политики передового мирового сообщества.

Как отмечает ряд авторов, в частности, Н.В. Шашкин в монографии «Энергосберегающие технологии и аппаратные комплексы для смешения и формирования партий гранулированных материалов», энергоёмкие процессы в различных областях промышленности, химии и других производствах во многих случаях являются серьезной проблемой на пути достижения требуемого результата [2].

Как известно, потенциал энергоресурсосбережения большинства предприятий огромен. По некоторым оценкам он достигает 40% от текущего уровня потребления энергии. А жизненный цикл (ресурс) многих видов техники и оборудования с помощью современных технологий восстановления может быть продлен в несколько раз.

Нанотехнологии предоставляют возможности существенного улучшения использования традиционных источников энергии (ископаемое и ядерное топливо) и возобновляемых источников энергии, таких как геотермальная энергия, энергия солнца, ветра, воды и биомасс. К примеру, нанопокрывание на зондовых измерительных установках позволяет увеличить срок службы и точность проб нефти и природного газа, тем самым сокращая расходы производства.

Другим примером успешного использования наноматериалов в энергоресурсосбережении могут служить высокомошные наноматериалы, применяемые для производства более легких и износостойких роторных лопастей ветровых установок, а также в виде защитного слоя, увеличивающего долговечность и устойчивость к коррозии деталей, испытывающих большую механическую нагрузку (втулки, зубчатые редукторы).

Нанотехнологии в форме фотоэлектрических систем будут играть решающую роль в интенсивном использовании солнечной энергии. В случае с традиционными кристаллическими кремниевыми солнечными батареями, например, увеличение эффективности достигается добавлением основанного на нанотехнологиях антиотражательного слоя, увеличивающего объем поглощаемого света. Огромное значение наноматериалы играют в разработке альтернативных видов фотоэлементов, таких как тонкослойные фотоэлементы (кремниевые, медные, селеновые), а также полимерные фотоэлементы, которые получают значительные преимущества при использовании наноматериалов при их производстве. Известно, что полимерные фотоэлементы имеют высокий потенциал, особенно в сфере электропитания портативных электронных устройств, благодаря оптимальной цене материалов и производственных методов, а также гибкой архитектуре.

Среди среднесрочных целей развития нанотехнологий в этой сфере следует отметить увеличение производительности на 10% и срока службы на несколько лет. В первую очередь подразумевается использование наноматериалов в конструировании слоя и структуре органических полупроводниковых смесей. В конечном итоге, использование нанотехнологий, таких как квантовые точки и проволоки, позволят повысить эффективность фотоэлементов на 60% [3].

Превращение источников первичной энергии в электричество, тепловую и кинетическую энергию требует предельной эффективности. Увеличение эффективности,

особенно на тепловых электростанциях и энергетических установках, функционирующих на ископаемом топливе, поможет избежать выбросов значительных объемов углекислого газа.

Более высокая производительность энергетических установок требует более высоких температур функционирования, т.е. более жаростойких турбинных материалов. Этого можно достичь путем использования наноразмерных слоев защиты от коррозии и высоких температур, применяемых на турбинных лопастях электростанций и авиационных двигателей. Практические результаты в этой области достигнуты немецким доктором технических наук Маттиасом Очснером [4].

Оптимизированные при помощи нанотехнологий мембранные фильтры способны расширить диапазон возможностей сепарации и обеспечить условия хранения углекислого газа, не оказывающие негативного влияния, при производстве электроэнергии на каменноугольных тепловых электростанциях, что позволит сделать этот важный метод производства электроэнергии более экологичным в долгосрочном плане. Выработка электроэнергии при преобразовании химической энергии посредством тепловыделяющих элементов также может быть повышена за счет наноструктурированных электродов, катализаторов и мембранных фильтров, что приведет к более экономичному использованию автомобилей, зданий и мобильной электроники. Разработками в этой области весьма спешно занимаются такие ученые как Томас Лэйсен и Марк Гринберг [5].

Многообещающим является и применение наноструктурированных полупроводников в преобразовании термоэлектрической энергии, в частности, в целях повышения эффективности использования отходящей теплоты в автомобилях и даже человеческом теле (тепла человеческого тела достаточно для обеспечения энергией портативной электроники). Значительные результаты в этой сфере были получены Институтом Микротехнологий (Fachhochschule Wiesbaden – Institute for Microtechnologies) [6].

Что касается сокращения энергопотерь при передаче электротока, существует вероятность, что невероятная электропроводимость таких наноматериалов как углеродные нанотрубки (УНТ) может быть использована в электрических кабелях и линиях электропередач. Кроме того, ведутся разработки нанотехнологических приемов оптимизации производства сверхпроводниковых материалов для безубыточной электропроводности. В долгосрочной перспективе планируется беспроводная передача электричества, посредством лазера, микроволн и электромагнитного резонанса.

В дальнейшем, распределение электроэнергии потребует использования электроэнергетических систем, обеспечивающих динамичное управление электропотреблением и контроль неполадок, электроснабжение, управляемое запросами с гибкими ценовыми механизмами, а также возможность питания от множества децентрализованных источников возобновляемой энергии. Нанотехнологии должны внести решающий вклад в реализацию данной перспективы, помимо прочего, за счет наносенсорных устройств и компонент электронного управления питанием, способных справиться с чрезвычайно сложным управлением и мониторингом таких электроэнергетических систем.

Использование нанотехнологий в совершенствовании накопителей электроэнергии, таких как батареи и супер-конденсаторы, является многообещающим. Благодаря высокому напряжению элемента и плотности энергопотока, литий-ионная технология считается наиболее перспективным вариантом накопителей электроэнергии. Нанотехнологии же смогут значительно повысить ёмкость и безопасность литий-ионных батарей при помощи новых керамических жаропрочных и при этом гибких сепараторов и высокопроизводительных электродных проводниковых материалов. Компания Evonik уже в настоящее время занимается 24 промышленным выпуском таких систем, применяемых в гибридных и электротранспортных средствах, а также в стационарных аккумуляторах энергии [7].

В перспективе, даже водород рассматривается как многообещающий накопитель энергии в рамках экологичного энергоснабжения. Помимо необходимых инфраструктурных наладочных работ, эффективное хранение водорода рассматривается как один из решающих факторов успеха. Существующие материалы не отвечают требованиям, выносимым промышленностью к хранению водорода. Различные наноматериалы, в частности наногубчатые металлоорганические соединения, позволяют получить экономически осуществимое решение.

Еще одна важная сфера применения наноматериалов – аккумулялирование тепловой энергии. Потребление энергии зданиями, например, может быть существенно снижено путем использования материалов с обратимыми фазами, таких как накопители скрытой теплоты. С экономической точки зрения интерес представляют также поглощающие накопители из нанопористых материалов, таких как цеолиты, которые могут с успехом применяться как тепловые накопители в промышленности.

Для достижения устойчивого энергоснабжения необходимо повысить эффективность использования энергии и избегать бесполезного энергопотребления. Это относится ко всем отраслям промышленности и частным хозяйствам. Нанотехнологии предоставляют множество подходов к решению проблемы энергосбережения. Примерами могут служить снижение потребления топлива в автомобилях за счет использования легковесных строительных материалов на основе нанокмозитов, оптимизация сжигания топлива путем использования износостойчивых и более легких деталей двигателя и топливных присадок из наночастиц, а также использование наночастиц в производстве шин, что будет способствовать снижению сопротивления качению. Значительная экономия энергоресурсов может быть реализована за счет применения трибологических слоёв, наносимых на механические детали заводов и агрегатов.

В Университете Лидза Ричард Уильямс и ЮлонгДинг путем суспендирования наночастиц в воде и других жидкостях создали «нанорастворы», позволяющие передавать тепло на 400% быстрее, чем другие жидкости. В системе центрального отопления такие нанорастворы могут повысить эффективность использования энергоресурсов без необходимости задействовать более мощные насосы и обеспечить экологические преимущества. Такие нанорастворы способны также открыть двери для нового поколения компьютеров, преодолевая одно из основных препятствий разработки более мелких микрочипов – быстрое рассеивание тепла. В настоящее время ученые детально исследуют свойства этих нанорастворов с целью досконального изучения их свойств, в частности теплопроводности, в статических и динамических условиях. Ведутся переговоры с промышленными партнерами о переходе на широкомасштабное производство [8].

Очевидно, развитие нанотехнологий во многом определяет индустриальное и экономическое развитие в XXI веке, поэтому научные разработки в этой области являются крайне перспективными и позволят России реализовывать масштабные проекты по экономии энергоресурсов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сироткин, О.С. О роли баланса химических и физических факторов в наноматериалах и нанотехнологиях / О.С. Сироткин, Р.О. Сироткин // Вестник Казан.технол. ун-та. – 2010. - №9. – С. 26-33.
2. Шишкин, Н.В. Энергосберегающие технологии и аппаратурные комплексы для смешения и формирования партий гранулированных материалов / Н.В. Шишкин и др. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 1999. – 159 с.
3. Piquerpaille, R. Nanotechnology boosts solar cells performance / R. Piquerpaille. 2007.



4. Uhlmann, D. From nanoscale to macroscale: study of damage in steels Cu precipitates using micromechanically based stress-strained curves / D. Uhlmann, P. Kizler, S. Schmauder. 1998
5. Lippens, P. Inorganic nanomaterials for Application in industrial electronics and consumer products / P. Lippens. 2010
6. Елисеев, Ю.С. Технология производства авиационных газотурбинных двигателей / Ю.С. Елисеев, А. Г. Бойцов, В.В. Крымов. М.: Машиностроение, 2003. 512 с.
7. Буров, И. В. Современное состояние и перспективы развития технологии вакуумного дугового нанесения износостойких покрытий / И.В. Буров, А. А. Лисенков // Вакуумная техника и технология. 2002. Т. 12, №1. С. 55–59.
8. Ding, Yulong Cool nanotechnology can save energy / Y. Ding. 2006

#### ОБ АВТОРАХ



**Воронов Максим Владимирович**, магистрант 1 курса каф. прикладной гидромеханики факультета АДЭТ УГАТУ, диплом бакалавра по направлению «Технологические машины и оборудование» (БашГУ, 2016)

e-mail: [Duality696@mail.ru](mailto:Duality696@mail.ru)

УДК 628.135

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫЛЕТА СТРУИ ЖИДКОСТИ ИЗ ФОРСУНКИ

**Галимов Р. С., Калимуллин Р. Р.**

Гидромеханика представляет собой самостоятельную, сформировавшуюся отрасль знаний, которая находит применение в различных областях науки и техники. На сегодняшний день она играет важную роль в повседневной жизни человека, поскольку большая часть созданных человеком машин, тесно связаны с жизнью человека. Важную роль гидромеханика играет и в медицине.

Струя жидкости, которая воздействует на тело человека под определенным давлением, оказывает положительный эффект. Такая гидропроцедура применяется для лечения множества различных заболеваний.

Гидромассажные форсунки осуществляют подачу воды под давлением через отверстия малого диаметра.

Существуют несколько видов форсунок: цилиндрические, конические (сходящиеся и расходящиеся) и коноидальные. Каждому типу форсунок соответствует свой коэффициент расхода.

Цилиндрические форсунки – это цилиндрические патрубки длиной порядка трех-четырёх диаметров. Они делятся на внешние и внутренние.

Конические форсунки разделяются на расходящиеся, в которых вдоль струи увеличиваются размеры поперечного сечения (диффузоры), и сходящиеся, в которых вдоль струи размеры поперечного сечения уменьшаются (конфузоры).

В конических расходящихся насадках в области сжатого сечения создается вакуум большей величины, но величина вакуума зависит от угла конусности. При большом угле конусности возможен отрыв струи от стенок насадка. Оптимальный угол конусности составляет  $\alpha = 5\div 7^\circ$ , коэффициент расхода  $\mu = 0,5$  [2].

Таблица 1

## Рекомендуемые условия гидротерапии для человека

Участки тела	Оптимальное давление, атм.	Температура, °С	Общий эффект	Продолжительность, мин
Области конечностей (руки и ноги)	3÷6	Индифферентная (30÷37)	Оказывает легкое тонизирующее действие, способствует улучшению трофики тканей, усиливает кровообращение	20÷30
Спина	2÷5	Теплая (37÷40)	Уменьшение мышечных болей, стимулирование основных функций сердечно-сосудистой и нервной системы, улучшение сна	10÷15
Бедра	3÷4	Теплая (37÷40)	Тонизирует, снимает мышечное напряжение	15÷20

Конически сходящиеся насадки имеют форму конуса, сходящегося по направлению к выходному сечению. Наибольшее значение коэффициента расхода  $\mu = 0,946$  соответствует углу конусности  $\beta = 13^{\circ}24'$  [2].

Коноидальные форсунки очерчиваются по форме вытекающей струи. Коэффициент расхода  $\mu$  принимается в интервале  $0,97 \div 0,99$  в зависимости от напора жидкости и качества обработки внутренней поверхности форсунки.

Расход жидкости, вытекающей из форсунки [3]:

$$Q = \mu S \sqrt{2gH}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода,

$S$  – площадь поперечного сечения форсунки;

$g$  – ускорение свободного падения,

$H$  – напор.

Коэффициент расхода  $\mu$  определяется по формуле [3]:

$$\mu = 1 / (1,23 + 58 / Re \cdot l / d), \quad (2)$$

где  $l$  – длина форсунки;

$d$  – диаметр проходного отверстия форсунки.

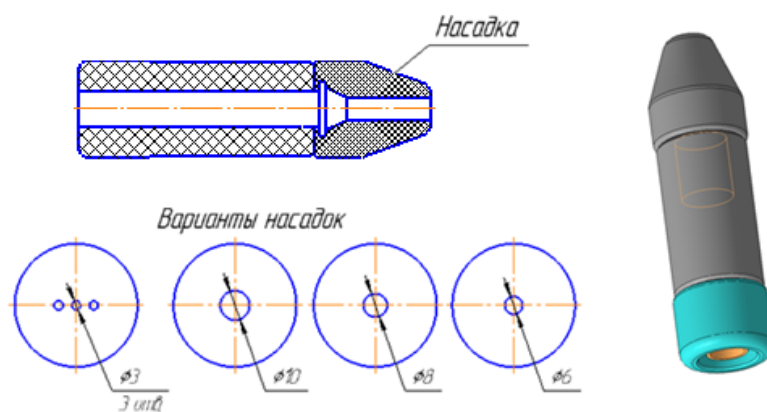
Скорость истечения струи из форсунки [3]:

$$v = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (3)$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости.

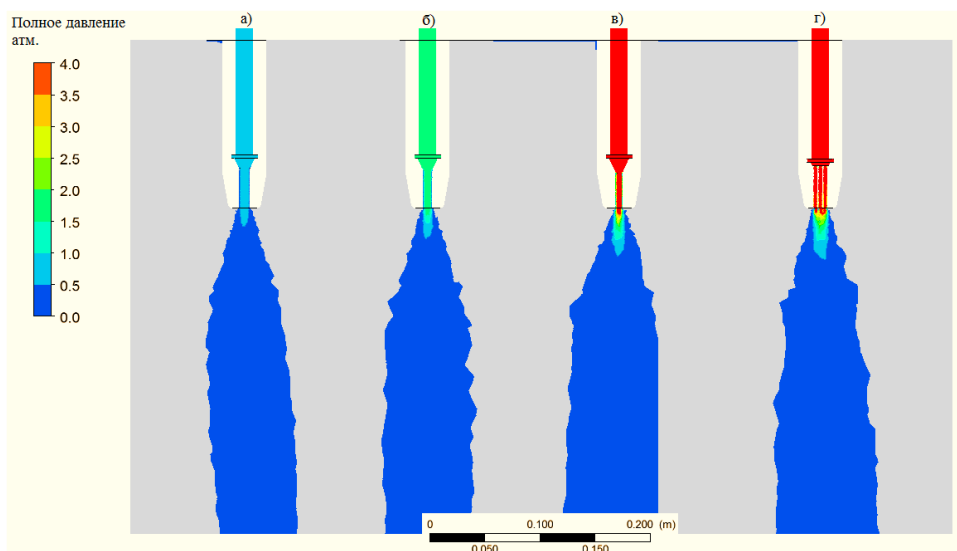
Эффективность гидротерапии зависит от устройства форсунок и от их количества. Больше количество форсунок охватывает больше участков, указывающих на тело человека, но с меньшим давлением. Более целесообразно использовать меньшее число форсунок – в таком случае давление струи будет выше. Оптимальный диаметр отверстий составляет  $6 \div 15$  мм.

В аппарате «Акватракцион» имеется подводный душ-массаж (ПДМ) – водолечебная процедура (общая или местная), при которой пациента, находящегося в ванне, массируют струей воды (рис. 1).

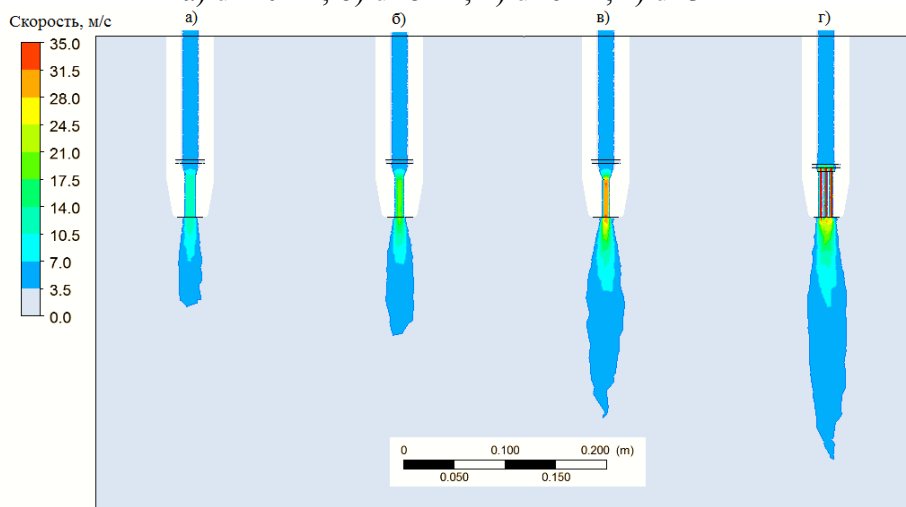


**Рис.1.** Форсунка подводного гидромассажа с различными видами насадок

Современные программные комплексы позволяют проводить численное моделирование гидродинамических процессов течения жидкости в форсунках с различными типами насадок. В результате численного моделирования выявлены зоны снижения давления (рис. 2) и скорости потока (рис. 3), что позволяет выдать рекомендации о выборе расстояния от форсунки до тела пациента.



**Рис.2.** Изменение полного давления по тракту ПДМ для различных типов насадок:  
а) d=10мм; б) d=8мм; в) d=6мм; г) d=3мм



**Рис.3.** Изменение скорости по тракту ПДМ для различных типов насадок:  
а) d=10мм; б) d=8мм; в) d=6мм; г) d=3мм

Дозирование процедуры необходимо осуществлять по силе массирующего воздействия, которое может быть различным в зависимости от величины давления водной струи и зазора между насадкой и телом пациента. Как правило, давление струи в лечебных методиках не превышает 5 атм. Наличие насадок с различной величиной поперечного сечения позволяет направлять на пациента компактную узкую струю под значительным давлением или более широкую струю меньшего давления. Величина зазора может быть разной, с колебаниями от 8÷10 до 15÷20 см. Малый угол наклона водной струи к телу пациента в пределах 15÷40° обеспечивает легкое поверхностное действие. Увеличение угла наклона до 90° дает возможность производить на ткани более сильное и глубокое воздействие.

Поглаживающего эффекта можно добиться при давлении струи 1÷1,5 атм. держа форсунку на расстоянии 10÷15 см от поверхности тела (под углом 25÷30°).

Растирание необходимо проводить при давлении 2÷4 атм. на расстоянии 5÷10 см от поверхности тела до форсунки (под углом 60÷90°).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Механотерапия: состояние и тенденции развития / Гиниятуллин Н.И., Гильманшина И.Р., Сулейманова В.А. / Медицинский Вестник Башкортостана / Том 9. №5. 2014г.
2. Распыливание жидкости форсунками / Л.А.Витман, Б.Д. Кацнельсон, И.И. Палеев/Издатель: М.;Л.: Госэнергоиздат,1962г. 264 с.
3. Гидропривод и средства гидроавтоматики / Чупраков Ю.И. /Машиностроение. 1979.

### ОБ АВТОРАХ



**Галимов Рамиль Салаватович**, магистрант каф. прикладной гидромеханики УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [galimovram@mail.ru](mailto:galimovram@mail.ru)



**Калимуллин Радик Рифкатович**, доцент каф. прикл. гидромеханики. Дипл. инж. тех. и технол. по энергомашиностроению (УГАТУ, 2008). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2013). Иссл. в обл. высоконапорные многофазные течения жидкости.

e-mail: [ugatu\\_pgm@mail.ru](mailto:ugatu_pgm@mail.ru)

## ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РОТОРНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

**Гарифуллин М. М., Калимуллин Р. Р.**

Возрастающий объем земляных работ, связанный с планами развития как отдельных субъектов Российской Федерации, так и страны в целом, требует применения новых, более эффективных и производительных машин. Большой объем работ приходится на строительство трубопроводов для нефти, газа, водоснабжения и газификации.

Добыча важнейших видов энергетического сырья таких как, нефть и газ носит локальный или региональный характер. Таким образом встает вопрос о транспортировке сырья на большие расстояния. Наиболее удобным и дешевым способом транспортировки являются магистральные трубопроводы. Кроме этого существуют и другие способы транспортировки, к примеру использование железнодорожного транспорта. Однако они не способны справиться с необходимым количеством сырья, учитывая то, что потребности в нефти и газе непрерывно. Для определения наиболее производительного экскаватора произведен обзор рынка [1].

**Таблица 1**

**Обзор рынка роторных траншейных экскаваторов**

Параметры	Индекс машины		
	ЭТР-223А	ЭТР-224А	ЭТР-254А
Максимальная техническая производительность, м <sup>3</sup> /ч	650	600	1200/220*
Категория разрабатываемого грунта	I—IV, мерзлые грунты при глубине до 1,2 м		I—IV, мерзлые грунты при глубине до 2,5 м
Размеры разрабатываемой траншеи, м:			
Глубина	2,2	2,2	2,5
Ширина по дну	1,5	0,85	2,1
Мощность двигателя, кВт	125	125	220

Обзор рынка отечественных роторно-траншейных экскаваторов показал, что при одинаковых мощностях двигателя максимальная техническая производительность экскаватора ЭТР-223А выше, поэтому он выбран в качестве прототипа.

В настоящее время актуальными являются проблема, связанная с неровной прокладкой траншеи и прокладка трубопровода на заданной глубине. Глубину магистрали до верха трубы следует принимать не менее 0,8 метра при диаметре трубы менее 1000 мм, и 1 метр при диаметре 1000 – 1400 мм (также при прокладке трубы в песчаных барханах, на пахотных и орошаемых землях). При этом на болотах или торфяных грунтах, подлежащих осушению, глубина заглупления должна составлять не менее 1,1 метра (то же – при пересечении оросительных и осушительных каналов). В скальных грунтах и

болотистой местности при отсутствии проезда транспортных средств глубина заглабления должна составлять не менее 0,6 м. Для решения выше описанных проблем мною модернизирована схема экскаватора.

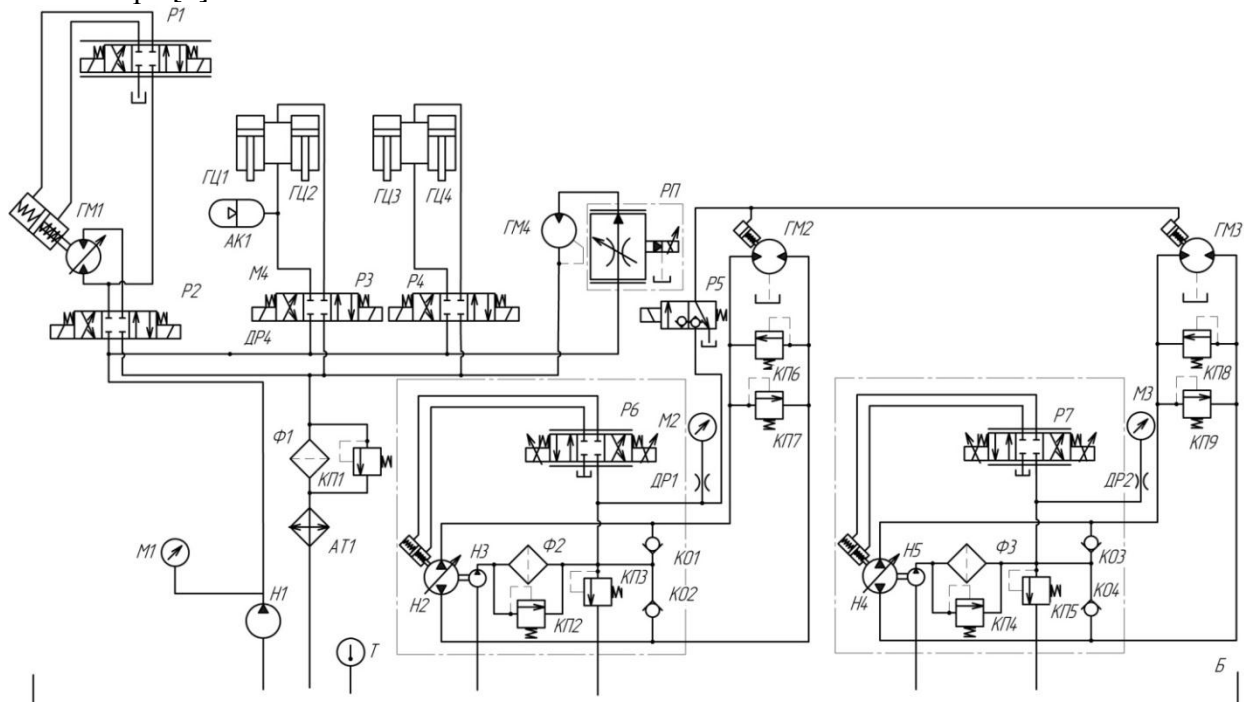
Модернизированная гидравлическая схема должна стабилизировать глубину копания, опуская или приподнимая ротор при отклонении его от заданного параметра. Решение данной проблемы приведет к сокращению аварийных ситуаций при транспортировке нефтегазового сырья, а также к более удобной работе на экскаваторе. Использование отечественного оборудования и комплектующих приведет к уменьшению себестоимости. Еще одним достоинством разработки является увеличение глубины и ширины копания, что даст возможность прокладки трубопроводов большего диаметра, а следовательно уменьшит времена транспортировки нефтегазового сырья.

Модернизированная гидросистема состоит из двух контуров:

- контур привода рабочего оборудования;
- контур привода хода.

Главными отличиями разработанной принципиальной гидравлической схемы роторно-траншейного экскаватора от существующих являются наличие контура гидроцилиндров поворота конвейера в вертикальном положении, что позволит решить проблему, связанную с неровной прокладкой траншеи, а так же наличие контура сдвоенных гидроцилиндров подъема и опускания рабочего оборудования, позволяющий решить проблему прокладки магистрали на заданной глубине.

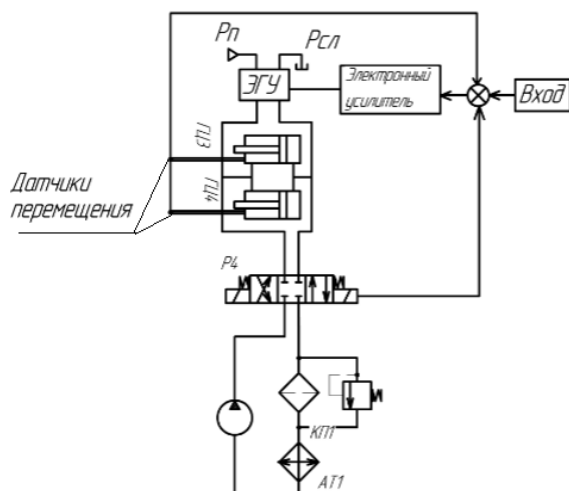
Принципиальная гидравлическая модернизированная схема роторно-траншейного экскаватора [2].



**Рис.1.** Принципиальная гидравлическая модернизированная схема роторно-траншейного экскаватора

Контур привода ротора состоит из следующих элементов: распределитель Р1, гидромотора ГМ1. Вращение ротора осуществляется с помощью гидромотора ГМ1. Изменение скорости вращения гидромотора осуществляются за счет изменения рабочего объема насоса Н1. Реверс гидромотора осуществляется с помощью гидрораспределителя Р1.

Контур гидроцилиндров поворота ротора в вертикальном положении состоит из следующих элементов: распределитель Р4, спаренные гидроцилиндры ГЦ3, ГЦ4. Поворот ротора в вертикальном положении осуществляются с помощью гидроцилиндров ГЦ3, ГЦ4.



**Рис.2.** Схема ЭГСП с обратной связью по перемещения штоков ГЦ

Контур гидроцилиндров подъема и опускания рабочего оборудования состоит из следующих элементов: распределитель РЗ, спаренные гидроцилиндры ГЦ1, ГЦ2. Подъем и опускание рабочего оборудования осуществляется с помощью гидроцилиндров ГЦ1, ГЦ2 [3].

Благодаря тому, что установлен следящий привод с обратной связью по перемещению штоков гидроцилиндров в рабочее оборудование подъема и опускания будет решена проблема прокладки магистрали на заданной глубине.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гидропривод и средства гидроавтоматики / Чупраков Ю.И. /Машиностроение. 1979. — 232с.
2. Целищев, В. А. Гидравлический привод и гидроагрегаты. Учебное пособие, Уфа: УГАТУ, 2008. — 268с.
3. Ресурсы сайта «Википедия» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

### ОБ АВТОРАХ

Фото

**Гарифуллин Марсель Маратович**, магистрант каф.прикладной гидромеханики УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [marsel.garifullin02@mail.ru](mailto:marsel.garifullin02@mail.ru)

## ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ САМОХОДНОЙ ГИДРОФИЦИРОВАННОЙ МАЛОГАБАРИТНОЙ КОЛЕСНОЙ ТЕХНИКИ

Загидуллин В. У., Целищев В. А.

Малогабаритная техника – это новое направление, которое активно развивается во всем мире, в условиях высокой конкуренции и активно внедряется в различные сферы деятельности человека. Из них широко известны в нашей стране мини-погрузчики, мини-трактора, мини-уборщики, мини-экскаваторы, и прочая техника с приставкой мини.

Плюсы данной техники трудно переоценить. Ее использование успешно на стройках, где привлекать привычные для подобных работ машины неудобно (например, ограниченное пространство). С тем же успехом может подменить привычные машины и на рядовых объектах.

При высокой производительности техника достаточно компактна, а при дополнительной возможности подобрать ее под индивидуальные задачи, в связке со сравнительно невысокой ценой, делают подобную технику достаточно популярной [2].

Большинство производителей малогабаритной техники упоминают следующие преимущества своей продукции:

- миниатюрность;
- высокую маневренность;
- малое давление на почву;
- сравнительно небольшая стоимость;
- низкий расход топлива;
- экологическая безопасность.

Приставку мини принято употреблять для уменьшенной копии, имеющей лишь небольшие отличия от оригинала больших размеров. Например, машины массой от 800 кг до 8000 кг относятся к мини-экскаваторам. Но есть производители, которые расширяют диапазон класса мини-экскаваторов, причисляя к нему, как не тяжелые машины массой от 500 кг до 800 кг (например, Kobelco SK 005 весом 500 кг и мощностью двигателя 3,4 кВт), так и более массивные модели от 8000 до 12000 кг (например, Volvo ECR 88Plus весом 8700 кг и мощностью двигателя 41,9 кВт) [6].

В рамках объявленного руководством страны курса на импортозамещение, был проведен анализ малогабаритной техники в диапазоне от 0,5 до 12 тонн и мощностью двигателя от 3 до 60 кВт с целью выявления актуальности разработки гидрофицированных систем малогабаритной колесной техники.

Техника, использующая холодное фрезерование асфальтобетонных покрытий, в особенности стала популярнее в России с 1993 годов. Вследствие резкого увеличения протяженности асфальтобетонных дорог с небольшим сроком службы. Интерес к машинам способным за несколько часов удалить изношенный асфальт на большой территории, для подготовки к последующим этапам ремонта дороги, заметно возрастал [5].

Российское машиностроение в облике «Брянского Арсенала» совершает попытки в одиночестве конкурировать со всем мировым сообществом, без особых достижений в силу небольших технических возможностей.

Отечественный рынок фрез полностью занят машинами, поставляемыми из-за границы, причем компания Wirtgen (Германия) занимает около 90% рынка. Подобного положения нет ни в одном виде дорожно-строительной техники [4].

Холодная фреза может быть маленькой и большой, в зависимости от габаритов обрабатываемой зоны. Малые дорожные фрезы в большинстве своих моделей имеют, малые габариты и повышенную маневренность. Между задними колесами расположен фрезерный барабан. Крупногабаритные же дорожные фрезы обладают высокими



показателями производительности, усовершенствованы дополнительным приспособлением отгрузочным транспортером.

После произведенного обзора отечественного и зарубежного рынка, было выявлено несколько крупных компаний производителей холодных фрез. Среди них явными лидерами являются машины фирм Bobcat, Bomag, Wirtgen некоторые сведения, которых представлены в сравнительной таблице 1.

Таблица 1

### Характеристики холодных фрез

Марка	Bobcat 40 (США)	BOMAG BM 500/15 (Германия)	Wirtgen W 60 (Германия)
Ширина, мм	1016	500	600
Глубина резки, мм	0–152	210	0–300
Боковое смещение, мм	650	–	–
Угол наклона, °	8	0	0
Диаметр барабана, мм	368	680	930

Как видно из таблицы 1, российский аналог не был рассмотрен, так как имеет большие габариты, мощность и вес, которые не вписываются в рамки мини-техники. Стоит выделить холодную фрезу фирмы Bobcat, т.к. она оборудована для безопасных работ возле стен зданий и дорожных бордюров специальным гидравлическим механизмом бокового смещения.

Если же говорить о мини-экскаваторах, то первый появился в стране восходящего солнца в 1968 году. Новшество на рынке мини-спецтехники Японии завоевало большое внимание, и к 1971 году наладилось его серийное производство. Целая группа мини-техники выбрала его в качестве прототипа. Первый мини-экскаватор осуществлял перемещение с помощью металлических гусениц. В 1979 году была попытка установки резиновых гусениц, которая увенчалась успехом и подверглась усовершенствованию только в 1984 году.

В 1994 г. впервые миру был представлен экскаватор с поворотной платформой нулевого радиуса разворота. В итоге новый класс техники стал завоевывать мир. Его главными плюсами были небольшой размер, безопасность и небольшое давление на грунт.

Европейские и Американские фирмы стали поставлять на рынок подобные мини-экскаваторы только с 1990 годов, но особых успехов по производству и сбыту добились совсем недавно. Несмотря на это они смогли составить серьезную конкуренцию японскому качеству и опыту.

По оценкам специалистов, сотни компаний по всему миру, пройдя многолетнюю историю создания и становления мини-экскаваторов, наладили их серийное производство.

Так же в странах СНГ не безуспешно функционируют предприятия по производству мини-экскаваторов. Ко всему этому не так давно были попытки замены гусениц на колесное шасси, которые не увенчались успехом [1].

В настоящее время большое количество машиностроительных компаний выпускают мини-экскаваторы. Основные лидеры – Bobcat (США), Hitachi Construction Machinery, Yanmar, Takeuchi Mfg. Co. Ltd., ИИ (Япония), Gehl, Neuson (Германия), Coyote, Volvo Construction Equipment (Швеция), Caterpillar, Terex, John Deere, Komatsu, Case, Airman, JCB (Великобритания), Avant (Финляндия), Volvo Construction Equipment (Швеция), Daewoo Heavy Industries (Ю. Корея). В последние 5 лет рынок наполняет мини-техника китайских производителей. Однако, пока на территории Российской Федерации и стран СНГ она не обладает значительной долей рынка.

Таблица 2

## Характеристики мини экскаваторов

Марка	Yuchai YC18-8 (Китай)	Hyundai R80-7 (Корея)	XCMG XE40 (Китай)	Geogid 20G (Россия)	Case CX35B (США)
Вес, кг	1720	7800	4050	2300	3500
Объем ковша, м <sup>3</sup>	0.05	0,28	0.14	0.05	–
Высота копания, мм	3270	7260	5320	3300	4300
Сила копания, Н	10000	44100	–	25200	–
Глубина копания, мм	2010	4150	–	3000	3100
Преодоление подъема	30		58	–	–
Скорость поворота платформы, об/мин	10–12	12	–	–	8.9
Максимальная тяговая сила, Н	14650	6400	–	–	–
Габаритные размеры, мм	3835× 1100× 2350	6080× 2200× 2640	–	3458×15 50×3538	4390× 1550× 2570

Анализ таблицы 2 показывает, что Geogid является наиболее подходящим малогабаритным экскаватором, пригодным для использования в частном секторе, при этом его цена является вполне доступной, в отличие от зарубежных аналогов.

Так же в условиях высокой конкуренции на рынке у предприятий и частных лиц, возникла потребность в быстром и качественном выполнении следующих работ: распределение щебня по периметру фундамента, погрузка продукции на базах, транспортные операции ландшафтного дизайна, работа на складах и многое другое. Для повышения эффективности и экономичности найдено решение – современная мини строительная техника – думпер.

Думпер – это малогабаритная самоходная машина. Большинство думперов устроено, так что кузов расположен в передней части рамы, а оператор располагается сзади. Кузов может совершать разгрузку в направлениях только перед собой или на все 180° с помощью шарнира или поворотного стола. Благодаря возможности кузова опускаться до земли уменьшаются потери, например, цементного раствора. Так же как и ковш погрузчика, кузов может подниматься для разгрузки на определенную высоту, за счет 90° подъема выгрузка ускоряется.

Существуют думперы с оборудованием для самозагрузки, в дополнение к кузову оснащенные манипулятором с грейфером либо стрелой с небольшим ковшом, как у погрузчика. Кузов может демонтироваться и устанавливается сменное оборудование: бетономешалка, ковш погрузчика и т.д.[3]

Мини думперы менее известны в нашей стране, чем в странах Европы, Америки и Австралии, популярность обусловлена тем, что данная машина незаменима во всём благодаря сменному оборудованию, среди которых: вилы, траншекопатель, бур, гидромотор и т.д. Известны следующие применения думпера – чистка, вывоз снега, перевозка щебня, грунта, дров, думперы с дистанционным управлением применяются пожарными и военными для чистки, например, завалов внутри зданий.

Анализ выявил лидеров рынка по поставке мини – думперов в Россию. Титанами среди них стали: Cormidi (Италия), WackerNeuson (Германия), ANT (Китай), характеристики которых изложены в таблице 3.

Таблица 3

## Характеристики думперов

Параметры	Cormidi (Италия)	WackerNeuson (Германия)	ANT(Китай)
Грузоподъемность, кг	800	1200	800
Масса, кг	790	865	910
Д × Ш × В мм	2980 × 950 × 1350	1803 × 790 × 1270	2900 × 1000 × 14000
Скорость тах, км/ч	6,5	4	5
Мощность, л.с.	17,2	6,8	13

Они полностью занимают наш рынок, во-первых, потому что имеют, нужные для выполнения выше упомянутых задач, характеристики, во-вторых, Российские фирмы не могут с ними конкурировать из-за выявленной проблемы – это отсутствие производства по изготовлению мини- думперов.

Мини погрузчик – это универсальная, компактная техника на гусенице или на колесном ходу, предназначенная для работы в ограниченных пространствах: в условиях узких городских улиц, заводских цехов, складов, доков, ит.д.

Думперы являются революционной находкой в решении проблемы облегчения и ускорения ручного труда по погрузке и разгрузке. Сменное оборудование позволяет при помощи одного думпера выполнять работы различных машин и выполнять незначительные работы, для выполнения которых крупногабаритная техника является нерентабельной.

О чем говорит ситуация, сложившаяся на российском рынке касемо мини-погрузчиков? На период 2004-2005 годов главенствовали отечественные производители, хотя их доля постепенно сокращалась.

Таблица 4

## Характеристики мини погрузчиков

Технические характеристики	АМКОДОР 211 (Белоруссия)	ВОBCATS175 (США)	МКСМ-1000Н (Россия)
Грузоподъемность, кг	1200	895	1000
Подача насоса раб. Обор, л/мин	63	64	48,5
Мощность дизеля, кВт	44,7	34,3	38,9
Эксплуатационный вес, кг	3800	2853	3100
Трансмиссия	Гидрообъемная, с независимым приводом бортов, с регулируемыми гидронасосами и нерегулируемыми гидромоторами		
Длина с ковшом, мм	3520	3309	3745
Высота, мм	2270	1938	2180
Ширина с ковшом, мм	2140	1727	2100
Объем ковша, м <sup>3</sup>	0,59	0,66	0,41
Высотаразгрузки, мм	2450	2500	3000
Цена, руб	2250000	2284209	1750000

Таким образом, за нашими заводами было 69% продаж. Но со временем это все изменилось и после того, как на рынок хлынули новые погрузчики от известных компаний, ситуация изменилась не в лучшую сторону и по итогам 2012-2014 года продажи Российских производителей снизились.

Проведенный анализ выявил несколько наиболее популярных компаний по производству данной техники, ими являются Bobcat, Четра, Амкодор.

Среди фронтальных погрузчиков Амкодор 211, по сравнению с остальным моделями, имеет средние характеристики и достаточную грузоподъемность, а также универсальность конструкции, большой угол подъема и меньшее давление на грунт.

Анализ таблицы 1 выявил, что российские аналоги холодных фрез не могут конкурировать с зарубежными, что, непосредственно является проблемой отечественного рынка. Малогабаритный экскаватор Geogid на сегодняшний день является единственным оптимальным вариантом, так как его основные характеристики, а именно мощность, глубина копания и габариты в рамках средних значений согласно анализу таблицы 2. К тому же его цена (750 т.р.) в 6,32 раза меньше чем цена XCMG ХЕ40 (79000\$ – 4740000 руб. на декабрь 2016г.). Анализ рынка мини-думперов выявил лидеров. Производители, приведенные в таблице 3, лучшие среди машин, поставляемых в Россию. Отечественный производитель не может составить им конкуренцию из-за существенной проблемы, а именно отсутствие производства по изготовлению мини-думперов. Погрузчик МКСМ-1000Н имеет на 200 кг меньше грузоподъемность, чем у прямого конкурента из Белоруссии. Это оправдывает эксплуатационный вес, так как Погрузчик Амкодор 211 на 700 кг тяжелее российского аналога. Это так же вытекает из разности мощностей в 5,8 кВт. В данном случае отечественный производитель выигрывает по цене на 370 т.р.

Работы в направлении разработки мини-техники помогут российскому рынку увеличить количество предложений отечественной мини спецтехники. Главными преимуществами отечественного производителя будет доступная цена, обслуживание на территории России.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мини-экскаваторы Doosan [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.doosan-infracore.ru/articles/17/> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 20.10.2016).
2. Плаунов П. JCB запускает новый ряд малогабаритной техники: мини-самосвалы грузоподъемностью от 1 до 10 тонн [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.asph0alt.ru/news/2015-01/12515/> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 19.11.2016).
3. Думпер – это вам не самосвал! [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://stroportal-dnepr.com/publ/raznoe/dumper\\_eto\\_vam\\_ne\\_samosval/32-1-0-943](http://stroportal-dnepr.com/publ/raznoe/dumper_eto_vam_ne_samosval/32-1-0-943) – Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.10.2016).
4. Тяжелая дорожная артиллерия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://os1.ru/article/4414-samohodnye-frezy-tyajelaya-dorojnaya-artilleriya/> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.10.2016).
5. Техника для российских дорог: холодные фрезы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://dorkomteh.ru/articles/dorozhnye\\_frezy/~id=269](http://dorkomteh.ru/articles/dorozhnye_frezy/~id=269) – Заглавие с экрана. – (дата обращения 15.10.2016).
6. Описание мини-экскаваторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://exkavator.tradicia-k.ru/articles/?art\\_id=114](http://exkavator.tradicia-k.ru/articles/?art_id=114) – Заглавие с экрана. – (дата обращения 1.10.2016).

## ОБ АВТОРАХ



. **Загидуллин Венер Ульфатович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

. e-mail: [vener.zagidullin.94@mail.ru](mailto:vener.zagidullin.94@mail.ru)



. **Целищев Владимир Александрович**, зав. каф. прикл. гидромеханики. Дипл. инж. мех. по гидрав. машинам (УАИ, 1982). Д.-р техн. наук по тепловым двигателям (УГАТУ 2000).

. Иссл. в обл. автоматизации энергетических установок.

. e-mail: [pgl.ugatu@mail.ru](mailto:pgl.ugatu@mail.ru)

УДК 63-519

## ЭКСПЛУАТИРОВАНИЕ ВЕРТОЛЕТОВ С ВОДЯНЫМИ ПУШКАМИ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

**Ибрагимова А. М.**

В последние годы во всех развитых странах мира бурными темпами активно развивается строительство зданий жилого, гостиничного, делового и производственного назначения. Разрабатываются и применяются новые строительные и отделочные материалы, новые интеллектуальные системы жизнеобеспечения и системы безопасности. Однако некоторые традиционные системы спасения людей и тушения пожаров с увеличением высоты зданий утрачивают свою эффективность. Так, увеличение длины пожарных автолестниц до 50 – 100 метров ведёт к усложнению их изготовления, к большим проблемам в доставке к месту пожара, нахождению значительного места для их установки и эксплуатации. Поэтому требуется разработка и использование и абсолютно новых технических средств спасания с верхних этажей зданий и тушения пожаров в них. Во второй половине 80-х годов прошлого столетия в Москве делались попытки спасания людей с помощью вертолётa Ка-32. Аналогичные попытки применения вертолётoв предпринимались за рубежом. К сожалению, до настоящего времени в мире нет удачных конструкций пожарных вертолётoв для тушения пожаров и спасания людей из высотных зданий.

В настоящее время, применение вертолётoв для тушения пожаров в условиях городской застройки ограничивается выливанием воды из подвешенной ёмкости на крыши горящих зданий, чем чрезмерно часто вызывается ущерб, соизмеримый с ущербом от пожара. Но, не смотря на этот факт, вертолётy имеют большие преимущества перед традиционными техническими средствами при тушении пожаров определённых объектов и в определённых условиях. Применение авиационных средств для борьбы с пожарами, привлекательно, в первую очередь, по причине большой оперативности. Тут просматривается прямая схожесть со скорой помощью, где существует «Правило золотого часа». Ущерб от воздействия огня, с начала возгорания, увеличивается не в прямой, а в геометрической прогрессии, поэтому использование авиационных средств выгодно,

несмотря на их большую стоимость.

Согласно данным специалистов, в настоящее время, вертолеты составляют около 40 – 50% парка всех летательных аппаратов мира, находящихся в эксплуатации. Широкое распространение вертолеты получили благодаря своим основным преимуществам по сравнению с самолётами – способностью выполнять вертикальный подъем и спуск и зависать на месте. Это разрешает совершать взлет и посадку на ограниченном пространстве и, по существу, переводит вертолет в класс летательных инструментов, не требующих для себя аэродромных площадок. Благодаря указанным достоинствам вертолет способен выполнять крано-монтажные работы, перевозку пассажиров и грузов в районы, не имеющие взлетно-посадочных полос, авиационные работы в труднодоступных местах, над садами и виноградниками. Широкий диапазон скоростей полета способствует применению вертолетов в поисково-спасательных операциях, инспекционных и обзорных полетах, пожаротушении. Дальнейшее развитие вертолетной техники повышает конкурентоспособность ее применения по сравнению с самолетами, а также с другими видами транспорта в транспортных перевозках на малые и средние расстояния.

К сожалению и у вертолетов есть ряд своих недостатков, о которых тоже нельзя забывать. Если в целом рассматривать оперативность, то она довольно относительная. Оперативности имеется три типа: первая – вертолёт в снаряженном состоянии, экипаж в кабине, время вылета до 10 – 20 минут. Но в таких условиях несения службы экипаж может находиться не более 2-х часов. Вторая – экипаж в помещении в непосредственной близости от вертолёта, время вылета до 30 мин; могут быть в такой готовности не более

8 – 10 часов. Третья – для нас не актуальна в силу больших временных рамок. Для обеспечения первой или второй готовности, в первую очередь специально оборудованный ангар с раздвижной крышей для того, чтобы вертолёт был не зачехлён, а вода в баках не замерзала в холодное время года, но, к сожалению, таких ангаров попросту нет, требуется возведение с нуля. Пока не будут построены ангара дежурить можно только в тёплый период года во второй готовности.

Попытаемся выявить особенности конструкции пожарных вертолётов перед обыкновенными вертолётами:

1. У пожарных (пожарно-спасательных) вертолетов должен быть бак для воды. К примеру, у вертолёта «Ансат» имеется модификация, у которой бак находится под фюзеляжем, у пожарного Ка-226 АГ конструкторы предполагают разместить бак в пассажирском салоне. Но такое нахождение бака не позволит применять пассажирский салон для принятия пассажиров (спасателей и спасаемых). Поэтому рациональнее разместить бак для воды у вертолёта Ка-226 АГ внизу отделяемого модуля, а рядом можно разместить емкость для пенообразователя.

2. Штанга для размещения пожарного ствола должна выступать за пределы воздушного потока, образуемого винтом вертолёта.

3. Пожарный ствол должен иметь оптический и инфракрасный прицелы для эффективного управления струёй огнетушащего вещества, подаваемого в очаг пожара.

4. Пожарный ствол должен иметь приводы для его отклонения по горизонтали и вертикали.

5. На вертолёте должны быть датчики, определяющие расстояние до стены здания и соответствующие устройства, не позволяющие вертолёту приблизиться к зданию на опасное расстояние.

6. Он должен быть оборудован датчиками обнаружения различных проводов, растяжек, антенн и других устройств, которые могут представлять опасность для вертолёта.

7. Для разрушения остекления (окна, лоджии, галереи) вертолёт должен быть вооружен специальным устройством (типа гранатомёта, но пониженной взрывной мощности, или иным устройством разрушения).

8. Для проведения разведки на вертолёте должны находиться: тепловизор, бесконтактный термометр, телевизионная камера и иное специальное навесное

оборудование.

9. Вертолёт должен быть оснащён аппаратурой для проведения расчётов прогнозирования развития оперативной обстановки, расчёта количества необходимых сил и средств, времени их прибытия, аэродинамической обстановки (общая ветровая нагрузка на различных высотах, шквалы, зоны вихрей, образуемых в процессе обтекания воздушными потоками горящего здания, дождь, снежные заряды и т.п.), возможных траекторий струй огнетушащих веществ, подаваемых в очаг пожара, траекторий полёта различных спасательных средств, подаваемых спасателям, и многих других расчетов.[1].

Все перечисленные приборы и устройства разработаны и производятся в нашей стране. Главные конструкторы Ка-226 АГ (Москва) и «Ансат» (Казань) заинтересованы в разработке и производстве таких вертолётов, так как открывается новый класс всепогодной, мобильной, с большим радиусом обслуживания, не подверженной влиянию уличных пробок пожарно-спасательной техники. Однако дальше этого никаких шагов не предпринимается, так как нет ни конкретных заказчиков, ни финансирования. В настоящее время можно говорить о возможности создания на базе Ка-32 многофункционального противопожарно-спасательного комплекса, способного решать нижеследующие задачи: оперативное заполнение водяного бака в режиме висения из любого открытого водоема; возможность тушения различных видов пожара (в том числе ГСМ); управляемое тушение масштабных и точечных пожаров, тушение этажей и крыш высотных зданий как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях, недоступных для тушения обычными противопожарными средствами, не входя в опасную зону горения; доставка и высадка десантных пожарных расчетов к местам пожарных работ; подача тушащей жидкости из режима висения по пожарным рукавам на крыши высотных зданий; доставка тушащей жидкости к местам ее дальнейшего использования наземными пожарными службами; эвакуация больных, пострадавших и терпящих бедствие, причем как внутри фюзеляжа, так и снаружи, с помощью транспортно-спасательных корзин и грузовой лебедки; постановка защитных пенных полос, препятствующих продвижению пожара; заливка пеной взлетно-посадочных полос при аварийной посадке воздушного судна; обеспечение общественной безопасности и правопорядка при массовых беспорядках и многое другое. [6].

С учетом реальных объемов рынка затраты на разработку, испытания и сертификацию новой модификации вертолета многократно окупятся, ведь обеспечивать безопасность и спасти людские жизни – дорогого стоит.

Действуя традиционным способом – сбрасывая воду на крышу здания, можно причинить ущерб больший, чем нанесет сам пожар (происходящий в одной из квартир). Поэтому конструктора пробуют творить разные типы водяных пушек для размещения их на вертолете. Реализация этой идеи привлекает как вероятностью пустить водяную струю в окно пламенеющей квартиры, так и экономным расходом тушащего вещества. Кроме того, зависнув рядом с источником раскрытого огня (что намного безопаснее) можно будет заливать его навесной струей.

В теории, конечно, все хорошо и правильно, куда сложнее дела обстоят на практике. В связи с чисто техническими ограничениями использовать такую водяную пушку предпочтительнее на соосных вертолетах ввиду необходимости вынесения сопла за радиус несущего винта (у соосных вертолетов он меньше). В случае использования похожей системы на вертолете с хвостовым винтом струя воды будет либо разбиваться потоком воздуха, либо нужно будет творить пушку с необычайно долгим стволом.

После пожара на Останкинской телебашне, при финансировании Московского правительства, в ОАО «Камов» разрабатывалось несколько вариантов систем горизонтального пожаротушения для вертолета Ка-32 (для тушения пожаров в высотных зданиях).

В первом случае предполагалось подавать огнетушащую жидкость по пожарному шлангу к вертолету от водяного насоса большого давления. Главный недостаток проекта – низкая оперативность: автомобиль со специальной насосной станцией и шлангом нужно

было доставлять к месту пожара по земле.

Во втором проекте – «СПВ» (система пожаротушения высотная) два сменных пластиковых бака с водой крепились на внешней грузовой подвеске и соединялись шлангами с системой горизонтального пожаротушения. Давление, необходимое для подачи тушащей жидкости, создавалось подрывом особых пиропатронов внутри баков. Но ввиду быстрого падения давления так и не удалось достичь равномерности и дальности. Кроме того, перезарядка баков или их замена творили лишние сложности.

Третий вариант – совместная разработка с российской компанией «Темперо» установки горизонтального пожаротушения «Игла-В». Это вододисперсная система, основанная на газодинамической технологии, при которой осуществляется разгон частиц или капель огнегасящего компонента сжатым воздухом. Распыленная до дисперсного состояния вода под большим давлением выстреливается короткими импульсами. Объем воды в баках под полом вертолета составлял 740 л. С внешней стороны фюзеляжа по левому краю крепилась батарея баллонов со сжатым воздухом. Заявляемая разработчиком дальность «выстрела» – около 50 м. Минусы: сложности с перезарядкой и заправкой воды и воздуха, громоздкость и недостаточная эффективность водяной пылинки по противодействию некоторым типам пожаров

В силу вышеперечисленных недостатков все эти проекты так и не были доведены до серийного производства.

Голландская организация IFEX изобрела личную вододисперсную установку, которая размещается на различных типах вертолетов, в частности, на AS350 (Eurocopter) и K-MAX (Kaman). Эффективная «стрельба» ведется импульсами водяной пылинки на расстояние от 10 до 40 м. Производитель заявляет, что система может пополняться из окрестных водоемов в режиме висения. Недостатком данного устройства является малый запас воды и время «перезарядки», составляющее 2 – 3 с. А поскольку при ликвидации масштабных очагов горения значим разовый массовый выброс тушащего вещества, то ее использование достаточно ограничено. На вертолете S-64F Helitanker также может устанавливаться горизонтальная водяная пушка, управляемая в вертикальной плоскости. Ее использование ограничено дальностью стрельбы, стоимостью и громоздкостью самого носителя.

На вертолетном заводе ФГУП «КумАПП» в Кумертау для вертолета Ка-32 была изобретена горизонтальная телескопическая водяная пушка. Установленная на вертолет, она талантливо слять струю воды на расстояние около 40 м. Первый массовый вертолет Ка-32 с такой водяной пушкой был поставлен в Южную Корею в ноябре 2005 года. К сожалению информации об эффективности ее применения в настоящий момент нет. В марте – апреле 2010 года на подмосковном аэродроме Остафьево проводились испытания доработанной телескопической пушки, установленной на один из пожарных вертолетов МЧС Москвы [3].

У всех вышеперечисленных систем горизонтального пожаротушения основным недостатком является то, что наведение на цель (в одной плоскости, а то и в обеих) осуществляется пилотом. При расходе тушащего вещества (снижении массы), порывах вихря, изменении передвижения огня ему крайне сложно не только удерживать машину, но еще и отслеживать процесс тушения. В этой связи нужно изобрести автоматическую систему наведения на цель.

Вторая проблема – слишком узкая специализация. Оснащенный помпами, насосами, емкостями для тушащей жидкости, такой вертолет может только пускать струю воды. В его автомобильной кабине, занятой особым противопожарным оборудованием, не могут разместиться ни спасатели, ни спасаемые. В этой связи оборудование, которое будет применяться для тушения пожаров в высотных зданиях по возможности должно быть съёмным. [7].

Третья проблема – низкая эффективность тушения водой. Хотя вероятность прибавления в нее пенообразователей не исключается, но она не в состоянии обеспечить



той же степени пенообразования, на которое талантливо пеногенераторы, давно используемые на наземных и водных автомобильных средствах. При этом размещение такого агрегата, имеющего большую площадь поверхности, на конце долгого ствола создает новые проблемы, связанные с прочностью конструкции

Подводя итоги, следует отметить, что ни в России, ни в других зарубежных странах до сих пор нет универсального многофункционального вертолета для тушения пожаров в условиях городка. Это неповторимая вероятность для разработки летательного инструмента и освоение мирового базара. Хотелось бы закончить статью следующими словами – «Наша промышленность, наша наука готовы к такому перевооружению. Дело осталось за малым – определиться, в каком объеме, количестве и какая техника будет поставляться», – С.К. Шойгу.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1980. – С. 195–198.
2. Гунда С.В., Денисов А.Н., Трифонов Н.Я. Приемлемый пожарный риск // Пожаровзрывобезопасность. – 2009. – № 3. – С. 57–66.
3. Катаева Л.Ю. Анализ динамических процессов аварийных ситуаций природного и техногенного характера: дис. д-ра физ.-мат. наук. – Нижний Новгород, 2009.
4. Катаева Л.Ю. Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера: монография. – М.: РГОТУПС, 2007. – 218 с.
5. Катаева Л.Ю., Постнов А.Д., Лоцилов С.А., Масленников Д.А. О влиянии водного барьера на динамику развития лесного пожара в зависимости от рельефа местности // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – Т. 23, № 1. – С. 30–37.
6. Катаева Л.Ю., Прокофьева М.В. Применение метода крупных частиц для численного решения задачи зажигания жидкого топлива // Современные научные исследования и инновации. – 2012. – № 6 (14). – С. 1.
7. Лоцилов С.А. Исследование влияния интенсивности сброса воды на динамику лесного пожара / С.А. Лоцилов, Д.А. Масленников, А.Д. Постнов, Л.Ю. Катаева // Естественные и технические науки. – № 6. – М.: ООО Изд-во «Спутник+», 2013. – С. 17–23.
8. Романов А.В., Катаева Л.Ю. Метод Патанкара и возможности его оптимизации // Наука и техника транспорта. – М.: РГОТУПС, 2008. – № 3.

### ОБ АВТОРАХ



Фото

**Ибрагимова Айслу Миннizuфаровна**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Авиастроение», профиль «Вертолетостроение» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [ayslu.ibragimova.2016@mail.ru](mailto:ayslu.ibragimova.2016@mail.ru)

## ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДАЧИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

Исхаков Р. Р.

Для подачи химических реагентов в нефтегазодобывающую скважину, а также в трубопроводы сбора и транспортировки нефти для защиты нефтяного оборудования от коррозии, отложений солей, *асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО)* используются установки дозирования химических реагентов.

В настоящее время существует два основных способа подачи химического реагента: периодическая и дозированная. Разовая периодическая закачка реагента в скважину объемом от 50 до 500 и более литров, является экономически не эффективным способом. Дозированная подача с помощью установок дозированной подачи химического реагента, является более эффективным способом вследствие поддержания параметров защиты на оптимальном уровне на протяжении всего цикла отбора жидкости из скважины.[3]

Дозированная подача реагента производится способом закачки в затрубное пространство и дозирования реагента в заданную зону колонны посредством капиллярного трубопровода.[1]

Если поверхностно рассматривать вышеуказанные способы подачи химического реагента легко заметить, что первый из них является не дорогим и менее трудоемким, что является не совсем правильным выводом. При более глубокой проработке и анализе эффективности подачи химического реагента в затрубное пространство по сравнению с подачей при помощи капиллярного трубопровода, можно выделить несколько основных преимуществ второго способа над первым:

### **1. Достоверность доставки химического реагента в требуемую зону колонны.**

В настоящее время эффективность применения химического реагента зависит от параметров добываемой жидкости, способа и метода добычи, условий добычи и т.д. Перечисленные факторы не являются постоянными на протяжении долгого промежутка времени. Вследствие чего доставка химического реагента в требуемую зону методом дозирования в затрубное пространство сильно затруднена, а иногда вовсе невозможна. Например, при доставке химического реагента ниже уровня с меньшей плотностью, чем плотность откачиваемой жидкости. Или подача химического реагента вовнутрь насосно-компрессорной трубы (НКТ) через вводную муфту намного выше уровня в зону нижней границе образования АСПО.[1]

### **2. Полное отсутствие воздействия химически агрессивного реагента на внутрискважинное оборудование, обсадную колонну и колонну НКТ.**

Большинство применяемых химических реагентов являются химически агрессивными. Вследствие чего, преследуя цели защиты оборудования от одного фактора, потребитель не имеет возможность обеспечения защиты от другого. Таким образом, применяя капиллярную трубку для доставки реагента в заданный интервал колонны, мы сводим к минимуму взаимодействие реагента с незащищенной скважинной арматурой и оборудованием.

### **3. Кратное снижение расхода подаваемого химического реагента.**

Затрубное пространство, образованное стенками обсадной колонной и колонной НКТ представляет собой поверхность площадью 1,0 – 3,0 км<sup>2</sup> в зависимости от параметров скважины. В среднем, при подаче реагента дозировкой от 5 до 15 литров в сутки, дозирование составляет примерно 7 - 20 капель в минуту в зависимости от устройства дозирования. Таким образом, что бы достигнуть линии уровня, капля реагента должна преодолеть по поверхности обсадной колонны или колонны НКТ расстояние в несколько тысяч метров, покрывая при этом площадь 1,0 – 3,0 км<sup>2</sup>. В данном случае возникают следующие потери:

- уменьшение скорости и объема капли в связи с возникновением сил трения о поверхность при ламинарном движении жидкости;
- отчасти испарение и высыхание реагента вплоть до оседания на поверхность;
- переход из жидкого состояния в газообразное состояние и т.д. [2]

Таким образом, в реальных условиях, теоретически очень сложно просчитать требуемые параметры дозирования, вследствие чего нефтяным компаниям приходится отталкиваться от рекомендаций производителей химических реагентов и снижать риски путем увеличения объемов подачи реагента в 3 – 5 раз и более.

Применяя капиллярные системы подачи химического реагента большинство фактов, снижающих экономическую эффективность применения химического реагента, отсутствуют.

#### 4. Минимизация воздействия на окружающую среду.

Любой химический реагент, применяемый для защиты, по сути своей относится к опасным веществам. В процессе его производства, транспортировки, хранения и подготовки не исключена вероятность его воздействия с окружающей природой, тем самым нанеся ей не поправимый ущерб. И чем меньше реагента будет использоваться для защиты нефтепромыслового оборудования, тем ниже вероятность негативного воздействия на окружающую среду.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

7. Установки дозирования химреагента УДХ, УДХМ, СУДР. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hms-neftemash.ru/product/nasosnye-stantsii-ustanovki-dozirovaniya-reagentov>– Заглавие с экрана. – (дата обращения 18.12.2016г.).
8. Система доставки химического реагента. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://er-perm.ru/main.php?page=catalog>– Заглавие с экрана. – (дата обращения 18.12.2016г.).
9. Скважинные установки дозирования реагентов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.areopag-spb.ru/skvazhinnye\\_ustanovki\\_dozirovaniya\\_reagentov](http://www.areopag-spb.ru/skvazhinnye_ustanovki_dozirovaniya_reagentov)– Заглавие с экрана. – (дата обращения 20.12.2016г.).

### ОБ АВТОРАХ



Фото

**Исхаков Рустам Рафитович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

E-mail: [riko.95@rambler.ru](mailto:riko.95@rambler.ru)

## ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛАПАННЫХ УЗЛОВ В ШТАНГОВОЙ ГЛУБИННО НАСОСНОЙ УСТАНОВКЕ

Кагарманов И. А., Исхаков Р. Р.

Прекращение или отсутствие фонтанирования обусловило использование других способов подъема нефти на поверхность, например, посредством штанговых скважинных насосов. Этими насосами в настоящее время оборудовано большинство скважин. Дебит скважин — от десятков килограмм в сутки до нескольких тонн. Насосы опускают на глубину от нескольких десятков метров до 3000 м иногда до 3200 — 3400 м.

ШГНУ включает:

а) наземное оборудование — станок-качалка (СК), оборудование устья, блок управления;

б) подземное оборудование — насосно-компрессорные трубы (НКТ), штанги насосные (ШН), штанговый скважинный насос (ШСН) и различные защитные устройства, улучшающие работу установки в осложненных условиях [1].

Одним из элементов, нуждающихся в доработке таких установок, являются клапаны. В большинстве случаев устанавливаются шаровые клапаны. Он зарекомендовал себя как надежный и простой по конструкции элемента насоса. Существуют ряд клапанных узлов, которые могут создать конкуренцию шаровым клапанам. При этом конструкция клапана должна подбираться под условия эксплуатации насосного оборудования, с целью повышения эффективности работы, как клапанов, так и всей насосной установки.

Был произведен анализ отказов штанговых насосов. На первом месте находятся отказы, связанные с обрывом колонны штанг, на втором — отказы, связанные с неисправностью клапанных узлов, на третьем — отказы из-за не герметичности пары цилиндр-плунжер.

Рассмотрим причины отказов, связанные с неисправностью клапанных узлов. Клапаны штанговых насосов, являются основным узлом, от которого зависит работоспособность всего насоса. Клапаны подвержены одновременно механическому, коррозионному и эрозионному износу. В клапанных узлах откладывается песок, парафин смолы, соли и другие продукты выноса из пласта. Это приводит к частым подъемам насосов для замены или ревизии клапанных узлов. Стоимость спускоподъемных операций превышает стоимость насоса и к этому еще необходимо добавить стоимость не добытой нефти по вине простоев. Малые проходные сечения в клапанах является причиной высоких гидравлических сопротивлений и как вследствие этого частых обрывов и зависания штанг, заклинивание плунжера, снижение КПД насоса и выхода его из строя.

Для определения слабых и сильных сторон каждой конструкции, рассмотрим имеющиеся виды клапанных узлов, применяемые в нефтегазовой отрасли.

Управляемый шариковый клапан для откачки высоковязкой нефти. Данный клапан позволяет повысить эффективность работы насоса за счет уменьшения сопротивления потоку жидкости во всасывающем клапане и увеличения коэффициента наполнения штангового насоса, возможна работа такого оборудования в наклонно направленных скважинах за счет принудительного управления и нагнетательным и всасывающим клапанами [2].

Клапан с направляющим штоком. Данный вид клапана позволяет работать в наклонно направленным скважинах за счет направляющего штока. Уплотнительная поверхность запорного элемента образована сферичной поверхностью, что позволяет обеспечить хорошую герметичность [2].

Управляемый клапан штангового насоса. Конструкция повышает надежность работы насоса и коэффициент наполнения за счет исключения отказов при закрытии всасывающего

и нагнетательного клапанов путем их принудительного срабатывания от возвратно-поступательного движения колонны штанг[2].

Самоустанавливающийся управляемый всасывающий клапан глубинного штангового насоса. Данный клапан обеспечивает надежную работу клапана в условиях добычи высоковязкой, с повышенным содержанием парафина нефти из наклонно направленных скважин, предотвращает преждевременное истирание эксплуатационной колонны на участке контактирования ее с насосом[2].

Приведенные выше различные конструкции клапанов говорят. Что на данный момент применение шариковых не является наиболее эффективным видом конструкции. Поэтому необходимо вести своевременный расчет и подбор клапанов для конкретных условий эксплуатации. Это позволит увеличить наработку клапана за счет уменьшения гидравлических потерь в узле и увеличит ресурс всей установки в целом.

Самоустанавливающийся всасывающий клапан глубинного штангового насоса. Позволяет работать в наклонно-направленных скважинах позволяет его самоустановку в оптимальном рабочем положении, обеспечивающем наибольшую производительность, создает возможность для применения широкопроходных всасывающих клапанов. Применение колесной пары исключает преждевременный износ эксплуатационной силы[3].

Скважинные штанговые насосные установки могут работать в сложных условиях эксплуатации благодаря малым продольным и диаметральным габаритам.

Шариковый клапан. Клапаны глубинных скважинных насосов изготавливаются шариковыми, так как эта конструкция обеспечивает наибольшую износостойчивость по сравнению с коническими и плоскими. Большой срок их службы объясняется хорошей притиркой шарика к седлу во время работы при длительном сохранении шариком своих размеров вследствие большой его активной поверхности.

В зависимости от конструкции седла шариковые клапаны бывают с буртом и с гладкой наружной поверхностью. Последние применяются, как правило, в качестве нагнетательных клапанов. Седла клапанов симметричны и при износе одной из кромок поверхности они поворачиваются (переставляются) на  $180^\circ$  для использования другой поверхности.

Для обеспечения герметичности стыка шарик - седло внутренняя кромка седла имеет фаску.

Твердость шарика всегда назначается выше твердости седла, так как при работе шарик должен сохранить свою форму. Твердость шарика обычно бывает 56...70 HRC, седла - 40...50 HRC. Шарик и седло изготавливаются из высокоуглеродистой стали, а в ряде случаев (например, в коррозионной среде) - из бронзы[4].

Каплевидный клапан. Каплевидный клапан имеет схожую конструкцию с шаровым, но запорным элементом является элемент каплевидной формы. Благодаря вытянутой форме запорно элемента жидкость при проходе через клапан почти не создает завихрений потока, а сразу выходит из клапанного узла. Благодаря таким характеристикам в каплевидном клапане лучшие гидравлические характеристики. Это позволяет ему работать для откачки более вязкой нефти, так же существует конструкции клапана с направляющей осью, такая конструкция так же может работать в наклонно-направленных скважинах.

Тарельчатый клапан. В поршневых машинах в основном используются тарельчатые клапана с пружинной нагрузкой. В штанговых насосах пружинные тарельчатые клапаны раньше не находили применения, так как в пластовой жидкости с повышенным содержанием сероводорода пружины не работоспособны.

Но несмотря на приведенные выше недостатки пружинного клапана его конструкция больше всех подходит для работы в штанговом насосе. Для примера перечислим преимущества пружинного тарельчатого клапана над шариковыми клапанами:

1. В клапанах с одинаковым проходным сечением масса тарели в пружинном клапане намного меньше массы шара в шариковом клапане;

2. Тарель имеет направление и каждый раз садится на уплотняемую поверхность на седле. тем самым обеспечивается безударная посадка;
3. Удельные нагрузки в тарельчатом клапане на  $30..50^\circ$  меньше чем в шариковых;
4. Тарельчатый клапан занимает меньше пространства в насосе;
5. Клапан имеет сравнительно низкую стоимость по отношению в шариковым.

Вместо пружины для прижатия тарели к посадочной поверхности могут использоваться: электромагнитное поле и за счет веса запорного элемента. Угол конуса седла и тарели в среднем составляет от  $45^\circ$  —  $60^\circ$ . Седлаклапанов штампуются из хромокремнистой или хромной стали, закаленной до ИКС 50-65. Тарельчатые клапаны применяются для откачки высоковязкой нефти, способны работать в искривлённых скважинах за счёт принудительной посадки запорного элемента[5].

Золотниковый клапан. «Золотниковый клапан» имеет несколько особенностей отличающих его от других клапанов. Клапан содержит корпус и запорный золотник с направляющим штоком и набором уплотнительных колец. Внутренняя часть корпуса выполнена в виде цилиндра. Уплотнительные кольца подпружинены изнутри эластичными кольцами круглого сечения. Золотник заканчивается буртом с конической и плоской поверхностями. Клапан выполнен с двумя независимыми контурами герметизации. Один контур образован конической поверхностью бурта золотника при сопряжении с выполненным в корпусе коническим буртом. Второй контур образован между поверхностью цилиндра и набором уплотнительных колец. Уплотнительные кольца попарно эксцентрично смещены друг от друга на  $180^\circ$ . Каждая последующая пара смещена относительно предыдущей на угол  $360^\circ/2n$ , где  $n$  - число пар уплотнительных колец. Со свободного торца золотника установлена шайба. Эта шайба поджимает к плоской поверхности бурта золотника набор уплотнительных колец[6].

Благодаря такой конструкции зазор в сопряжении равен нулю. Такая конструкция также создает «бреющий» эффект», исключающий выпадение парафина и возможность попадания механических примесей в зону контакта золотника с седлом[6].

Данный вид клапана обладает повышенным ресурсом сёдел клапанов за счет высокой износостойкости и коррозионной стойкости, обеспечиваемых алмазно-кластерным покрытием рабочих поверхностей[6].

Такие клапаны применяются сравнительно недавно для работы в боковых стволах, в которых насос находит в горизонтально положении.

Для повышения показателей работы штанговых насосных установок, целесообразно проводить подбор клапанных узлов для работы в насосе. При таком подходе увеличится наработка насосного оборудования, увеличится коэффициент наполнения насоса. Из-за недостаточной изученности процесса работы клапанного узла, применение различных конструкций не имеет широкого применения.

Таким образом, неисправность клапанных узлов является одной из самых частых причин отказа ШГНУ, в частности, из-за отсутствия методик подбора клапанов по условиям эксплуатации. Клапаны должны подбираться под конкретные условия эксплуатации, что позволит уменьшить утечки через насос, следствием чего является повышение коэффициента наполнения насоса. Каждый клапан имеет свои особенности, благодаря которым он может исправно работать в скважине.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

10. Штанговые насосные установки. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bestreferat.ru/referat-147313.html> – Заглавие с экрана. –(дата обращения 20.12.2016г.).

11. Штанговый насос с управляемыми клапанами для добычи высоковязкой нефти. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2211374> – Заглавие с экрана. –(дата обращения 20.12.2016г.).

12. Самоустанавливающийся всасывающий клапан глубинного штангового насоса. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2238430>– Заглавие с экрана. –(дата обращения 20.12.2016г.).

13. Эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Нефтепромысловое оборудование. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vunivere.ru/work16864/page23>– Заглавие с экрана. –(дата обращения 20.12.2016г.).

14. Клапаны поршневых насосов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://studopedia.ru/9\\_48082\\_klapani-porshnevih-nasosov.html](http://studopedia.ru/9_48082_klapani-porshnevih-nasosov.html) – Заглавие с экрана. –(дата обращения 22.12.2016г.).

15. Клапан золотниковый. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/node/54098>– Заглавие с экрана. –(дата обращения 22.12.2016г.).

## ОБ АВТОРАХ



Фото

**Кагарманов Ирик Айратович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [654123987zxc@mail.ru](mailto:654123987zxc@mail.ru)



Фото

**Исхаков Рустам Рафитович** магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [riko.95@rambler.ru](mailto:riko.95@rambler.ru)

УДК 62-822

## ПРИМЕНЕНИЕ ВАКУУМНЫХ МИНИ – ЭКСКАВАТОРОВ

**Козлова А. В., Целищев В. А.**

Комфортную жизнь современных людей обеспечивает огромное количество коммуникаций. Большая часть из них пролегает под землей. Глубина залегания от 0,5 м до 3 м. Коммуникации подвержены износу и другим негативным факторам, которые выводят их из рабочего состояния. Для того, чтобы добраться, к поврежденному участку трубопровода, используют экскаватор. В ходе работ есть риск повреждения коммуникаций ковшом экскаватора и создания аварийной ситуации, например, повреждение соседствующих с аварийным участком труб газоснабжения, что может повлечь человеческие жертвы и большой материальный урон. Для того, чтобы избежать повреждения соседствующих коммуникаций можно использовать вакуумный мини - экскаватор.



**Рис. 1.** Вакуумный мини-экскаватор Ditch Witch FX -30.[3]

Вакуумный мини-экскаватор является представителем грунтозаборных машин.

Сбор материала происходит, за счет всасывающего воздушного потока, который создается одним или несколькими вентиляторами или вакуумными насосами. Через всасывающий рукав грунт с потоком воздуха попадает внутрь экскаватора, где осаждается в камере сбора материала, а воздух пройдя систему фильтров и выходит обратно в атмосферу. Выгрузка материала осуществляется путем наклона сборочного бака, через люк с гидравлическим приводом. Вакуумные мини - экскаваторы просты в эксплуатации, для их обслуживания достаточно одного оператора. Управление функциями машины производится с пульта дистанционного управления. За счет малого веса и компактных размеров экскаватор обладает большой маневренностью, что необходимо при работе на ограниченных по площади рабочих участках. В крупных городах с высокой плотностью транспортного потока вакуумный мини-экскаватор позволяет выполнять работы, не создавая помех и заторов. Среди сфер его использования преобладают разработкой шурфов при строительных и очистных работах. Забор грунта производится за счет всасывания воздуха вентилятором или насосом. Риск нанесения вреда коммуникациям при использовании этой установки становится минимальным.

Вакуумные мини-экскаватор бывают следующих типов: гидродинамического, воздушного и комбинированного. Самый широко используемый - гидродинамический. При этом методе для выемки грунта в скважине используется вода, особенно это эффективно при разработке глинистых почв. С развитием рынка, происходит усовершенствование вакуумников, они оснащаются гидравлическими стрелами для всасывающих рукавов, отбойным молотком для разрыхления твердых пород и т. д. Дополнение машины гидрооборудованием расширяет возможности ее применения, повышая производительность и экономичность.

Рынок вакуумных мини-экскаваторов насыщен машинами американского производства. Это оправдывается исторически, т. к. США — это родина вакуумного мини-экскаватора. Российский кластер на этом рынке является пустующим, т. к. в нашей стране отсутствуют разработки по данной машине и аналога ей нет.

В 2010 году Нью-Йоркском Департамент государственной службы получил Грант от американского Министерства транспорта, Управление по безопасности трубопроводов с целью поощрения передового опыта в области предотвращения повреждения подземных коммуникации. Был создан совместный проект с участием Нью-Йоркском Департаменте государственной службы, копать безопасно Нью-Йорк, Нью-Йорк Сити и Лонг-Айленд-первый колл-центр, и Северо-Восточной газовой Ассоциации, чтобы продемонстрировать все преимущества использования вакуумных работ для повышения безопасности населения и работников при сокращении ущерба подземного объекта, и в целом расходы по проекту.

Альянс был создан для дальнейшей работы, чтобы найти общий язык с целевой группой. Результаты работы целевой группы, должны были послужить ориентиром для



предотвращения повреждений подземных коммуникаций и распространение наилучших ремонтных практик на территории США. Работа с сообществом вакуумных экскаваторов, предназначена для демонстрации в настоящее время доступности, но малой используемости технологии, улучшающие показатели работ. Повреждения подземных сооружений, которые были, не верно обнаружены, составляли значительную часть общих убытков в Нью-Йорке. Достижения в области вакуумной техники, а также достижения в области пневматического и гидравлического оборудования, предназначенного для того, чтобы безопасно добираться до подземных сооружений, не использовались в полной мере в этой области. Этот проект предназначался для демонстрации вакуумных экскаваторов, и преимущества использования этой технологии для сокращения размеров ущерба подземных объектов и уменьшения общей стоимости подземных ремонтных работ.

Целью проекта было определить, есть ли преимущества или недостатки в использовании этой технологии, с точки зрения экономии, эффективности работы и/или предотвращенных убытков. Если есть преимущества, они могут быть оценены? Это технология лучше подходит для определенных приложений или проектов, чем другие, и если да, то каковы они?

Основополагающая гипотеза данного проекта была в том, что путем выявления и количественной оценки выгод, связанных с использованием этой технологии, было бы утвердительный ответ. И что из уст в уста пользователи вакуумных экскаваторов, которые участвовали в этом проекте, а также поделились результатами с широкой аудиторией через этот доклад.

В проекте участвовали семь строительно-ремонтных фирм, в пользование которым дали вакуумные установки.

По окончании проекта владельцы фирм ответили на интересующие вопросы:

1. «Помог ли ВЭ сэкономить время, затрачиваемое на ремонтные работы?» все 7 фирм ответили положительно. Отметив при этом, экономия времени была увеличена, поскольку было известно точное местоположение и глубина существующих подземных коммуникаций. Изменения направления хода работ были значительно сокращены в связи с известным расположением коммуникаций.

2. «Вам удалось избежать каких-либо повреждений с помощью вакуумных работ?» все респонденты ответили, что во время вакуумных раскопок повреждений коммуникаций не произошло.

3. «Походит ли ВЭ для каких то специального типа работ?», были получены следующие ответы, что ВЭ лучше всего подходит для подземных инженерных проектов на ограниченных по территории участках. Это превосходный вариант для использования на автомобильных дорогах и перегруженных участках коммунальной сферы. Идеально подходит для использования в морозную погоду. Вода, применяемая для разрыхления и вымывания грунта, нагревается до 200 градусов и это увеличивает длительность процесса на 20 минут. Но даже с учетом этого, данная технология гораздо выгоднее по экономии времени с другими способами выемки мерзлого грунта. На выполнение шурфа диаметром 15-20 см и глубиной 1.5 метра уходит всего несколько секунд. При этом риск повредить подземные инженерные коммуникации абсолютно отсутствует. В последующем грунт из бака может использоваться для засыпки ям или шурфов. При экскавации некоторых грунтов требуется их предварительная размывка. Для этого система снабжена баком для воды и насосом высокого давления. Форсунки для воды расположены непосредственно на трубе отсасывающей грунт. К насосу может быть присоединен пистолет для мытья бака или других агрегатов на стройплощадке.

3. «Был ли упрощен поиск коммуникаций?» ответили следующее: да, коммуникации были обнаружены довольно легко, без больших срывов в работе. Поиск их был значительно упрощен и ускорен.

4. «Будете ли вы использовать ВЭ в последующих работах?» владельцы фирм ответили, что несомненно будут использовать данную технологию, 4 из 7 фирм высказали

желание приобрести себе такую технику в штат.

Проанализировав результаты проекта «Vacuum excavation demonstration project» можно сделать следующие выводы о данной установке:

- Использование ВЭ увеличивает скорость работы, возрастает при этом в разы.
- Не требуются вспомогательные механизмы для выемки грунта и вспомогательный транспорт для транспортировки грунта.

• Присутствие и участие малоквалифицированного персонала исключается вовсе. Установка обслуживается одним оператором.

- Обеспечивается чистота на площадке.
- Возможность повредить коммуникации сводится к минимуму.
- Значительно упрощается работа в случае работы на участке с большим скоплением различных подземных коммуникаций.

Но при эксплуатации ВЭ требуется учитывать следующие технические ограничения и недостатки:

- Ограничение по температуре окружающей среды. Рабочий диапазон температур от -20 до +40.
- Максимальная глубина выполненного шурфа 6 метров.
- Рабочее время установки ограничивается объемом заполнения бака для грунта.
- При использовании ВЭ на строительных площадках, следует использовать установку для мелкодисперсного строительного мусора, не превышающего по своим размерам диаметр всасывающего рукава.
- Для обслуживания установки требуется квалифицированный оператор.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ основных причин аварий, произошедших на магистральных трубопроводах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://territoryengineering.ru/vyzov/analiz-osnovnyh-prichin-avarij-proizoshedshih-na-magistralnyh-gazoprovodah/> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 25.10.2016).

2. Доклад «Vacuum Excavation Demonstration Project» [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.digsafelyny.com/sites/default/files/VE\\_All.pdf](http://www.digsafelyny.com/sites/default/files/VE_All.pdf) – Заглавие с экрана. – (дата обращения 28.10.2016).

3. Сайт производства DitchWitch. DitchWitchfx30 <http://www.ditchwitch.com/vacuum-excavators/hydro-excavators/fx30> – (дата обращения 27.11.2016)

### ОБ АВТОРАХ



**Козлова А. В.**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [kozlova88888@mail.ru](mailto:kozlova88888@mail.ru)

**Целищев Владимир Александрович**, зав. каф. прикл. гидромеханики. Дипл. инж. мех. по гидрав. машинам (УАИ, 1982). Д.-р техн. наук по тепловым двигателям (УГАТУ 2000).

Иссл. в обл. автоматизации энергетических установок.

e-mail: [pgl.ugatu@mail.ru](mailto:pgl.ugatu@mail.ru)

## ИНЕРЦИОННЫЕ ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛИ

Комарова М. В.

Находящиеся в атмосферном воздухе частицы способны нанести значительный урон компрессору газотурбинного двигателя. К таким частицам относятся пыль, капельная влага, соль, снег и инородные примеси. Эксплуатация в условиях запыленной среды способствует образованию отложений в газоздушном тракте, что вызывает ускоренный износ деталей, в частности рабочих лопаток компрессора, ухудшение аэродинамических характеристик элементов проточной части, снижение экономичности, эффективности и ресурса работы газотурбинного двигателя. Снижение отложений в таких условиях возможно за счет установки на входе воздухоочистительного устройства (воздухоочистителя).

Воздухоочистительное устройство предназначено для забора и очистки атмосферного воздуха от абразивных частиц и дальнейшей его подачи в газотурбинный двигатель. Использование воздухоочистительного устройства возможно и в других отраслях промышленности, где предъявляются особые требования к чистоте используемого в технологических процессах воздуха при больших объемах его потребления (точное приборостроение, металлургия особо чистых металлов и др.).

Воздухоочистительные устройства, используемые в газотурбинных двигателях, называются инерционными. Принцип их работы основан на использовании центробежной силы инертных частиц, содержащихся в воздухе. Поток запыленного воздуха, поступающему в воздухоочистительное устройство, сообщается вращательное движение. Вследствие инертности пылевые частицы отбрасываются к стенкам, а очищенный воздух направляется в газотурбинный двигатель из центра воронки. Инерционные воздухоочистители способны удалить частицы размером более 5 микрон. Более мелкая пыль остается в потоке воздуха.

Существует несколько видов инерционных воздухоочистителей, различающихся конструкцией решетки (рис. 1).

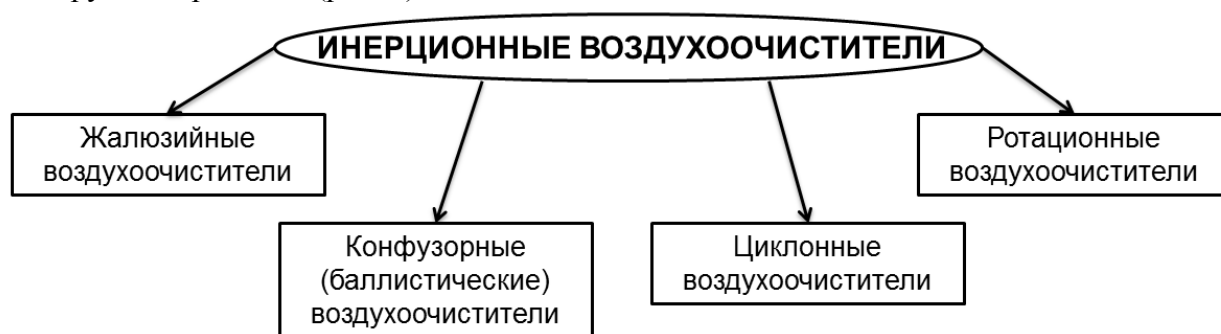


Рис. 1. Классификация инерционных воздухоочистителей

### 1. Жалюзийные воздухоочистители

Решетка жалюзийного инерционного воздухоочистителя (Рис. 2) представляет собой пакет параллельных пластин длиной  $l$ , установленных с шагом  $S$  под углом  $\beta$  относительно фронтальной поверхности решетки. К основным конструктивным параметрам инерционного воздухоочистителя данного типа относят также угол  $\alpha$  наклона фронтальной поверхности решетки по отношению к набегающему воздушному потоку, высоту  $H$  и площадь поверхности  $F_o$  входного сечения воздухоочистителя, длину  $L$  и площадь  $F_p$  фронтальной поверхности решетки, высоту  $h$  и площадь  $F_{отс}$  канала для отсоса отсепарированной пыли.

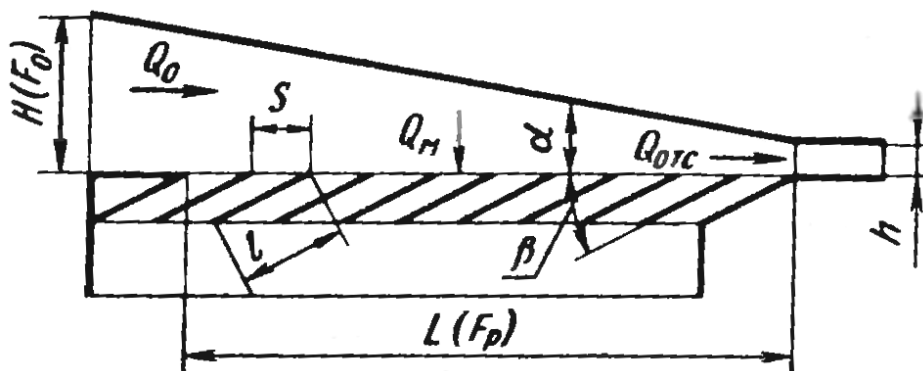


Рис. 2. Схема жалюзийной решетки[1]

Поток запыленного воздуха, проходящий через жалюзийную решетку, при моделировании схематически представляют в виде плоского потока несжимаемой жидкости, который подходит к решетке под углом  $\alpha_1 = \alpha$  со скоростью  $u_1$  и при повороте около кромок пластин теряет частицы пыли, ricoшетирующие от пластин и затем отсасываемые у крайних пластин вместе с частью поступающего воздуха.

Степень очистки атмосферного воздуха от пылевых частиц в жалюзийном воздухоочистителе зависит от густоты решетки: чем она меньше, тем меньше поворот потока и его очистка.

Очищенный воздух отрывается от кромок пластин, образуя в каналах между ними отрывные зоны с приблизительно постоянным давлением. Границы отрывных зон можно рассматривать как линии разрыва касательных скоростей в невязкой жидкости и применять для расчета течения методы теории струй.

Определение полей скоростей воздуха в жалюзийной решетке с помощью вышеупомянутой теории струй представляет трудоемкий процесс. Для упрощенного решения задачи расчета сепарации пыли часто ограничиваются приближенной моделью воздушного потока, учитывающей основные закономерности, установленные при более точном расчете полей скоростей.

Результаты расчетов показывают, что увеличение эффективности очистки воздуха с помощью жалюзийных инерционных воздухоочистителей может быть достигнуто уменьшением угла наклона фронтальной поверхности решетки и шага пластин. Уменьшение угла установки пластин гораздо меньше сказывается на эффективности сепарации пыли.

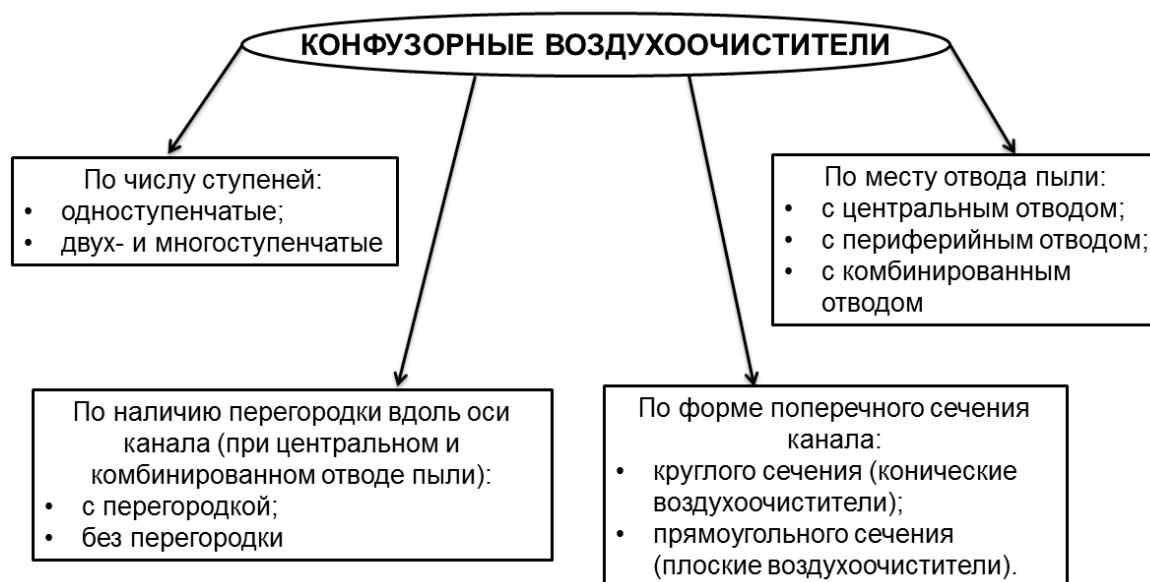
Эффективность жалюзийных инерционных воздухоочистителей зависит и от эксплуатационных параметров: расхода очищенного воздуха и коэффициента отсоса.

Уменьшение потерь давления в решетке жалюзийного воздухоочистителя достигается применением специально профилированных лопаток, устраняющих отрыв потока на кромках. При этом происходит некоторое увеличение эффективности очистки воздуха благодаря обтеканию входного участка профиля лопаток с большой постоянной скоростью и увеличению ricoшетов.[1]

## 2. Конфузорные (баллистические) воздухоочистители

В конфузорных инерционных воздухоочистителях сепарация пыли обусловлена отклонением твердых частиц от направления потока воздуха при его движении в конфузорно-диффузорном канале.

На рисунке 3 представлена классификация конфузорных воздухоочистителей.



**Рис. 3.** Классификация конфузорных воздухоочистителей

В конфузорном воздухоочистителе с центральным отводом пыли траектория твердых частиц после конфузора отклоняется от воздушного потока по направлению к оси канала. Отсепарированная пыль отводится через центральную трубку, а очищенный воздух выходит через периферийные пространства диффузорных участков канала.

В конфузорном воздухоочистителе с периферийным отводом пыли конфузорно-диффузорный канал образуется между корпусом и обтекателем, расположенным внутри него. При выходе из конфузора траектории твердых частиц отклоняются к периферии канала, и отсепарированная пыль отводится через периферийное пространство между корпусом и центральной трубкой, которая расположена за обтекателем. В центральную трубку поступает очищенный воздух.

Двухступенчатый конфузорный воздухоочиститель с комбинированным отводом пыли содержит первую ступень с центральным отводом и вторую ступень с периферийным отводом. Центральный отвод пыли осуществляется через пылеприемный канал, расположенный в обтекателе. Из второй ступени пыль отводится через периферийное пространство между корпусами центральной трубкой для вывода очищенного воздуха. [1]

### 3. Циклонные воздухоочистители (циклоны)

Принцип действия наиболее простого противоточного циклонного воздухоочистителя заключается в следующем: поток запыленного воздуха со значительной скоростью тангенциально вводится в верхнюю часть корпуса – циклон через входной патрубок, расположенный по касательной или по спирали к окружности цилиндрической поверхности циклона. [2] Внутри аппарата формируется вращающийся поток, направленный вниз, к конической части аппарата. Вследствие силы инерции (центробежной силы) частицы пыли выносятся из потока и оседают на стенках воздухоочистителя, затем захватываются вторичным потоком и попадают в нижнюю часть через выпускное отверстие в бункер для сбора пыли. Очищенный от пыли воздушный поток после этого движется снизу вверх и выводится из циклона через соосную выхлопную трубу.

Циклонные воздухоочистители имеют большое разнообразие типов конструкции. Кроме рассмотренного выше противоточного циклона существует менее распространенный – проточный.

Противоточные циклоны различаются размерами, соотношением цилиндрической и конической частей, а также относительной высотой (т.е. отношением высоты к диаметру) цилиндрической части. Чем больше относительная высота, тем меньше коэффициент гидравлического сопротивления и разрежение в бункере для сбора пыли (меньше

вероятность подсоса пыли в аппарат), но меньше степень очистки. Наиболее оптимальна относительная высота 1.6, соответствующая принципу «золотого сечения».

Степень очистки в циклонном воздухоочистителе значительно зависит от дисперсного состава частиц пыли в поступающем на очистку воздушном потоке – чем больше размер частиц, тем эффективнее очистка.

С увеличением диаметра циклона степень очистки также возрастает, но при этом увеличивается металлоемкость аппарата, что соответствует росту денежных затрат. При больших объемах воздуха и высоких требованиях к очистке воздушный поток пропускают через несколько параллельно расположенных циклонных воздухоочистителей малого диаметра. Такую конструкцию называют мультициклоном.

Главными достоинствами циклонного воздухоочистителя являются простота разработки и изготовления, надежность, высокая производительность, способность очистки агрессивных и высокотемпературных воздушных потоков. К недостаткам относятся высокое гидравлическое сопротивление, невозможность улавливания пыли с малым диаметром частиц, а также небольшая долговечность при очистке потока с высокими абразивными свойствами пыли. [3]

#### 4. Ротационные воздухоочистители

В ротационных воздухоочистителях сепарация частиц пыли происходит при движении двухфазного потока в каналах вращающегося ротора под действием центробежных и кориолисовых сил инерции.

Траектории пылевых частиц и их сепарация зависят от направления движения основного воздушного потока в этих каналах. По направлению движения воздуха в сепарирующем роторе конструкции ротационных воздухоочистителей можно разделить на три группы (рис.4).

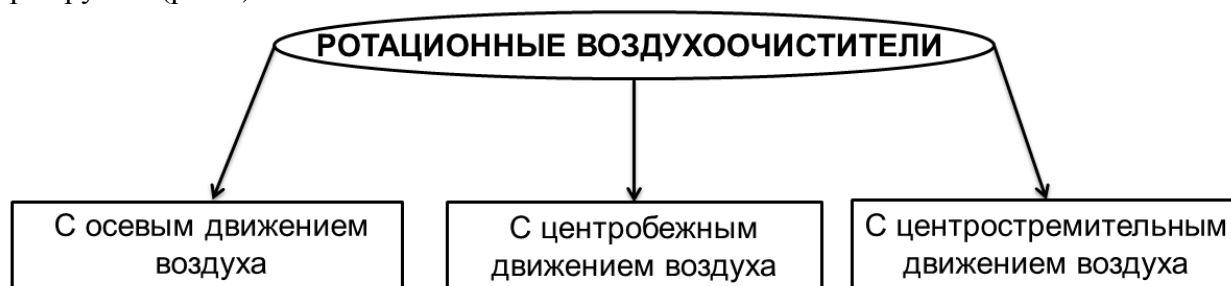


Рис. 4. Классификация ротационных воздухоочистителей

В ротационных воздухоочистителях с осевым движением воздуха (первая группа) основной воздушный поток движется вдоль осевых каналов вращающегося ротора. Траектории частиц пыли отклоняются в радиальном направлении (под действием центробежных сил) и в сторону набегающих лопаток ротора (под действием кориолисовых сил инерции). Отделяются от воздушного потока те пылевые частицы, которые выходят за радиальные пределы ротора раньше, чем поток выносит их из каналов в осевом направлении.

В ротационных воздухоочистителях с центробежным движением воздуха (вторая группа) основной воздушный поток и пыль движутся в радиальном направлении от оси вращения ротора. В результате действия центробежной и кориолисовой сил частицы пыли перемещаются к периферии ротора в направлении к пылесборнику. Основной воздушный поток выходит через патрубок очищенного воздуха.

В ротационных воздухоочистителях с центростремительным движением воздуха (третья группа) воздушный поток всасывается вентиляторным колесом в каналы ротора и движется от периферии к его оси, т. е. в сторону, обратную направлению центробежных сил. Под действием сил инерции частицы пыли отбрасываются в кожух аппарата и направляются в пылесборник. Такие воздухоочистители не получили широкого распространения, т. к. по сравнению с аппаратами первой и второй групп их привод требует

большого расхода энергии.[1]

В данной работе приведена классификация инерционных воздухоочистителей по типу конструкции решетки. В настоящее время наиболее широкое распространение в авиации получили конфузорные воздухоочистители, успешно эксплуатирующиеся преимущественно на вертолетах. Главным достоинством конфузорных воздухоочистителей является способность очищать воздух как от капельной влаги, так и от твердых частиц. Ротационные воздухоочистители, предназначенные для очистки воздуха от капельной влаги, имеют ряд преимуществ перед конфузорными воздухоочистителями: относительно меньшие осевые габариты, более медленное снижение эффективности очистки воздуха с увеличением масштаба устройства, а также более полное использование скоростного напора набегающего потока. Однако способность ротационных воздухоочистителей к защите двигателя от твердых частиц на данный момент недостаточна исследована.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. Степанов Г. Ю., Зицер И. М. Инерционные воздухоочистители. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.

5. Ресурсы сайта «Инженерная энциклопедия» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://engineeringsystems.ru/c/ciklon.php>

6. Ресурсы сайта «Википедия» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

### ОБ АВТОРАХ



**Комарова Марина Владимировна**, магистрант каф. прикладной гидромеханики УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [mkomarova94@mail.ru](mailto:mkomarova94@mail.ru)

УДК 552.08

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР БОКОВЫХ СВЕРЛЯЩИХ КЕРНООТБОРНИКОВ

**Копанев А. Д.**

Нефтяная и газовая промышленность занимает большую роль в топливно-энергетическом комплексе России. Несмотря на истощение разведанных запасов углеводородов, а также рост числа месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, добыча ископаемых углеводородов по-прежнему является важной составляющей экономики Российской Федерации.

Разработка месторождения – длительный и дорогостоящий процесс, который не может быть инициирован, пока не получена информация о его рентабельности. Для того, чтобы получить эту информацию необходимо провести ряд исследований, на основании которых можно делать выводы о том, насколько выгодна добыча углеводородов из данного месторождения, подобрать наиболее рациональный способ разработки.

Среди многочисленных методов исследования скважин можно выделить геофизические, которые связаны со специфичными исследованиями, требующими специальных знаний, и физике земли, свойствах горных пород [1].

К геофизическим методам исследования скважин относятся:

- Различные виды каротажа (электрокартаж, радиоактивный, и т.д.), суть которого заключается в исследовании небольшого пространства вокруг ствола скважины (диаметр варьируется от нескольких сантиметров, до нескольких метров, в зависимости от типа проводимого исследования) путём спуска в неё геофизического зонда;
- Кавернометрия – измерения диаметра скважины для получения кавернограмм, которые применяются совместно с другими результатами геофизических исследований для уточнения геологического разреза скважины [2];
- Исследования кернов для получения информации о составе и свойствах породы скважины.

Во время геофизических исследований также происходит изучение проб флюида, отбираемых из скважины, испытание нефте-газоносных пластов, и т.д.

Для получения наиболее полной и достоверной информации о скважине, необходимо проведение комплекса геофизических работ, включающего многочисленные исследования. С увеличением числа проводимых исследований возрастает и число дорогостоящих спускоподъемных операций (СПО). Часто российские компании, с целью экономии, сокращают количество исследований, что снижает качество геологоразведочных работ и может негативно сказываться на подборе наиболее рационального способа разработки месторождения, и, как следствие, на объемах добычи углеводородов.

Значительно сократить затраты ресурсов на исследования скважин можно путём применения комплекса геофизического оборудования, представляющего собой сочетание нескольких геофизических приборов, спускаемых одновременно в ствол скважины. В результате за одну спускоподъемную работу проводится сразу несколько видов исследований, а конечное количество потребных СПО существенно сокращается.

Наиболее прост и эффективен комплекс из геофизических приборов, в которых применяется электрогидравлический привод, по сравнению с электромеханическим имеющий следующие преимущества:

- меньшая потребляемая мощность;
- больший КПД прибора;
- лучшие массогабаритные характеристики;
- способность развивать большие усилия и крутящие моменты на рабочих органах устройства;
- большая надёжность привода.

Примером геофизического прибора, наиболее полно раскрывающего достоинства применения электрогидравлического привода является боковой сверлящий керноотборник. Гидравлическая элементная база данного устройства может включать гидравлический бак, насос, регулирующую и управляющую арматура, а также ряд рабочих органов, к которым относятся: два гидроцилиндра, приводящих в движение центраторы; гидроцилиндр, прижимающий устройство к стенке скважины во время отбора керна; гидроцилиндр, подавливающий колонковое долото во время отбора керна; гидромотор, приводящий во вращение колонковое долото.

Применение гидропривода в боковом сверлящем керноотборнике позволяет значительно повысить эффективность отбора образцов породы за счет применения малоразмерных высокомоментных гидромоторов. Кроме того, по сравнению с электромоторами, для которых критично резкое снижение частоты вращения из-за увеличения сил трения, гидравлические моторы способны работать в большем диапазоне угловых скоростей и моментов, без возникновения угрозы поломки устройства.



В настоящее время российские геофизические компании отдают предпочтение зарубежным боковым сверлящим керноотборникам. Связано это, в первую очередь, с тем, что на рынке не представлено ни одного современного конкурентоспособного отечественного керноотборника, а из тех устройств, которые находятся в продаже, преобладают либо малоэффективные электромеханические керноотборники, либо безнадежно устаревшие и неконкурентоспособные электрогидравлические приборы.

Отсутствие на рынке конкурентоспособных отечественных боковых сверлящих керноотборников, не уступающих по характеристикам зарубежным устройствам в совокупности с необходимостью создания геофизических приборов, способных работать в комплексе, определяет актуальность разработки электрогидравлического бокового сверлящего керноотборника.

Перед началом проектирования электрогидравлического бокового сверлящего керноотборника, необходимо определить функционал перспективные характеристики, на которые стоит опираться при разработке устройства. Осуществить это можно путём сравнения представленных на рынке современных боковых сверлящих керноотборников.

Среди произведённых в России боковых керноотборников можно выделить СКТ-3М (производства ПАО НПП «ВНИИГИС»), среди зарубежных: XL-Rock (Schlumberger), Max Core (Baker Hughes) и RSCT (Halliburton). Получение перспективных характеристик будет происходить в результате сравнения параметров четырёх вышеназванных керноотборников.

СКТ-3М – электромеханический боковой сверлящий керноотборник российского производства, добавлен в сравнение, поскольку данный прибор является наиболее совершенным среди представленных на рынке современных отечественных боковых керноотборников. Характеристики СКТ-3М представлены в таблице 1, с поправкой на наличие у прибора модификации СКТ-3М-600, предназначенной для отбора кернов из скважин большего диаметра[3].

XL-Rock – электрогидравлический керноотборник, производимый нефтесервисной компанией Schlumberger. Особенностью данного прибора является его способность отбирать керны большого диаметра (до 38,1 мм) и большой длины (до 88,9 мм), что, по заявлениям компании-производителя, значительно повышает информативность отобранного материала. Достигается это использованием корпуса устройства большого диаметра (165 мм), в котором возможно размещение высокомоментного гидромотора с относительно большими габаритами [4].

Схожими характеристиками обладает Max Core – керноотборник компании Baker Hughes. Отбираемый этим устройством керн имеет диаметр до 38,1 мм и длину до 63,5 мм [5].

RSCT (Rotary Sidewall Coring Tool) – электрогидравлический боковой сверлящий керноотборник, производимый компанией Halliburton. В отличие от двух предыдущих устройств, RSCT не способен отбирать образцы породы с большими габаритами (диаметр отбираемого керна - до 24 мм, и длина до 45 мм), но при этом, данный прибор имеет меньшие габариты и способен работать в скважинных гораздо меньшего диаметра [6].

Характеристики XL-Rock, Max Core и RSCT также представлены в таблице 1. К характеристикам относятся максимальная рабочая температура в скважине ( $T_{\max}$ , °C); максимальное рабочее давление в скважине ( $P_{\max}$ , МПа); минимальный и максимальный диаметры скважины, в которых устройство способно отбирать керн ( $D_{\text{скв min}}$  и  $D_{\text{скв max}}$ , мм); емкость кернохранилища ( $n$ , шт); максимальный диаметр прибора ( $D$  прибора, мм); длина прибора ( $L$  прибора, м); диаметр отбираемого керна ( $D$  керна, мм); максимальная длина отбираемого керна ( $L$  керна, мм).

Таблица 1

## Сравнение характеристик боковых сверлящих керноотборников

Параметр	XL Rock, Schlumberger	Max Core, Baker Hughes	RSCT, Halliburto)	СКТ-3М, ВНИИГИС	Среднее значение
Tmax, ° C	177	204	177	150	177
Pmax, МПа	173/207	172	137	100	154
Дскв min, мм	190,5	190,5	146	190	179,25
Дскв max, мм	495,3	355,6	324	600	443
Емкость керно- хранилища n, шт	44/55	60	30	15	51
D прибора, мм	165	162	121	145	148,25
L прибора, м	11,3	16,2	5,5	2,9	8,975
D керна, мм	38,1	38,1	24	22	30,55
L керна, мм	63,5-88,9	63,5	45	50	77,625

Для наиболее объективного сравнения приведённых выше керноотборников применён экспертный метод квалиметрической оценки. В ходе данного сравнения каждому параметру экспертами был присвоен свой коэффициент весомости  $q_i$  таким образом, чтобы выполнялись следующие условия:

- 1) Сумма коэффициентов весомости должна равняться единице:

$$20. \sum_{i=1}^n q_i = 1; \quad (1)$$

- 2) Значение каждого коэффициента весомости должно быть больше нуля:

$$21. q_i > 0; \quad (2)$$

- 3) Значение коэффициента весомости, присваиваемое параметру тем больше, чем важнее данный параметр.

Наиболее важные параметры бокового сверлящего керноотборника – диаметр и длина отбираемого керна, поскольку чем они больше, тем более достоверные и информативные исследования можно проводить с помощью образцов породы.

Следующими по важности идут максимальная рабочая температура и максимальное давление в скважине, при которых способен функционировать прибор: с их увеличением растёт максимальная глубина, на которой керноотборник может отбирать образцы породы.

Прибор меньшего диаметра способен производить отбор керна в скважинах меньшего диаметра, соответственно, с уменьшением данного параметра увеличивается диапазон охватываемых типоразмеров скважин и повышается рентабельность его разработки.

Такие параметры, как емкость кернохранилища, максимальный диаметр скважины и длина прибора наименее важны, поэтому из квалиметрической оценки они исключаются.

Исходя из этого, присвоены следующие значения коэффициентов весомости:

- максимальная рабочая температура,  $q_1=0,17$ ;
- максимальное рабочее давление,  $q_2=0,15$ ;

- минимальный диаметр скважины,  $q_3=0,13$ ;
- диаметр прибора,  $q_5=0,13$ ;
- диаметр керна,  $q_6=0,22$
- длина керна,  $q_7=0,20$ .

Следующий этап квалиметрической оценки – задание значений базовых показателей  $Q_{i\text{баз}}$  и определение численного значения измеряемой величины  $K_i$  по выражениям 3 (применяется в случае, увеличение параметра положительно влияет на качественную оценку прибора) и 4 (применяется в случае, уменьшение параметра положительно влияет на качественную оценку прибора):

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_{i\text{баз}}}; \quad (3)$$

$$K_i = \frac{Q_{i\text{баз}}}{Q_i}; \quad (4)$$

где  $Q_i$  – значение  $i$ -го показателя качества;  $Q_{i\text{баз}}$  – значение  $i$ -го базового показателя.

Выражение 4 применялось только при оценке такого параметра, как диаметр прибора. В остальных случаях использовалось выражение 3.

Результаты квалиметрической оценки представлены в таблице 2.

По результатом квалиметрической оценки, наилучшим боковым сверлящим керноотборником среди сравниваемых является XL-Rock компании Schlumberger, с суммарным значением 0,943. Данный прибор имеет наибольшие значения таких параметров, как диаметр и длина керна, а также максимальное рабочее давление в скважине. Следом за ним идут керноотборники Max Core и RSCT.

Прибор российского производства СКТ-3М показал наихудший результат среди обозреваемых боковых сверлящих керноотборников. Одной из причин этого стал электромеханический привод, применяемый данным устройстве и не позволяющий отбирать образцы породы, обладающие большими диаметром и длиной. Также это затрудняет отбор керна из твёрдых пород.

Таблица 2

## Результаты квалиметрической оценки

	$Q_{i\text{баз}}$	XL-Rock	Max Core	RSCT	СКТ-3М
Tmax	204	0,052	0,06	0,052	0,044
Pmax	207	0,12	0,1	0,08	0,06
Дсв мин	146	0,053	0,053	0,07	0,053
Дпр	121	0,088	0,09	0,12	0,1
Дкерна	38,1	0,33	0,33	0,208	0,19
Лкерна	88,9	0,3	0,214	0,151	0,169
Итоговое значение	-	0,943	0,847	0,681	0,616

В результате квалиметрической оценки определено, что российский прибор СКТ-3М, являющийся на данный момент лучшим боковым сверлящим керноотборником отечественного производства, неконкурентоспособен в сравнении с продукцией зарубежных компаний.

Именно поэтому разработка отечественного современного перспективного электрогидравлического бокового сверлящего керноотборника является актуальной и позволит повысить конкурентоспособность российских геофизических компаний, а также обеспечить импортозамещение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследование скважин. [Электронный ресурс] // Эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. URL: [www.judywhiterealestate.com/oil100.htm](http://www.judywhiterealestate.com/oil100.htm) (Дата обращения: 20.10.2016).
2. Сковородников И. Г. Геофизические исследования скважин. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Екатеринбург: Институт испытаний, 2009. — 471 с.
3. Кернаотборник СКТ-3М. [Электронный ресурс] // ВНИИГИС, ОАО НПП. URL: [www.vniigis.all.biz/kernootbornik-skt-3m-600-g2310515](http://www.vniigis.all.biz/kernootbornik-skt-3m-600-g2310515) (Дата обращения: 08.11.2016).
4. XL-Rock – Боковой грунтонос сверлящего типа для отбора керна большого размера. [Электронный ресурс] // Schlumberger. URL: [www.slb.ru/services/wireline/open\\_hole/imagers/xl-rock/](http://www.slb.ru/services/wireline/open_hole/imagers/xl-rock/) (Дата обращения: 08.11.2016).
5. Technical Data Sheets. [Электронный ресурс] // Baker Hughes. URL: [www.bakerhughes.com/news-and-media/resources/technical-data-sheet/](http://www.bakerhughes.com/news-and-media/resources/technical-data-sheet/) (Дата обращения: 08.11.2016).
6. Rotary Sidewall Coring (RSCT) Toll. [Электронный ресурс] // Halliburton. URL: <http://www.halliburton.com/en-US/ps/wireline-perforating/wireline-and-perforating/open-hole-logging/reservoir-testing-and-fluid-sampling/rotary-sidewall-coring-rsct-tool.page>. (Дата обращения: 08.11.2016).

## ОБ АВТОРАХ



**Копанев Александр Дмитриевич**, магистрант 1 курса каф. прикладной гидромеханики факультета АДЭТ УГАТУ, диплом бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение» (УГАТУ, 2016)

e-mail: [axkopanov@gmail.com](mailto:axkopanov@gmail.com)

УДК 621.6

## РАЗНОВИДНОСТИ И ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ

**Леонов В. В.**

Регуляторы параметров газа – устройства, обеспечивающие с заданной точностью поддержание определенных параметров рабочего тела на постоянном уровне либо изменяющие эти параметры по заданной программе.

Вихревой регулятор – устройство, принцип действия которого основан на взаимодействии потоков рабочей жидкости, при котором происходит образование вихревого (спиралеобразного) течения в камере, называемой вихревой.

Данные устройства классифицируются следующим образом:

- прямого и непрямого действия;
- «до себя» или «после себя»;
- газовые и жидкостные регуляторы в зависимости от рабочей среды, проходящей через дроссельный элемент регулятора.

Принцип работы: автоматический регулятор давления состоит из исполнительного механизма и регулирующего органа. Основной частью исполнительного механизма

является чувствительный элемент, который сравнивает сигналы датчика и текущего значения регулируемого давления. Исполнительный механизм преобразует командный сигнал в регулирующее воздействие и в соответствующее перемещение подвижной части регулирующего органа за счет энергии рабочей среды (это может быть энергия газа, проходящего через регулятор, либо энергия среды от внешнего источника – электрическая, сжатого воздуха, гидравлическая).

Если перестановочное усилие, развиваемое чувствительным элементом регулятора, достаточно большое, то он сам осуществляет функции управления регулирующим органом. Такие регуляторы называются регуляторами прямого действия. К ним относятся регуляторы с датчиком давления в виде пружины, называемыми пружинными регуляторами. Также в качестве датчика величины выходного давления может выступать энергия рабочей среды. Прибор, подающий командный сигнал на исполнительный механизм в виде управляющего давления в данном случае называется «пилотом», а сам регулятор – пилотным. [13]

Исходя из закона регулирования, положенного в основу работы, регуляторы давления бывают астатические, статические и изодромные.

В системах газораспределения два первых типа регуляторов получили наибольшее распространение.

Сфера применения этих устройств чрезвычайно широка: системы трубопроводов для транспортировки природного газа от места его добычи до потребителя; системы с пневматическими или гидравлическими устройствами для регулирования процессов, происходящих по определенному циклу или по заданной программе; системы подачи рабочих жидкостей в объектах гражданского и военного назначения (ракетная и авиационная техника, беспилотные летательные аппараты, автотранспорт); системы автоматического регулирования и др.

Большинство регуляторов работает в неблагоприятных условиях: с высокотемпературными средами; запыленными газами или смесями; с химически агрессивными средами и т. д.

Это такие области применения, как:

- металлургическая промышленность, где газ имеет высокую температуру и содержит примеси тяжелых и раскаленных металлов;
- химическая и биологическая промышленность: в этой отрасли газ может содержать различные элементы, как агрессивные, так и вступающие в реакцию друг с другом или с элементами системы;

Для таких случаев используют регуляторы, основные элементы которых выполнены из специальных материалов; дополнительные системы очистки или фильтрации рабочей среды; ловушки. Все это делает конструкцию менее надежной, и при этом значительно повышает ее себестоимость и затраты на установку и эксплуатацию.

В 60-70-х годах прошлого столетия появились регуляторы, принцип действия которых основывался на турбулентном (спиралевидном) течении потока газа в вихревой камере. На струю входного газа воздействует управляющая струя, которая закручивает поток для образования вихревого течения. Основным преимуществом данного устройства является отсутствие подвижных частей, что значительно упрощает конструкцию и дает возможность использовать этот регулятор там, где это проблематично для других видов регуляторов.

Действие данных устройств основана на вихревом эффекте. Вихревой эффект заключается в разделении газа или жидкости при закручивании в цилиндрической или конической камере на две фракции. На периферии образуется закрученный поток с большей температурой, а в центре – закрученный охлажденный поток. Впервые эффект был открыт в конце 20-х годов 20 века Жозефом Ранком.

На изображении (рис. 1) представлена схема одного из вариантов исполнения вихревого регулятора. [1] Струя питания 2 поступает в вихревую камеру 3 и, заполняя ее,

проходит к центральному выходному каналу 4. При подаче управляющей струи в канал 1, направленный по касательной, возникает ее взаимодействие со струей питания.

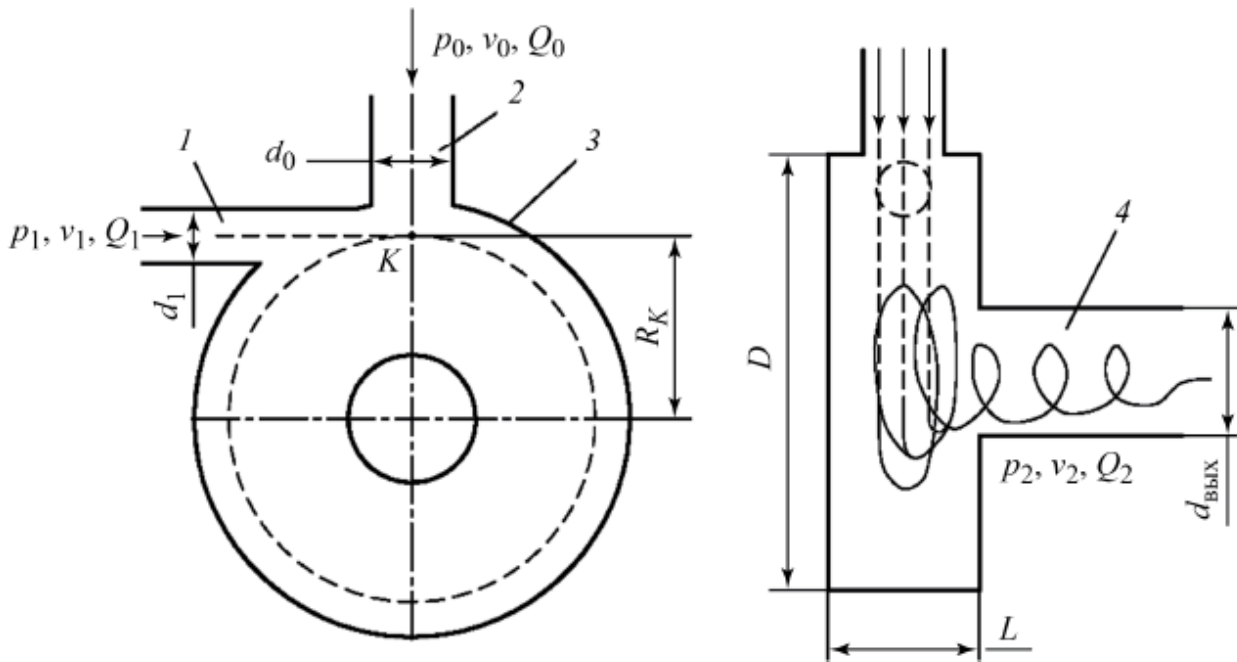


Рис. 1. Схема вихревого регулятора [13]

Вследствие эффекта Коанда [2] струя питания отклоняется и притягивается к цилиндрической стенке вихревой камеры, в результате чего в камере возникает вихревое движение потока газа.

Существуют и другие схемы вихревых регуляторов, отличающиеся, в основном, конструкцией подвода струи питания в рабочую камеру и выходного канала. Основоположник создания и внедрения вихревых регуляторов в СССР – Л.А. Залманзон. Первые публикации и патенты по данной теме появились в конце 60-70-х годов XX в. Параллельно в этой области работали также специалисты в Германии, США и Великобритании. [3-5]

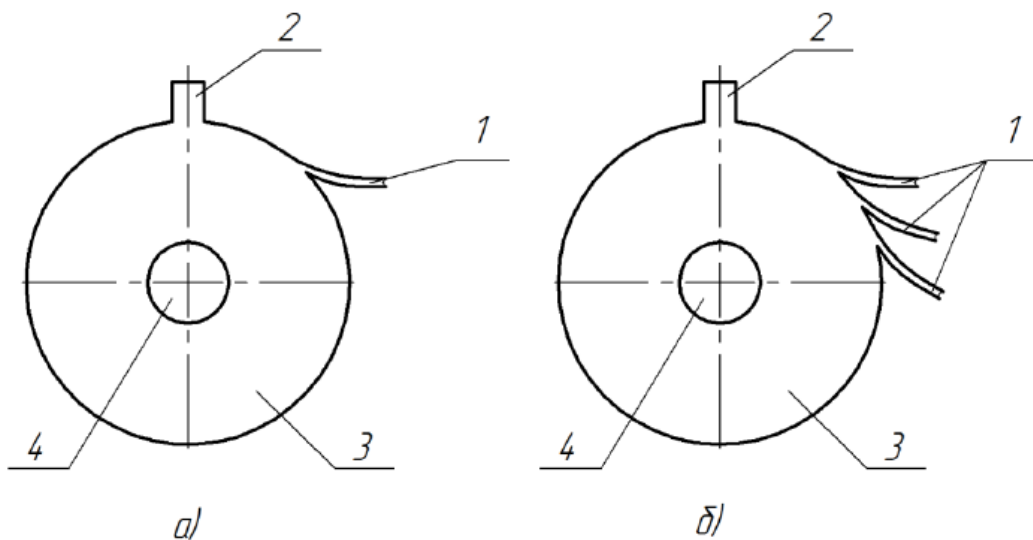


Рис. 2. Схема регулятора с управляющим каналом, расположенным касательно к вихревой камере: а) – один управляющий канал; б) – три управляющих канала;

1 – управляющий канал; 2 – питающий канал; 3 – вихревая камера;  
4 – выходной канал [13]

Вихревой регулятор имеет ряд недостатков:

- не может использоваться как запорный элемент;
- скорость срабатывания значительно меньше, чем у аналогичных, имеющих более сложные конструкции;

- присутствие шума из-за турбулизации потока (вихревого течения).

В то же время вихревой регулятор обладает неоспоримыми преимуществами по сравнению с другими видами регуляторов:

- простота конструкции (отсутствие подвижных элементов);
- долговечность;
- невосприимчивость к воздействию электромагнитных полей;
- невосприимчивость к радиационному воздействию;
- возможность работы с различными газами и их смесями;
- низкая стоимость изготовления (производства);
- низкие эксплуатационные затраты.

Анализ показал, что данный тип регуляторов имеет большой потенциал и широкую область применения из-за отсутствия подвижных частей и, как следствие, простоты конструкции, начиная от регулирования потоков газа в трубопроводах и магистралях, ракетостроении, авиации, заканчивая металлургической (где газ имеет высокую температуру и содержит примеси тяжелых и раскаленных металлов), химической (в этой отрасли газ может содержать различные элементы, как агрессивные, так и вступающие в реакцию друг с другом или с элементами системы) и нефтяной промышленностями (где газ может находиться при высокой температуре и быть загрязненным различными включениями, такими как парами металлов или иметь химически активные частицы). Также данный вид регуляторов используется в высокофорсированных топочных и нагревательных установках, циклонных реакторах, сепарирующих системах.

Вихревые регуляторы могут использоваться в системах транспортировки газа для редуцирования давления природного газа на газораспределительных станциях, газораспределительных пунктах, в системах подготовки топливного и пускового газа компрессорных газоперекачивающих станций.

Данный тип регуляторов имеет большой потенциал и широкую область применения из-за отсутствия подвижных частей и, как следствие, простоты конструкции и несмотря на ряд недостатков таких как: невозможность использования в качестве запорного элемента, низкая, относительно аналогичных более сложных конструкций, скорость срабатывания, присутствие шума из-за турбулизации потока. Обзор литературы [6-11] показал, что полного понимания процессов, происходящих в камере вихревого регулятора, нет. Как именно происходит вихреобразование в камере, зависит от слишком большого количества факторов: физических свойств рабочих тел, кинематических и динамических характеристик потока в выходном и входном сечениях регулятора, геометрических характеристик камеры и каналов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаенко В.Ф. Пневмоавтоматика ракетно-космических систем. Будник В.С., ред. Москва, Машиностроение, 1979, 168 с.
2. Смирнов Г.В. Рожденные вихрем. Москва, Знание, 1982, 192 с.
3. Mayer E.A. Adjustable Vortex pressure regulator. Pap. ASME, 1970, N Flcs-9, 8 p.
4. Method and vortex pressure regulator apparatus. Patent 3,628,549 US. Mayer E.A., Int. Cl. Application from 20.01.1970.
5. Erdely J. Further investigation of the Ranque phenomenon. Acta technical Academiae Scientiarum Hungaricae, T. 46, Fasc. 3-4, 1964.
6. Glaettly H.H. Digital fluid logic elements. Advances in computers, vol. 4, Edit. by: A. Franz, M. Rubinoff., 1963, 312 p.
7. Mayer E.A., Maker P. Control characteristics of vortex valves. Proceedings of the

Second Fluid Amplification Symposium, vol. II, 1964.

8. Sarpkaya T. Characteristics of counter-vortex oscillator. Proceedings of the Second Fluid Amplification Symposium, vol. II, 1964.

9. Залманзон Л.А. Теория элементов пневмоники. Москва—Ленинград, Изд-во Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1969, 508 с.

10. Лебедев И.В., Трескунов С.Л., Яковенко В.С. Элементы струйной авто-матики. — Москва, Машиностроение, 1973, с. 289–314.

11. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. Москва—Ленинград, Госэнерго-издат, 1961, 680 с.

12. Черный Г.Г. Газовая динамика. Москва, Наука, 1988, 424 с

13. Белова О.В., Стародубцев А.А., Чернышев А.В. Вихревой регулятор давления газа ГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 7 стр

## ОБ АВТОРАХ



Фото

**Леонов Владислав Владимирович**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [vlad-is-lav-leonov@yandex.ru](mailto:vlad-is-lav-leonov@yandex.ru)

УДК 621.432

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВПРЫСКА ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

**Мамыкин А. Д., Петров П. В.**

В настоящее время перед двигателестроением стоит задача – добиться наибольшей мощности двигателя, уменьшить токсичность отработавших газов и снизить расход топлив. Пути решения этих проблем ученые и инженеры начали изучать еще с XX века. Одним из решений этих проблем стало появление электронной системы впрыска топлива, сменившей традиционный «карбюраторный» двигатель. Несмотря на значительные преимущества данной системы, проблемы экологии, мощности и расхода топлива сохранились. Другим решением этой проблемы является создание многотопливного двигателя, осуществляющий рабочий процесс для любого топлива нефтяного происхождения. В обзорной статье представлено развитие систем впрыска, их описание, принцип работы, применение, а также тенденции их развития в двигателестроении.

Проблема экологии окружающей среды кардинально изменила автомобильные технологии. Основные тренды последних лет – гибридикация, облегчение и уменьшение размеров, электрификация силовых установок автомобилей. Эпоха карбюраторных двигателей продолжалась бы долго, если бы не ужесточение требований к экологичности. Число автомобилей в мире выросло настолько, что в любой стране проблема снижения выбросов отработавших газов в окружающую среду стала общенациональной, а для ее решения потребовалось вмешательство государства. До 1993 года в Европе действовали стандарты по нормам токсичности, в которые свободно укладывались карбюраторные двигатели [5]. В 1993 году в Европе были приняты жесткие требования по нормам токсичности, названные Евро-1. В связи с резким ограничением содержания вредных



веществ в выхлопных газах появилось ограничение по испарениям топлива из систем автомобиля [5]. Из всех вариантов снижения вредных выбросов самым эффективным оказалось использование каталитического нейтрализатора, однако его особенность в том, что для эффективной борьбы с вредными компонентами топливо должно подаваться в двигатель в строгой пропорции с воздухом ( $\alpha=1$ ). Механический карбюратор оказался не в состоянии обеспечивать точную дозировку топлива для осуществления благоприятного рабочего процесса, и на смену ему пришел «электронный карбюратор» (форсунка–распылитель). Механический впрыск сменил впрыск электронный.

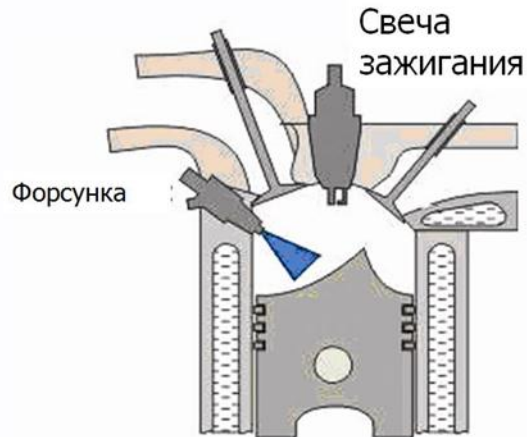
Первые электронные системы впрыска появились еще задолго (в начале XX века) до их массового применения (конец XX века). Однако, как уже было сказано, их применение в то время не было целесообразно ввиду их дороговизны, сложности обслуживания и неразвитостью (отсутствие в них электроники). Отсутствие проблемы экологии в то время также являлось причиной массового использования карбюраторов. Поэтому лишь в конце XX века с развитием электроники и появлении проблемы экологии системы впрыска нашли свое массовое применение. По ходу массового применения электронных систем впрыска в двигателестроении можно выделить следующие этапы их появления: центральный впрыск (70 – 80-е года XX века), распределенный впрыск (80-е года XX века), непосредственный впрыск (90-е года XX века).

Центральный впрыск был исторически первой и самой простой системой впрыска и поэтому в свое время получил довольно широкое распространение. Принципиально система очень проста: в ней используется одна форсунка, которая постоянно распыляет бензин в один на все цилиндры впускной коллектор. В коллектор же подается и воздух, поэтому здесь образуется топливно-воздушная смесь, которая через впускные клапаны поступает в цилиндры [3]. Преимущества моновпрыска были очевидны: эта система очень проста, для изменения режима работы двигателя нужно управлять только одной форсункой, и сам двигатель претерпевает незначительные изменения, ведь форсунка ставится на место карбюратора. Однако моновпрыск имеет и недостатки, в первую очередь – эта система не может обеспечить все возрастающие требования по экологической безопасности. Кроме того, поломка одной форсунки фактически выводит двигатель из строя. Поэтому на сегодняшний день такая система практически не применяется.

В системах с распределенным впрыском используются форсунки по числу цилиндров, то есть у каждого цилиндра – своя форсунка, расположенная во впускном коллекторе. Все форсунки объединены топливной рампой, через которую в них подается топливо. На сегодняшний день эта система наиболее распространенная среди бензиновых двигателей. Двигатели с такими системами питания обладают лучшей топливной экономичностью и пониженным содержанием вредных веществ в отработавших газах по сравнению с карбюраторными двигателями и моновпрыском. Однако, несмотря на ее массовое использование в настоящее время в силу ее невысокой стоимости и невысоким требованиям к качеству топлива, такая система не удовлетворяет современным нормам токсичности. Поэтому в начале 90-х годов XX века ученые и инженеры компании Mitsubishi первыми разработали принципиально новую систему непосредственного впрыска GDI (Gasoline Direct Injection) [4].

Системы с непосредственным впрыском наиболее сложные и дорогие, однако, они обеспечивают наилучшие показатели по мощности, экономичности и экологичности (в сочетании с трехкомпонентным каталитическим нейтрализатором). Более того, непосредственный впрыск дает возможность быстро изменять режим работы двигателя, максимально точно регулировать подачу топлива в каждый цилиндр и т.д. В системах с непосредственным впрыском (рис. 1) топлива форсунки установлены непосредственно в головке, распыляя топливо сразу в цилиндр, избегая «посредников» в виде впускного коллектора и впускного клапана (или клапанов) [4]. С годами такая система GDI совершенствовалась. Появились системы второго и третьего поколения, отличавшиеся конфигурацией камеры сгорания и расположением форсунок, тем самым улучшая

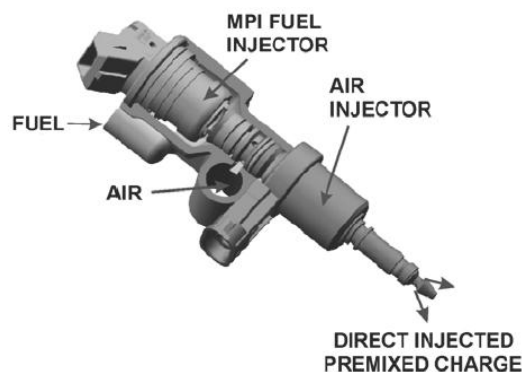
характеристики двигателя. Однако все рассмотренные системы обладают одним существенным недостатком – системы работали с одним определенным видом топлива.



**Рис.1.** Система непосредственного впрыска первого поколения

На сегодняшний день основные тенденции развития направления в двигателестроении связаны с совершенствованием эффективных показателей двигателя и снижением его токсичности (главная проблема – оксиды азота). Совершенствование эффективных показателей двигателей в основном осуществлялось без учета системы «нефтеперерабатывающий завод – продукт(топливо) – двигатель», при этом ужесточались требования к топливу и повышалась его стоимость. С экономической и эффективной точки зрения решение этой проблемы может стать создание многотопливного двигателя, способного работать на топливах разного фракционного состава, а также работать на биотопливе из возобновляемых источников энергии. Для достижения высоких эффективных показателей такой двигатель должен обладать удельной массой бензинового двигателя и топливной экономичностью дизельного двигателя [2]. Рабочий процесс такого двигателя, как утверждает автор [2] должен осуществляться с учетом условий:

- подвод теплоты в цикле, близкий к изохорному [2];
- работа при степени сжатия 12–15 [2];
- качественное регулирование мощности (работа в широком диапазоне коэффициента избытка воздуха) [2];
- возможность работы двигателя на современном топливе и биотопливах;
- воспламенение топливно-воздушной смеси от внешнего источника (свеча зажигания).



**Рис.2.** Пневматическая система впрыска Orbital

Для того чтобы создать такой двигатель, необходимо решить проблему, связанную с воспламенением и бездетанационным сгоранием топлива [2]. Применение свечи зажигания (или любого другого внешнего источника) позволит решить проблему с воспламенением. Также это позволит решить проблему задержки самовоспламенения

дизельного топлива, а также даст возможность управлять моментом воспламенения. Топливо в районе искрового заряда должно быть в форме газа, при условии нахождения смеси в концентрационных пределах воспламенения [2]. Обеспечение таких условий характерно для частичных и полных нагрузок. Работа двигателя на частичных нагрузках при качественном регулировании на однородной смеси невозможна, так как при высоком коэффициенте избытка воздуха смесь не воспламеняется [2]. Для легких топлив (бензин) эта проблема была решена послойным смесеобразованием в бензиновых двигателях с непосредственным впрыском второго поколения (сопло форсунки располагается вблизи свечи зажигания).

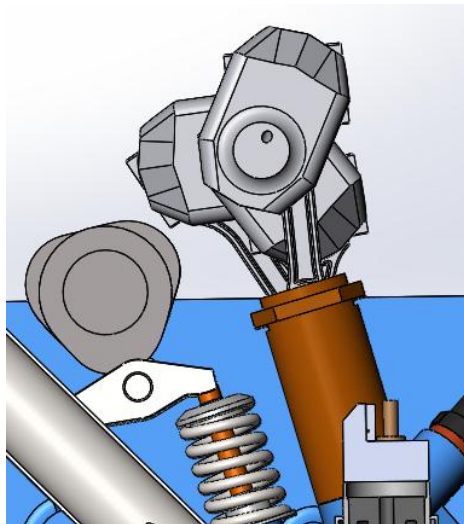
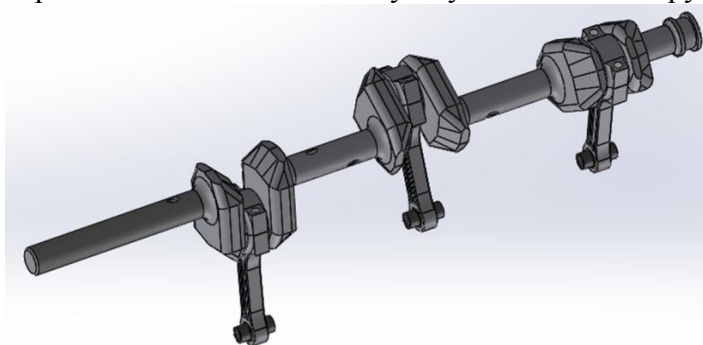


Рис.3. Механический привод насос-форсунки

Для воспламенения тяжелых топлив на всех режимах нагрузки австралийской корпорацией Orbital была разработана пневматическая система впрыска (распыливания) топлива (рис.2). Данная система впрыскивает топливо под небольшим давлением (0,8 МПа) вместе с подачей небольшого количества сжатого воздуха для улучшения смесеобразования. Сжатый воздух для системы топливоподачи подается небольшим компрессором, развивающим давление около 0,6 МПа. Топливовоздушная смесь впрыскивается непосредственно к свече зажигания, при этом не требуется специальной формы поверхности поршня или специально организованного вихревого движения воздуха в целях достижения стабильного воспламенения топлива [4]. Форма поверхности поршня выбирается в большей мере из условий сгорания, а не воспламенения. Максимальное соотношение воздуха к топливу на холостом ходе равна 50:1, степень сжатия – 10,5 [4]. Однако подача при таком низком давлении говорит о необходимости применения ранних углов опережения впрыска, что говорит о необходимости понизить степень сжатия из-за детонации и не позволяет в полной мере использовать качественное регулирование, т.к. при раннем впрыске на малых нагрузках смесь успевает выйти за пределы воспламенения (смесь становится однородной). Выходом является использование поздних углов опережения впрыска. Решением данной проблемы является частичное испарение и предварительный нагрев топлива в процессе его сжатия в полости компрессор-форсунки непосредственного впрыска [2]. Для того чтобы компрессор-форсунка смогла создать необходимое давление смеси и появилась возможность использовать поздние углы опережения зажигания, необходимо создать механизм, который осуществлял бы сжатие воздуха и топлива. На кафедре ДВС УГАТУ разрабатывается многотопливный двигатель для малой авиации, в котором для осуществления процесса сжатия топлива в двигателе был исследован и сконструирован механический привод (рис.3) насос-форсунки. Сжатие воздуха и топлива, подведенного в полость первой ступени сжатия, осуществляется в результате возвратно-поступательного движения дифференциального поршня, соединенного с шатуном, совершающий плоскопараллельное движение, который в свою

очередь приводится в движение от коленчатого вала, совершающего вращательное движение [2]. Привод коленчатого вала компрессор–форсунки осуществляется от коленчатого вала двигателя конической передачей, что высокое давление сжатия. Далее сжатая смесь через канал подачи топлива поступает в форсунку–распылитель, которая в определенный момент впрыскивает топливно–воздушную смесь в камеру сгорания.



**Рис.4.** Модель механического привода

Конструкция коленчатого вала трёхцилиндрового авиационного поршневого двигателя выполнена цельной, т.к. двигатель является быстроходным и у цельного вала выше жесткость и прочность по сравнению с составной конструкцией [1]. Форма щеки призматическая, она более проста в изготовлении, чем овальная щека. Для уменьшения веса щеки выполнены с округлыми кромками. С этой же целью вал выполнен без использования противовесов, поскольку вал обладает невысокими силами инерциями первого порядка вследствие невысоких его оборотов и малой массы. Наибольшие концентрации напряжения возникают в месте перехода щеки и шатунной шейки. Для снижения концентрации напряжений в этих местах расположены галтели, а в местах перехода щеки и коренной шейки используются скругления. Фиксация вала от осевого смещения осуществляется на коренной опоре. Используется только одна из коренных опор для того, чтобы при тепловом расширении сохранялась возможность перемещения, как самого вала, так и элементов остова двигателя. Масляные каналы выполнены косым сверлением со стороны коренной шейки по направлению к шатунной шейки. Затем сквозным сверлением в шатунной шейке они соединяются. В качестве материала коленчатого вала использовалась сталь 40ХН. По конструкции шатуны выполнены разъемными, нижняя часть (крышка) отделена от остальной части. Соединение шатуна и крышки шатуна осуществляется при помощи болтов. Сечение стержня шатуна выполнено по форме двутавра [1]. Поршневая головка тонкостенная. Материал шатуна сталь 45Г2. Поршневой палец выполнен по типу - палец «равного сопротивлению изгибу» с коническими отверстиями [1].

**Таблица 1**

**Результаты расчета на прочность деталей привода**

Название	Запас прочности n
Коленчатый вал	5,8
Шатун	6,3
Шатунные болты	4,9
Поршневой палец	3,6

В исследовательской работе, посвященной конструированию данного привода, был произведен статический расчет теплонапряженного состояния деталей привода, результаты которого показали его работоспособность и возможность дальнейшего снижения запаса прочности до оптимального значения ( $n=2 - 2,5$ ) с целью понижения массы деталей и повышения удельной мощности двигателя. В связи с растущими требованиями к экологии и стремлении сделать двигатель еще более мощным, экономичным и надежным, проблема создания многотопливного двигателя с каждым днем

становится актуальнее и решаемой.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: Учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки "Энергомашиностроение" / Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; под ред. Н.Д. Чайнова. М.: Машиностроение, 2008. 496 с., ил.

2. Гарипов М. Д., Еникеев Р. Д., Сакулин Р. Ю. Рабочие процессы и конструирование двигателей, работающих на биотопливах: учебное пособие. Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа: УГАТУ, 2008 – 107 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей: учебное пособие для вузов / под редакцией Орлина – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985.

4. Systemsauto. Системы впрыска [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://systemsauto.ru/feeding/feeding.html> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 9.12.2016)

5. Экологические проблемы двс и пути их решения [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.rusnauka.com/36\\_PWMN\\_2010/Tecnic/76794.doc.htm](http://www.rusnauka.com/36_PWMN_2010/Tecnic/76794.doc.htm) – Заглавие с экрана. – (дата обращения 5.12.2016)

### ОБ АВТОРАХ



Фото

**Мамыкин Антон Дмитриевич**, магистрант гр.ЭГМ-106 кафедры прикладной гидромеханики УГАТУ, диплом бакалавра по направлению "Двигатели внутреннего сгорания"(УГАТУ, 2016), исследования в области топливной аппаратуры авиационного поршневого двигателя.

E-mail: [amddd9443@gmail.com](mailto:amddd9443@gmail.com)



Фото

**Петров Павел Валерьевич**, доцент кафедры прикладной гидромеханики. М-р техн. и технол. по гидравл., вакуумн., и компрес. технике (УГАТУ, 2006). Канд. техн. Наук по гидравл. машинам и гидропневмоагг.(УГАТУ, 2009). Иссл. в обл. гидромех. систем автоматики ЛА и двиг. установок.

E-mail: [pgl.petrov@mail.ru](mailto:pgl.petrov@mail.ru)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ОБЗОР КАВЕРНОМЕРОВ

Санкина Е. Н.

Геофизические исследования скважин необходимы для изучения геологического разреза скважин с целью определения наличия в породе углеводородов, технического состояния скважин и контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений [1]. Кавернометрия является неотъемлемой частью геофизических исследований скважин, выполняя такие функции, как измерение диаметра скважины, определение местоположения каверн и необходимого объема цемента для крепления скважины.

Кавернометрия может относиться как к косвенным методам исследования скважин, так и к прямым. В первом случае каверномер опускается в скважину наряду с каротажными зондами (электрический, радиоактивный, акустический каротаж), а кавернограмма рассматривается в совокупности с другими диаграммами для уточнения геологического разреза скважин. Во втором случае кавернометрия выступает в качестве самостоятельного метода исследования, данные которого являются базой для начала исследований другими устройствами, такими как перфоратор, керноотборник и др.

Каверномеры отличаются по способу доставки до забоя скважины. Различают автономные модули, опускаемые на бурильных или насосно-компрессорных трубах, и приборы, опускаемые на геофизических кабелях.

Каверномеры также различают на самостоятельные приборы и приборы, работающие в комплексе с другим геофизическим оборудованием.

Существует несколько видов каверномеров в зависимости от принципа их работы. К наиболее распространенным относится электромеханический, оптический и ультразвуковой каверномеры.

Электромеханический каверномер имеет три или четыре измерительных щупа и измерительное устройство (датчик перемещения). Концы рычагов прижимаются к стенкам скважины при помощи пружин. Сами щупы связаны с подвижным элементом (ползунком датчика перемещения) через толкатели. Таким образом, при изменении диаметра скважины происходит смещение положения рычагов, а, следовательно, пропорциональное изменение показаний датчика перемещения. На поверхности с помощью каротажной станции производится запись кривой изменений диаметра скважины от забоя до устья. К недостаткам электромеханического привода относятся быстрый износ деталей и сравнительно невысокий коэффициент полезного действия исполнительного привода.

Оптический каверномер, как правило, включает в себя наконечник и систему рычагов, а также имеет возможность расположения внутри ствола скважины. Принцип работы данного прибора схож с принципом действия электромеханического каверномера. Особенностью оптического каверномера является наличие оптических датчиков, фиксирующих изменение положения щупов. Недостаток такого устройства – ограниченные функциональные возможности, обусловленные применением оптического волокна, исключающего возможность замены на геофизический кабель. Помимо этого, электрооптический кабель сложен в изготовлении и может работать в ограниченном диапазоне температур.

**Сравнительная характеристика комплексов российского производства, имеющих в своем составе модуль или прибор каверномера/профилемера**

	Название комплекса							PGC-100 (прибор KLEN- 100EH)**
	АМК «Горизонт 90-АП»	АГС «Горизонт аль-2» (модуль САП-90А)	АСПГ	АСПГ- 108	АСПГ -150	4СКП (серия «Каскад» )		
Производитель	НПФ «АМК Горизонт», ПАО НПФ «ВНИИГИС », г. Октябрьски й	АО НПФ «Геофизик а», г. Уфа	ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь					–
Способ доставки на забой	На буровом инструмент е	На буровом инструмен те или НКТ	На буровом инструменте			На ГК	На ГК	
Тип устройства	прибор	модуль	прибор				прибор	
Габариты прибора	d <sub>пр</sub> , мм	90	–	90	108	150	76	100
	l <sub>пр</sub> , мм	4000	2500	3100	3300	3070	3500	2500
Масса прибора	m <sub>пр</sub> , кг	–	851 (90)	115	150	150	78	–
Термобари ческие условия в скважине	P <sub>max</sub> , МПА	60(80*)	60	60÷120			80÷140	170
	T <sub>max</sub> , °С	125	120	90÷150			120÷200	180
Диаметр скважины	d <sub>скв</sub> , мм	110÷216	120÷220	120÷16 0	216	219	100÷600	118÷350
Время непрерывн ой работы	t, ч	19(38*)	16	8		10	–	–

\* - зависит от модификации прибора

\*\* - перспективный геофизический комплекс

Ультразвуковой каверномер представляет собой скважинный прибор с двумя закрепленными на противоположных сторонах электроакустическими преобразователями направленного действия, работающих на прием и передачу ультразвуковых колебаний. На необходимой глубине излучатели попеременно передают колебания в сторону стенок скважины и принимают отраженный импульс. Время между моментом излучения колебания и получением ответного импульса от стенки скважины пропорционально расстоянию от каждого из преобразователей до стенок скважины [2]. К недочету ультразвукового каверномера относится зависимость качества отраженного сигнала от характера породы.

Общим недостатком вышеперечисленных каверномеров является то, что они предназначены исключительно для самостоятельной работы и не имеют возможности работать в комплексе с другим геофизическим оборудованием. Это означает, что для выполнения измерений таких приборов необходимо совершать дополнительные спускоподъемные операции, что влечет за собой увеличение времени задалживания скважины и как следствие удорожание стоимости работ.

В связи с этим является перспективным использование комплексов, включающих в себя несколько приборов и позволяющих за одну спускоподъемную операцию проводить целый ряд исследований. Сравнительная характеристика комплексов российского производства, имеющих в своем составе модуль или прибор каверномера (профилемера),

приведена в таблице 1.

Аппаратурно-методический комплекс АМК «Горизонт 90-АП» (производитель НПФ «АМК Горизонт», ПАО НПФ «ВНИИГИС», г. Октябрьский) – одна из модификаций АМК «Горизонт». Прибор, доставляемый на забой скважины на бурильном инструменте, работает автономно, при необходимости может быть соединен с другими приборами АМК «Горизонт» при помощи замковой резьбы или резьбы насосно-компрессорных труб (НКТ). «Горизонт 90-АП» снабжен центральным процессором и жестким накопителем информации «флеш-память». Прибор имеет центраторы [3].

Автономная геофизическая система АГС «Горизонталь-2» (производитель АО НПФ «Геофизика», г. Уфа) – бесконтейнерный вариант АГС «Горизонталь» для открытого ствола. В состав комплекса помимо модуля скважинного акустического профилера САП-90А входит: модули каротажа, модуль инклинометра с каналом гамма каротажа ИМА-90. Комплекс доставляется на забой скважины при помощи бурильных труб или НКТ. Прибор имеет центраторы [4].

Акустические автономные профиломеры АСПГ, АСПГ-108, АСПГ-150 (производитель ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь), доставляемые на забой на бурильном инструменте, предназначены как для самостоятельной работы, так и для работы в комплексе при помощи специальных соединительных устройств на обоих концах прибора. Конструкция межприборного соединения обеспечивает возможность изгиба до 5°, что облегчает прохождение сборкой участков интенсивного набора угла в скважине. Каждый профиломер снабжен восемью измерительными пьезоэлектрическими преобразователями, расположенными вдоль образующей зонда прибора со сдвигом 45° [5].

Достоинствами автономных комплексов является возможность проведения исследования горизонтальных или наклонно направленных скважин, а также снижение аварийности работ за счет отсутствия геофизического кабеля. Однако последнее предполагает ограниченное время исследования и отсутствие возможности регистрации данных измерений в режиме реального времени, в связи с чем информация записывается на разных физических носителях, имеющих ограниченный объем памяти.

Скважинный каверномер-профиломер 4СКП (ООО «Нефтегазгеофизика», г. Тверь) входит в комплекс модульных скважинных приборов серии «Каскад». Каверномер-профиломер, опускаемый в скважину на грузонесущем геофизическом кабеле (ГГК), может эксплуатироваться отдельно или в сборках с другими приборами серии "Каскад". Измерения проводятся с помощью резистивных датчиков перемещения, каждый из которых механически связан со своим рычагом.

В отличие от вышеописанных комплексов данный прибор лишен таких недостатков, как невозможность считывания информации наземной каротажной станцией в режиме реального времени и ограниченный объем памяти. Однако, те и другие комплексы имеют в своем составе недостаточный набор методов исследований – каротаж, кавернометрия (профилометрия), инклинометрия и т.п.

На основе проведенной классификации каверномеров и последующего анализа можно сделать вывод о том, что актуальным является проведение работ в области разработки геофизических комплексов, включающих такие методы исследования как кавернометрия, отбор керна и флюида, испытание пласта и т.д.

В последнее время все большее распространение в составе скважинной аппаратуры получает гидрооборудование, отличающееся надежностью и компактностью, что предопределяет актуальность создания гидравлического геофизического комплекса. Таким образом, благодаря использованию данного комплекса станет возможным проведение одной спускоподъемной операции вместо нескольких, что означает экономию времени простаивания скважины, а соответственно денежных средств на оплату услуг буровой бригады.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ



1. Косков В.Н. Геофизические исследования скважин: Учеб. пособие / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 122 с
2. Санкина Е.Н. Виды технических средств для измерения диаметра скважин. Тезисы Всероссийской НТК "Мавлютовские чтения", Уфа, УГАТУ. - 2016, с. 134-135
3. Каталог ГИС: Геофизические исследования горизонтальных скважин. [Электронный ресурс] // «АМК Горизонт НПФ». URL: <http://amk-gorizont.ru/ct-menu-item-45> (Дата обращения: 15.10.2016)
4. Каталог продукции АО НПФ Геофизика 2015. [Электронный ресурс] // АО НПФ «Геофизика». URL: <http://www.npf-geofizika.ru/> (Дата обращения: 19.12.2016)
5. Каталог ГИС 2016. [Электронный ресурс] // ООО «Нефтегазгеофизика». URL: <http://www.karotazh.ru/ru/documentation/catalog> (Дата обращения: 19.12.2016)

## ОБ АВТОРАХ



**Санкина Елена Николаевна**, магистрант 1 курса каф. прикладной гидромеханики факультета АДЭТ УГАТУ, диплом бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение» (УГАТУ, 2016)

e-mail: [helena-paloma@ya.ru](mailto:helena-paloma@ya.ru)

УДК 62-822

## К ВОПРОСУ ОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ В ГИДРОСИСТЕМЕ ДВУХЗВЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРОВ

**Трунова Е. О., Целищев В. А.**

Масштабное освоение северных районов (Сибирь, Дальний Восток, Арктика) до 60-х годов прошлого столетия было затруднено без создания специальной высокоманевренной машины, которая могла бы легко преодолеть сложные преграды и перевезти крупногабаритный груз. Существующие в то время однозвенные гусеничные снегоболотоходы являлись недостаточно надежными, с низкой экономичностью и плохой проходимостью. Разработка гусеничных двухзвенных машин создала возможность эффективной перевозки грузов с массой более трех тонн по тяжелопроходимым территориям.

Двухзвенные гусеничные транспортеры типа «Витязь» (рис.1, а) – это плавающие сочлененные гусеничные машины, состоящие из двух независимых звеньев, соединяющихся энергетически и кинематически при помощи специального поворотно-сцепного устройства.

Второе звено вездехода может выполняться как грузовой отсек, а также как платформа, на которой устанавливается разнообразное технологическое оборудование (рис.1, б). Если потребуется, то отсеки для грузов звеньев можно заменить на технологическую платформу (рис.2). Создание технологических комплексов на базе двухзвенных транспортеров позволяет расширить область их применения.



**Рис.1.** Примеры внешнего вида транспортеров семейства «Витязь»: а) ДТ-3П; б) технологический комплекс транспортер-экскаватор.



**Рис.2.** Пример внешнего вида универсального аварийно-ремонтного комплекса.

С учетом увеличивающегося интереса к Арктике и недавним ростом российского присутствия появляется необходимость в проходимых машинах для работы в тяжелых условиях в этом регионе. Двухзвенные гусеничные вездеходы достаточно хорошо справятся с этой задачей. Однако, они должны быть оснащены высокотехнологичным оборудованием для надежной работы, а также быть конкурентоспособными.

Известно, что двухзвенные транспортеры имеют недостатки, связанные с их специфической конструкцией, которые могут повлиять на выбор их предприятиями для работы в арктических условиях. На примере транспортера «Витязь»: одним из известных недостатков является большой расход топлива и большая масса.

В настоящий момент внедрение технологий, позволяющих без потери мощности значительно сократить расход топлива на двухзвенных транспортерах, позволит повысить их конкурентоспособность и привлекательность на рынке вездеходных машин. Также энергосберегающие технологии позволят упростить конструкцию гидропривода (уменьшение вместимости баков, исключение теплообменников), повысят надежность и увеличат срок службы рабочих жидкостей, уплотнений и других элементов привода.

Новые разработки внедряются в двухзвенные транспортеры не настолько активно, а также используется оборудование с большим запасом мощности, которое приводит к перерасходу энергии и оправдывается только при полной загрузке. Вопросы и проблемы моделирования рулевых механизмов двухзвенного транспортера «Витязь» рассмотрены в [1,2].

Авторы статьи [3] по способу действия разделяют все энергосберегающие системы на две группы:

- стабилизация мощности первичного двигателя (авторы приводят в пример установку на вале первичного двигателя гидронасоса и дополнительного гидромотора, который кинематически связан с маховиком и двумя дополнительными насос-гидромоторами, преобразующие энергию попутных нагузок);

- использование рекуперации энергии (локальная рекуперация, которая применяется для экономного опускания стрелы).

Также известны другие методы энергосбережения, которые по-прежнему остаются актуальными:

- повышение КПД машин путем совершенствования их конструкции и материалов из которых они изготовлены;
- сокращение утечек рабочей жидкости;
- совершенствование проходного сечения элементов гидропривода – для гидрооборудования с небольшим условным проходом уже допускаются большие расходы (например, для  $D_y = 6$  мм допускается расход до 80...100 л/мин);
- снижение потерь давления в соединениях трубопроводов;
- применение насосов с переменным объемом в гидросистемах;
- рекуперация энергии и т.д.

22. Сократить внутренние утечки, по мнению автора статьи [4], можно путем применения современных герметичных седельных распределителей, уплотнений, улучшения фильтрации, а также уменьшением зазоров в подвижных соединениях, повышение точности изготовления, компенсацией износа трущихся пар и применением новых материалов и минеральных масел, имеющих высокое значение индекса вязкости (ИВ).

Одним из способов энергосбережения в гидроприводе является использование многопоточных насосов. В гидросистемах, использующих многопоточные насосы, можно индивидуально разгружать отдельные контура во время пауз в работе, когда поочередно функционируют различные исполнительные гидродвигатели. По утверждению автора статьи [4] потребляемая двигателем мощность при этом остается примерно постоянной.

Гидравлические системы располагают широкими возможностями для рекуперации энергии (возврат или компенсация затраченной энергии). Разработчики гидравлического привода уделяют большое внимание подобному способу сбережения – они уже предлагают различные варианты для рекуперации (например, опускание грузов, торможение транспортных средств и др.).

Компенсация энергии в гидравлических системах происходит следующим образом. В обычном гидроприводе, когда механизм переводят в нейтральное положение, приостанавливается работа гидродвигателя, создавая тем самым запертый поток масла. В гидросистеме начинает увеличиваться давление и появляется сопротивление, из-за которого гидродвигатель медленно останавливается, излишек жидкости сливается в бак через переливной клапан. Часть кинетической энергии гидродвигателя преобразуется в теплоту и рассеивается. Причем будут большие потери энергии, которые можно аккумулировать и превратить в полезную работу при помощи системы компенсации энергии торможения. В гидросистемах, эта энергия может накапливается в гидроаккумуляторах высокого давления. Затем из гидроаккумулятора жидкость может направляться в гидродвигатель в начале работы, чтобы увеличить скорость. Система компенсации позволяет разгрузить основной гидронасос, что приводит к снижению нагрузки на ДВС, увеличивая его ресурс работы и позволяя получить значительную экономию топлива.

Авторы статьи [5] приводят исследования специалистов Caterpillar которые выявили, что использование рекуперации на базе гидросистем выгоднее, т.к. незначительно повышает стоимость машины и открывает большие возможности для экономии топлива.

Однако аккумуляторы занимают много места, затруднено их регулирование и из-за этого усложняется их эксплуатационное обслуживание. Поэтому в гидроприводах, имеющих высокую мощность, в качестве оборудования для компенсации энергии широко применяются обратимые регулируемые гидромашин. Преимущества такого оборудования состоит в меньшем занимаемом объеме по сравнению с аккумуляторами. Характерной особенностью обратимых машин является возможность работы как в режиме

насоса, так и в режиме гидромотора с рекуперацией энергии.

Автором статьи [6] была предложена и исследована система энергосбережения погрузчика на основе рекуперации энергии. Техническим решением автором статьи стала установка двух насосов. Суть предложенной системы энергосбережения состоит в использовании рабочей жидкости гидросистемы, находящейся под давлением от действия весовой нагрузки рабочего оборудования при его опускании. Эффект достигается за счет того, что рабочая жидкость, выходящая из полостей гидроцилиндров, направляется на вход к насосам гидросистемы и они начинают работать как насос-моторы, снижая тем самым потребляемую ими мощность и следовательно, расход топлива. По проведенным исследованиям автором был сделан вывод, что использование системы энергосбережения, в погрузчике с базовой гидросистемой позволяет снизить часовой расход топлива на 3,1...3,3 % от его нормативного значения, которое равно 28,5 л/ч (согласно данным завода-изготовителя), и в годовых масштабах может составить 2700 л [6].

Главным направлением энергосбережения в мобильной технике остается применение регулируемых гидромашин. На данный момент существует около 30-ти видов механизмов управления. Основным направлением является оптимизация работы регулируемых гидромашин с целью энергосбережения.

Наиболее распространенными системами управления является пропорциональное и LS-регулирование.

Использование пропорционального электроуправления значительно дополняет возможности в энергосбережении. Гидрооборудование (распределители, дроссели и клапаны) с таким управлением осуществляет плавную и точную регулировку рабочих параметров гидропривода в соответствии с управляющим воздействием, которое поступает от системы управления в любой момент работы гидродвигателей. Таким образом, создается наилучшее соответствие между всеми рабочими параметрами (скорость, давление, перемещение и т.д.), сокращая тем самым энергетические потери.[4]

Известно, что масса соединительных трубопроводов может достигать до 75% от общей массы гидросистемы. Одним из достоинств пропорционального управления является сокращение длин трубопроводов, т.к. гидрораспределители можно устанавливать непосредственно рядом с гидродвигателем. Это в свою очередь сокращает потери давления и утечки, увеличивая, таким образом энергосбережение.

Интересным решением является применение малогабаритных насосов. Автор статьи [4] приводит пример малогабаритного поршневого мини-насоса «egide» компании Messierbugatti (Франция) объемом не больше 0,5 дм<sup>3</sup>. Такие насосы могут устанавливаться рядом с приводами, при этом контроль подачи и давления в напорной линии допускает исключение сервоклапанов в исполнительных механизмах. В статье автор приводит примеры успешного применения таких схем: в крупных обрабатывающих центрах, где такие гидравлические мини-агрегаты устанавливаются прямо на рабочих органах. Эти насосы позволяют улучшить компоновку, уменьшить количество шлангов, сократить потери энергии и уменьшить шум от гидропривода. Одним из перспективных применений этой схемы является расположение насосных мини-агрегатов на гидроцилиндрах.

Широкое распространение в мобильной технике получили энергосберегающие насосы: с регуляторами мощности и LS-регуляторами (Load Sensing – чувствительность к нагрузке) [4].

Наибольшее применение в зарубежной технике получили системы с использованием гидронасоса с LS-регулятором. Например, по обзору автора статьи [7], компания Komatsu использует в новых сериях погрузчиков и экскаваторов гидросистему с насосом переменной производительности. Суть подобной гидросистемы состоит в том, что в ней гидравлическая жидкость пропускается только во время грузоподъемных операций, предотвращая потери энергии. В гидросистемах новых серий техники Komatsu используется «насос переменной производительности с системой CLSS». Гидропривод с таким насосом подаёт жидкость в точном объеме, который требуется для осуществления

определенной операции. В связи с этим, потери рабочей жидкости будут сокращены, что приведет к эффективному использованию мощности двигателя и сократит потребление топлива. Описывая достоинства этой системы, автор статьи выделяет то, что погрузчик с данной системой сможет поднять груз даже при низких оборотах работы двигателя. Это способствует дальнейшему усовершенствованию системы и еще большему сокращению расхода топлива. Комбинация системы определения нагрузки и насоса с переменным рабочим объемом позволит снизить нагрузку на двигатель и потребление топлива, а также улучшит производительность.

Применение такой гидросистемы совместно с оптимизацией двигателя и трансмиссии позволяет сократить потребление топлива. Заявлено потребление до 30% меньше топлива, чем в других современных моделях [8].

Гидросистему с насосом переменного объема также используют в комбинированных илососных установках MiniCombi. Энергосберегающая система носит название CombiControl. Она устанавливается в силовой гидравлической установке так, что вся система работает от одного гидравлического насоса переменной мощности и позволяет экономично использовать топливо. Установка с определенной мощностью гидравлической системы должна использовать скорость вращения, равную скорости вращения двигателя грузовика, для того, чтобы работать с максимальной производительностью, система CombiControl позволяет выполнять ту же работу при меньшей скорости, экономия топлива при этом составит примерно 2 литра топлива в час [9].

Еще одним примером применения насоса регулируемой производительности с контролем нагрузки служат погрузчики компании Hyster. Используя в своей технике новую гидравлическую систему с контролем нагрузки, которая включает гидравлический насос с переменным рабочим объемом, они добились снижения расхода топлива на 15% [10].

Подобные системы с измерением нагрузки (LS-системы) используются и у других производителей мобильной техники, в том числе гидросистема PFC (регулирование положительного потока) компании Caterpillar, гидросистема HIOS III в экскаваторах Hitachi и др. Все эти системы являются энергосберегающими.

Основным направлением совершенствования гидросистемы двухзвенных транспортеров является применение насоса переменной производительности. Метод энергосбережения, основанный на рекуперации энергии, требует установки дополнительного громоздкого оборудования (аккумуляторы), что негативно отразится на массе транспортера. Установка регулируемого насоса приведет к сокращению утечек и потерь давления. Усовершенствование гидросистемы в комплексе с оптимизацией работы двигателя позволит еще больше увеличить экономию топлива.

На сегодняшний день выбор регуляторов для насоса переменного объема широк. Однако большей популярностью пользуются системы с регулированием по нагрузке (LS-системы), т.к. помимо преимуществ описанных далее, оборудование с пропорциональным управлением дороже и требовательнее в обслуживании.

Установка насоса с автоматической регулировкой по нагрузке в гидросистему двухзвенного насоса будет снабжать питанием только те функции, которые используются в данный момент, т.е. устранится бесполезное перекачивание гидравлического масла. В результате снизится расход топлива без ухудшения производительности. Помимо экономии топлива, подобные системы улучшают динамику гидропривода, способны приспособиться к возмущающим воздействиям из окружающей среды, снижают износ гидрооборудования и обеспечивают заданные режимы работы гидросистемы, подстраиваясь под изменяющиеся условия. В связи со спецификой эксплуатации двухзвенных транспортеров им необходима подобная система.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Математическое моделирование рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» с гидравлической обратной связью [Текст]/ А.И. Ильин [и др.]// Вестник УГАТУ. – 2013. – № 1 (54). – С.73-78.
2. Сравнительный анализ нелинейностей математической модели рулевого механизма двухзвенного транспортера «Витязь» с гидравлической обратной связью [Текст]/ А.И. Ильин [и др.]// Вестник УГАТУ. – 2013. – № 4. – С.61-69.
3. Ремарчук Н.П. Нагруженность первичного двигателя строительных и дорожных машин в режиме постоянной мощности [Текст]/ Н.П. Ремарчук, А.П. Холодов// Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – 2009. – № 2.
4. Энергосбережение в современных гидроприводах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mirprom.ru/public/energoberezhnie-v-sovremennyh-gidroprivodah.html> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 25.11.2016).
5. Энергосбережение и экскаваторы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://infotechnic.pro/energoberezhnie-i-ekskavatory/> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 10.12.2016).
6. Бужинский А.Д. Эффективность применения энергосберегающей системы погрузчика [Текст]/ А.Д. Бужинский// Вестник Белорусско-Российского университета. – 2008. – № 4 (21). – С.11-18.
7. Дизельные вилочные погрузчики Komatsu: Новая серия – FH [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.logistika-prim.ru/press-releases/dizelnye-vilochnye-pogruzchiki-komatsu-novaya-seriya-fh> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 23.11.2016).
8. Обзор вилочного погрузчика Komatsu FH50 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.logistika-prim.ru/press-releases/dizelnye-vilochnye-pogruzchiki-komatsu-novaya-seriya-fh> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 23.11.2016).
9. В холодных широтах установка Мини Combi – отличная альтернатива установке FlexLine [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hvidtved.com/Илососы-и-гидродинамические-машины/Комбинированные-установки/MiniCombi> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 23.11.2016).
10. Новая ступень топливной экономичности для техники Hyster [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.specserver.com/news/?nid=00003741> – Заглавие с экрана. – (дата обращения 24.11.2016).

## ОБ АВТОРАХ



**Трунова Елена Олеговна**, магистрант кафедры ПГМ УГАТУ, степень бакалавра по направлению «Энергетическое машиностроение», профиль «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты» (УГАТУ, 2016).

e-mail: [beizy@mail.ru](mailto:beizy@mail.ru)



**Целищев Владимир Александрович**, зав. каф. прикл. гидромеханики. Дипл. инж. мех. по гидрав. машинам (УАИ, 1982). Д.-р техн. наук по тепловым двигателям (УГАТУ 2000).  
Иssl. в обл. автоматики энергетических установок.

e-mail: [pgl.ugatu@mail.ru](mailto:pgl.ugatu@mail.ru)

УДК 621.3

## **МЕТОДЫ ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ВЗРЫВНОМ, ДЕТОНАЦИОННОМ ДВИГАТЕЛЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ**

**Вавилов В. Е., Зарипов Э. М., Салахов А. Х.**

Одной из перспектив развития мирового авиадвигателестроения является применение в качестве основного двигателя летательного аппарата пульсирующего резонаторного детонационного двигателя. Это позволяет, значительно увеличить тяговооруженность летательных аппаратов (в 1,5-2 раза), а также их дальность полета. При этом удельный вес новых двигателей будет в 1,5 раза меньше обычных газотурбинных двигателей.[1]

Вместе с тем применение данного рода двигателей связано с рядом технологических проблем, одна из которых это обеспечение борта ЛА электроэнергией. При применении обычных газотурбинных двигателей электроэнергию для борта получают за счет отбора вращающейся механической мощности от вала газотурбинного двигателя. Другая физическая основа протекающих в детонационном двигателе процессов не позволяет использовать этот метод преобразования. Поэтому мировыми научными школами совместно с двигателестроительными корпорациями активно ведутся работы по созданию эффективных методов и способов преобразования механической, тепловой энергии и энергии отходящих газов детонационного двигателя в электрическую.

В частности в University of Texas at Arlington [2] разработана концепция и созданы опытные образцы позволяющие преобразовывать линейную механическую энергию детонационного двигателя в электрическую посредством линейных генераторов с постоянными магнитами. На рис. 1 представлен образмереный эскиз разработки University of Texas at Arlington. На рис. 2 показано место установки линейного генератора в детонационном двигателе. На рис. 3 представлен экспериментальный макет разработанный University of Texas at Arlington. Основной новизной представленной идеи является то, что в данном случае на линейный генератор будут приходиться значительные линейные скорости передаваемые от детонационного двигателя, что позволяет значительно повысить вырабатываемую мощность генератора. В тоже время значительные механические нагрузки, на движущийся элемент генератора, а также необходимость установки упругих пружин для связи линейного генератора с детонационным двигателем значительно затрудняют ее практическую реализацию. То есть рассмотренная выше концепция при данных технологических возможностях не решает поставленной задачи.

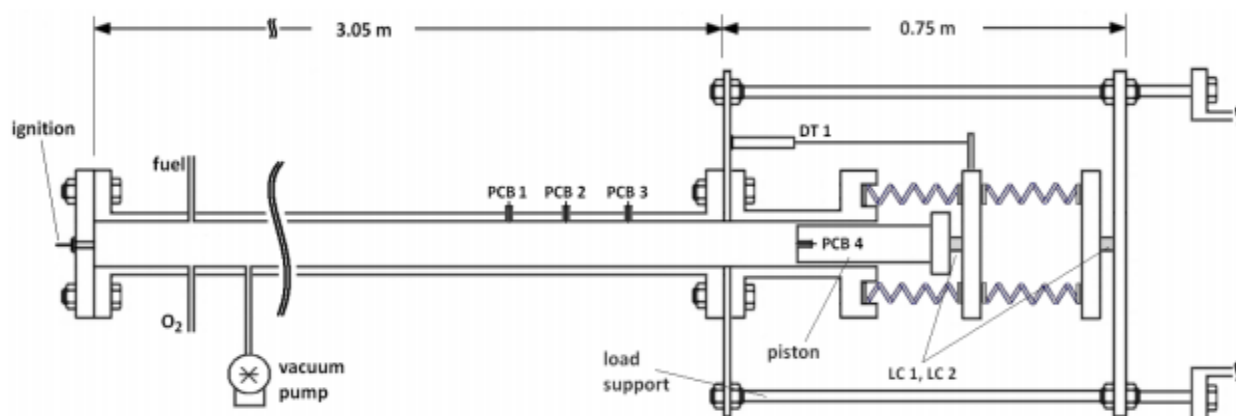


Рис. 1. Образмеренный эскиз детонационного двигателя с линейным генератором University of Texas at Arlington

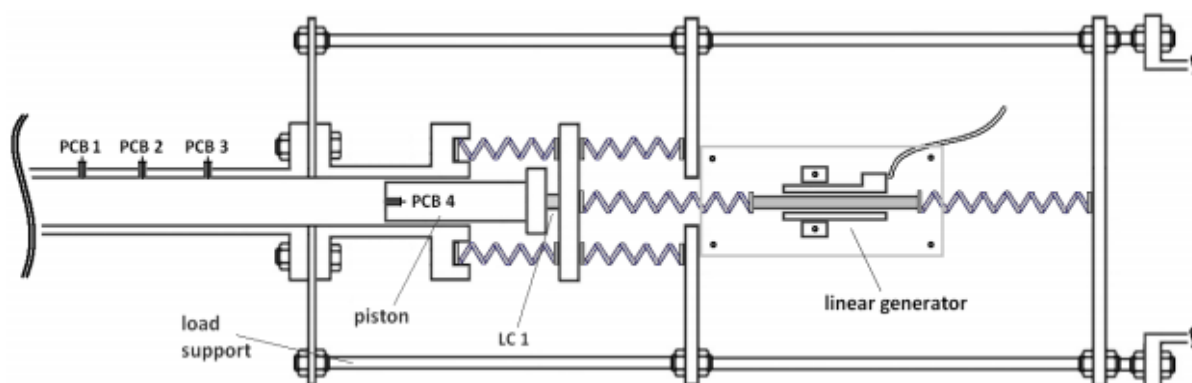


Рис. 2. Место установки линейного магнитоэлектрического генератора в детонационном пульсирующем двигателе

Для устранения указанных выше недостатков Aerodynamic Research Center (США)[3] разрабатывается иная концепция преобразования энергии в детонационных двигателях. В данном случае предполагается преобразование линейной механической энергии во вращающуюся посредством редуктора. При этом редуктор сочленен с высокооборотным электрическим генератором (частота вращения ротора 200 000 об/мин). На рис. 4 представлена конструктивная схема реализуемая в данной концепции.

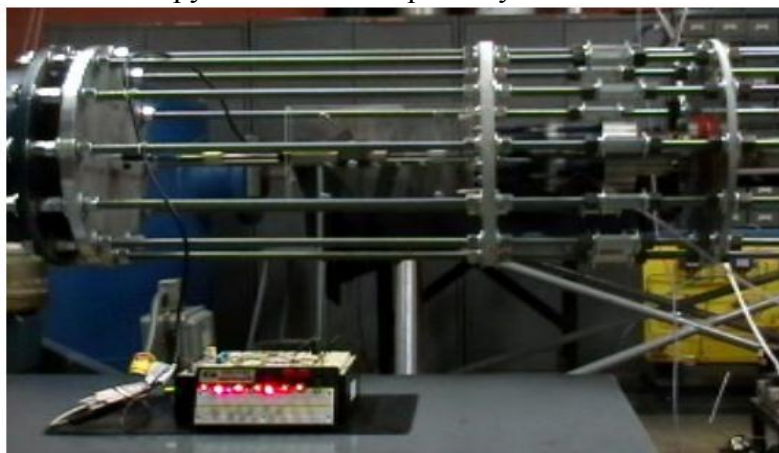


Рис. 3. Экспериментальный макет установки с детонационным линейным генератором



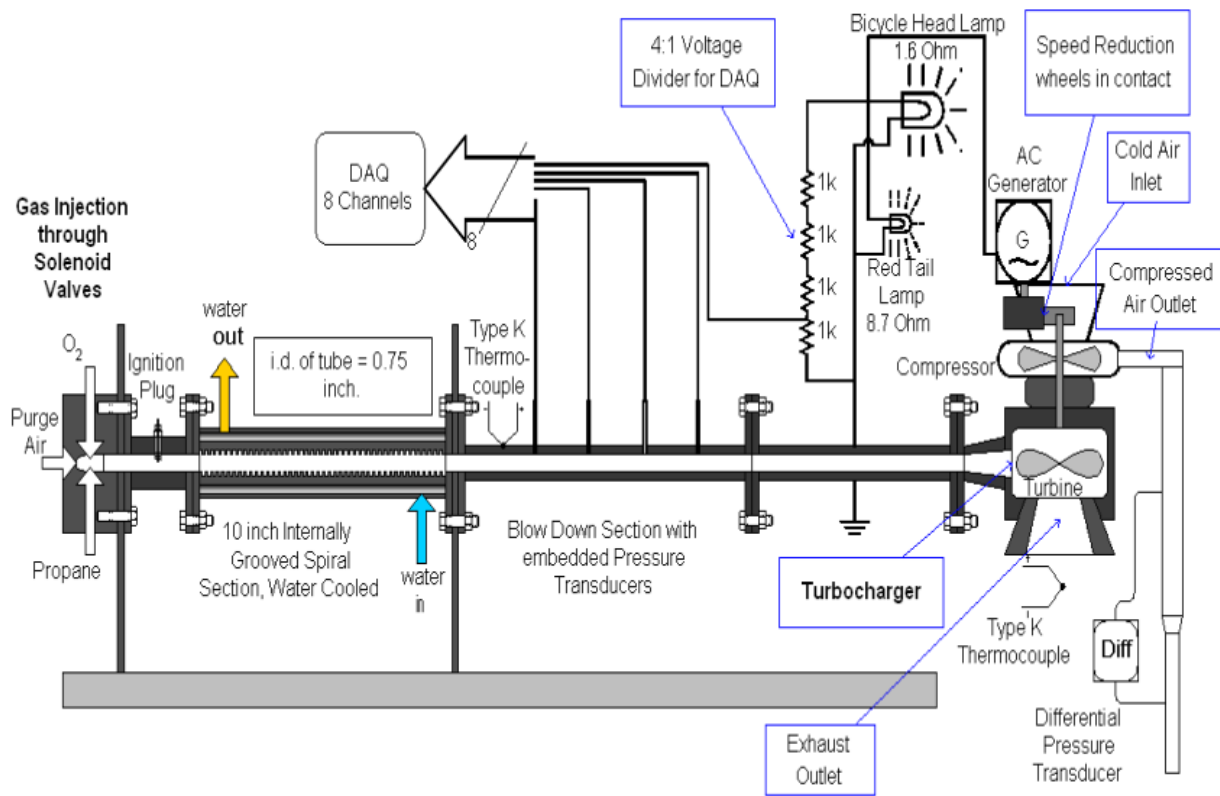


Рис. 4. Получение электрической энергии путем преобразования линейной энергии во вращающуюся

Данный способ преобразования более эффективен, нежели применение линейного двигателя, но обладает малой надежностью, обусловленной использованием редуктора. На рис. 5 представлена конструктивная схема генератора, который планируется применяться в данной системе.

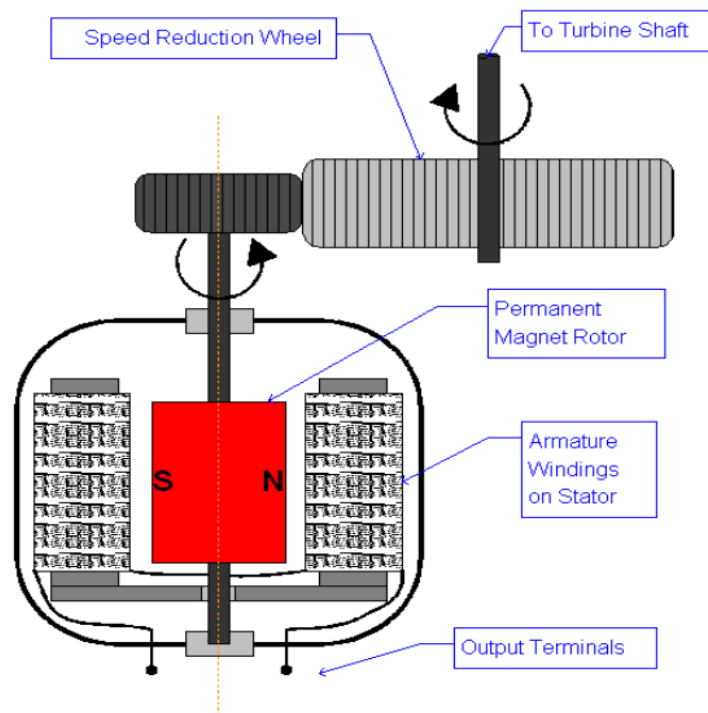


Рис. 5. Конструктивная схема генератора для детонационного двигателя

Наличие вращающихся элементов, редуктора и значительные скорости детонации в пульсирующем двигателе также ограничивают применение данной концепции. Поэтому военной компанией Aerospace (США) разрабатывается компоновочная схема, позволяющее прямое преобразование энергии в детонационном двигателе (компоновочная схема взрывного МГД-генератора). Данная конструктивная схема представляет собой постоянные магниты установленные вдоль канала детонационного двигателя, чередующиеся с обмотками. При движении электропроводящего газа (взрывной волны) происходит деформация магнитного поля и в обмотках наводится электрический ток. При этом ввиду высокой скорости ударной волны, данный способ преобразования имеет высокие энергетические показатели и высокую эффективность. При этом компанией Aerospace рассматривается два варианта реализации аксиальная схема, рисунок 6 и радиальная схема, рис. 7.

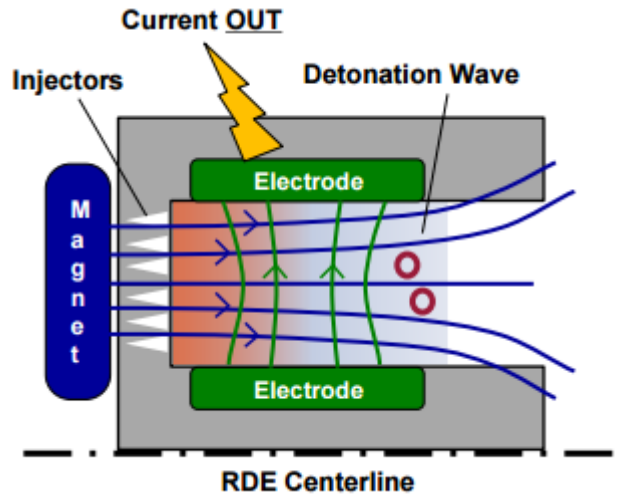


Рис. 6. Аксиальная схема

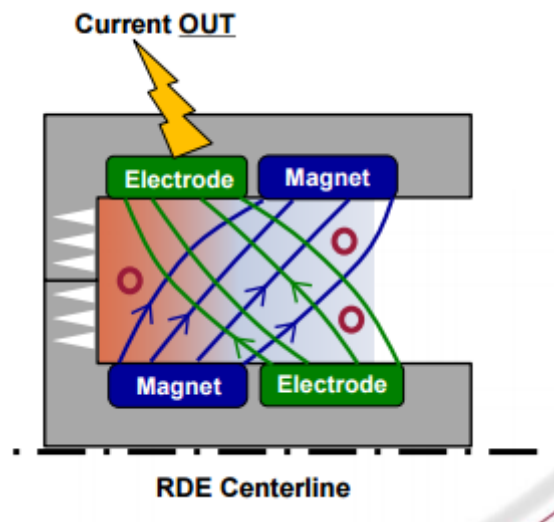


Рис. 7. Радиальная схема

В 2014 году компанией Aerospace был разработан опытный образец и проведены его испытания в составе детонационного двигателя. Вместе с тем, применение взрывных МГД-генераторов является причиной тормозящего эффекта потока газа, что снижает эффективность самого детонационного двигателя.

Таким образом, обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что проблема преобразования энергии в детонационном двигателе зарубежными компаниями прорабатывается значительно сильно, что говорит о том, что скорее всего данный тип двигателя уже планируется устанавливать на летательные аппараты нового поколения.

Кроме того, как видно, разработан ряд концептуальных решений, которые отличаются по своей конструкции и характеристикам, что позволяет сказать о том, что детонационные двигатели планируется использовать в различных аппаратах (беспилотных, космических и т.д.).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «В России испытали пульсирующий детонационный двигатель»  
<http://lenta.ru/news/2013/09/24/pulse/>
2. <http://arc.uta.edu/research/linear.htm>
3. [http://arc.uta.edu/publications/cp\\_files/2667.pdf](http://arc.uta.edu/publications/cp_files/2667.pdf)

### ОБ АВТОРАХ



**Вавилов Вячеслав Евгеньевич**, старший преподаватель каф. электромеханики УГАТУ, к.т.н.  
e-mail: [vavilovv@ugatu.su](mailto:vavilovv@ugatu.su)



**Салахов Айдар Хадисович**, студент каф. электромеханики УГАТУ.  
e-mail: [aidarcheg\\_18@mail.ru](mailto:aidarcheg_18@mail.ru)



**Зарипов Эрик Мавлютович**, студент каф. электромеханики УГАТУ.  
e-mail: [erikzaripov@mail.ru](mailto:erikzaripov@mail.ru)

УДК

### ПОСЛЕПРОДАЖНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГТД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

**Кривошеев И. А., Орлов Д. В., Субхангулов А. А.**

#### Введение

В настоящее время лидеры производители газотурбинной техники такие как: General Electric, Rolls-Royce, Pratt&Whitney, Snecma и другие постоянно совершенствуют свои изделия, предоставляют эксплуатантам своей продукции разнообразные сервисы в области ее послепродажного технического обслуживания. Для того, чтобы и российским

производителям ГТД можно было бы успешно конкурировать с этими лидерами, необходимо должным образом организовать послепродажное техническое обслуживание. Ниже рассмотрено, как ведутся работы в этом направлении в отечественном авиадвигателестроении и приведен ряд предложений.

### Проблемы, связанные с созданием двигателей нового поколения

Улучшение показателей авиационных двигателей было достигнуто благодаря переходу к новым схемам, повышению параметров цикла и степени двухконтурности, внедрению новых конструкционных материалов и технологий [1]. В настоящее время ряд стран (прежде всего Россия и США) приступили к работам над проектами по созданию ГТД VI поколения. Так в США ввод в эксплуатацию двигателей 6-го поколения ожидается не ранее 2020-2025 гг. Эти двигатели будут максимально интегрированы с летательным аппаратом. Применяемые в них технологии будут направлены не только на повышение параметров рабочего процесса и улучшение весовой эффективности конструкции, но и на снижение всех составляющих стоимости жизненного цикла двигателя.

На рис. 1. представлены научно-технические задачи, которые необходимо решить в ближайшем будущем для создания двигателей нового поколения. Рассмотрим поподробнее такую задачу, как разработка и использование новых информационных технологий в авиадвигателестроении, в число которых входит ППО с использованием инструментария интегрированной логистической поддержки (ИЛП).



Рис.1. НТЗ для двигателя VI поколения

### Принципы Интегрированной Логистической Поддержки

На рис. 2. показаны варианты создания системы послепродажного технического

обслуживания ГТД. Интегрированный подход предполагает параллельную разработку ГТД, а также системы послепродажного технического обслуживания. При этом наш ГТД сразу разрабатывается с учетом быстрого и удобного подхода к его модулям, узлам и агрегатам, что значительно упростит процесс его технического обслуживания.

### Проблемы, связанные с послепродажным обслуживанием ГТД

В настоящее время в России обострилась проблема обеспечения (прежде всего на внешнем, а также и на внутреннем рынке, в связи с вступлением в ВТО) конкурентоспособности продукции отечественного авиадвигателе- и ракетостроения (разрабатываемой Дивизионами ОДК), обеспечения обороноспособности России и обеспечения подготовки кадров (способных преодолеть допущенное отставание) для высокотехнологических, прежде всего оборонных отраслей промышленности. В частности, в области гражданской и военной авиации, в связи с переходом к созданию авиационных ГТД V и VI поколений ужесточается конкуренция, при этом на передний план выходят сроки создания новых изделий и удобство их эксплуатации (пригодность к обслуживанию). В мире активно развиваются технологии ИЛП, опирающиеся на сквозную компьютеризацию и охватывающие не только стадии эксплуатации, но и стадии проектирования и изготовления изделий. В России более употребляется термин «послепродажное обслуживание».

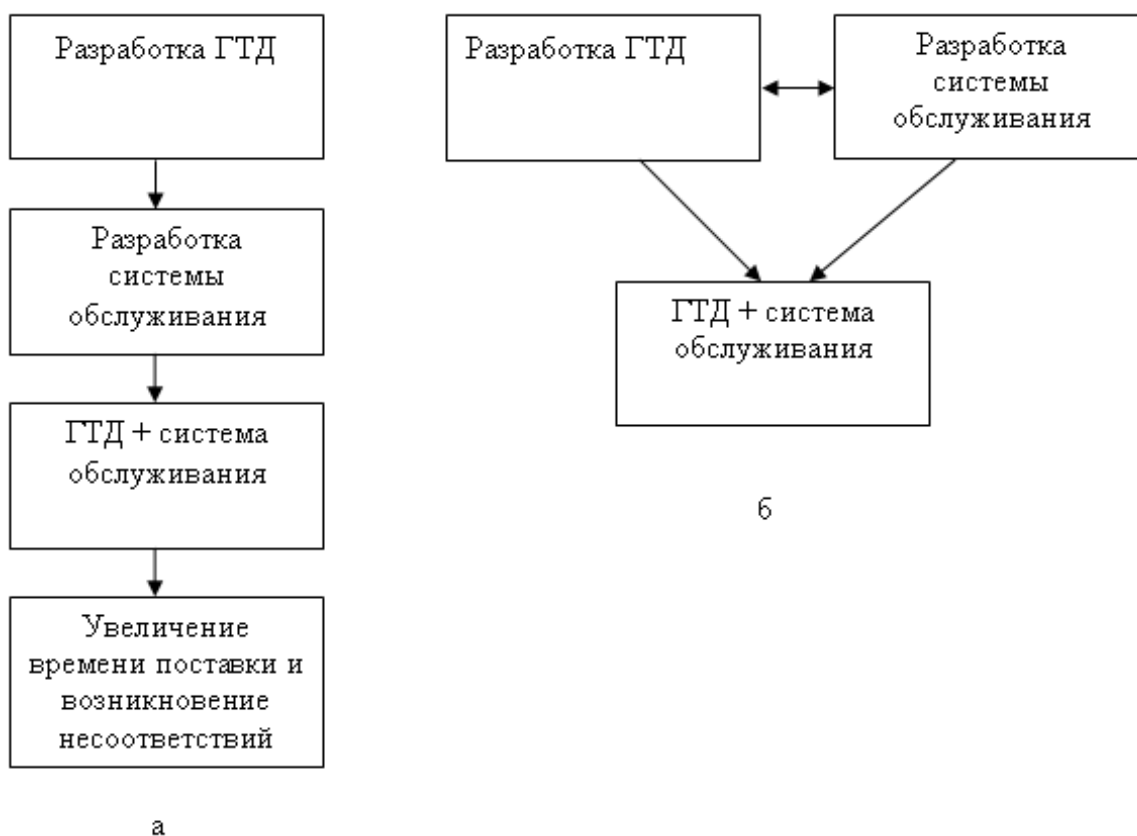


Рис. 2. – Варианты создания системы послепродажного технического обслуживания ГТД: а – последовательный вариант; б – интегрированный вариант

Ситуация с ППО двигателей для боевой авиации более сложная. Современная организация обслуживания с оплатой заказчиками времени исправного состояния изделий наталкивается на вопросы секретности, конфиденциальности и т. д. Текущая организационная структура послепродажного обслуживания АД показывает на отсутствие координирующего центра, способного разрешить возникающие в процессе эксплуатации

противоречия и спорные вопросы между производителями и эксплуатантами. В целом, действующая система послепродажного обслуживания АД не отвечает современным требованиям, предъявляемыми Заказчиками, по качеству послепродажного обслуживания и не является высокоэффективным самостоятельным бизнесом.

Поэтому российским производителям необходимо активно воздействовать на процесс снижения эксплуатационных затрат на основе внедрения в практику ОКБ, заводов, гражданских авиакомпаний и частей ВВС систем интегрированной логистической поддержки. На мировом рынке авиационной техники неременным условием заключения контрактов на поставку сейчас ставится выполнение требований международных стандартов по ИЛП поставляемой продукции, например, стандарта США MIL-STD-1388 и универсального стандарта Великобритании DEF-0060. В зарубежных авиакомпаниях на основе использования ИЛП осуществляется продление межремонтных и назначенных ресурсов и сроков службы авиационной техники и это приносит ее эксплуатантам большой экономический эффект.

Сегодня в российском боевом и гражданском авиадвигателестроении ведутся работы по переходу на современную организацию ППО. Например, группы компаний ФГУП ГосНИИАС, ООО НПП «Эрлан», ООО КФ «Авиаконсалтинг», корпорация «Иркут», КнААПО, НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», НИИСУ и их партнеры разрабатывают не только системы интегрированной логистической поддержки, но и стандарты, относящиеся к эксплуатационной документации, послепродажному обеспечению эксплуатации и организации технического обслуживания авиационной техники [2].

Рассмотрев существующие проблемы в области организации ППО АД, попытаемся найти пути их решения, применительно к «дивизиону двигателей для боевой авиации» ОДК. В настоящее время ППО осуществляется каждым производителем самостоятельно. В то же время на вооружении авиационной воинской части могут состоять однотипные ЛА, но с комплектующими от разных производителей. Это вызывает дополнительные сложности и материальные затраты при организации технического обслуживания авиационной техники непосредственно в частях. Например, самолеты семейства Су-27 оснащаются двигателями АЛ-31 производства ОАО «УМПО» и ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют». При гарантийном обслуживании двигателей для сохранения гарантии необходимо приглашать специалистов этих компаний, зачастую одновременно, что ведет к определенным кадровым затруднениям в инженерно-авиационной службе части.

К настоящему времени в ОДК сформированы три ключевых блока — производственный, финансово-экономический и блок продаж с дивизиональной спецификой. Не нарушая сложившуюся структуру компании, на наш взгляд целесообразно включить в структуру каждого дивизиона центр послепродажного обслуживания, который и будет тем координирующим звеном, которого нет на данный момент. Концепция будущей организационной структуры системы ППО АД Данная структура учитывает передовые подходы в организации действующих систем ППО на предприятиях ОАК (ОАО «Компании «Сухой», ОАО «РСК МиГ») и лучшие зарубежные практики (Snecma, P&W). Результат формирования Центра ППО Дивизиона: - сокращение издержек от избыточных ресурсов и запасов, исключение дублирования в системах ППО на предприятиях Дивизиона; — существенное повышение уровня доходности и качества послепродажного обслуживания. Функции центра ППО АД в структуре дивизиона ДБА.

### **Заключение**

Таким образом, для организации ППО двигателей и самолетов в России на современном уровне имеется определенный задел и кадры, способные разрабатывать внедрять компоненты такой системы. Такого рода технологии разрабатывают и авторы. Среди них — открытая технология создания ЭЭД (электронной эксплуатационной

документации), в т. ч. ИЭТР (интерактивных электронных технических руководств) [2].

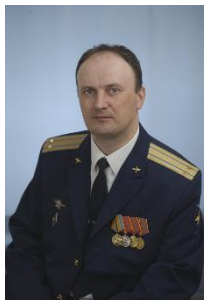
### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 А. А. Субхангулов. Обзор поколений военных ЛА и ГТД. перспективы их развития / «Молодежный Вестник УГАТУ» №2(15) / 2016. – С. 106-122.
2. Орлов Д. В., Кривошеев И. А. Организация современного послепродажного обслуживания авиационных двигателей. Проблемы и пути их решения // Молодой ученый. — 2014. — №2. — С. 173-179.

### ОБ АВТОРАХ

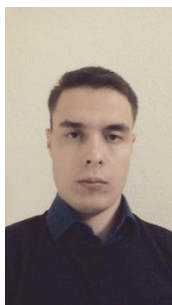


**Кривошеев Игорь Александрович**, проф. каф. авиац. двигателей, науч. рук. НИЛ САПР-Д, дипл. Инженер-механик (УГАТУ, 1976). Д-р техн. наук по тепловым двигателям летательных аппаратов (2000). Иссл. в обл. инф. техн. в двигателестроении.  
e-mail: krivosh777@mail.ru



**Орлов Дмитрий Валерьевич**, нач. цикла – ст. препод. УВЦ, дипл. инженер-механик (УГАТУ, 1996), магистр техники и технологий (УГАТУ, 2012).

e-mail: d-v-o@bk.ru



**Субхангулов Айдар Азатович**, студент 4-го курса направления «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» кафедры авиационных двигателей УГАТУ.

e-mail: subkhangulov\_aydar@mail.ru

УДК 004.01

## РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТС И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Чувилина М. Ю.**

Общей тенденцией современного развития информационного общества является то, что для эффективного управления на любом уровне управления насущно необходимым инструментом является информационная система.

Внедрение информационной системы для предприятий РФ является важной задачей и в связи с тем, что их деятельность в РФ в настоящий момент протекает в условиях целого

ряда неблагоприятных факторов (от чрезмерного налогового бремени и до существенного износа основных фондов). Причем, по некоторым оценкам, до 80% неблагоприятных условий имеют информационную природу. Поэтому внедрение современной информационной системы является эффективным средством снижения их отрицательного воздействия на деятельность предприятия.

Информационная система (ИС) – это вся инфраструктура предприятия, задействованная в процессе управления всеми информационно-документальными потоками, включающая в себя следующие обязательные элементы [1]:

- Информационная модель, представляющая собой совокупность правил и алгоритмов функционирования ИС. Информационная модель включает в себя все формы документов, структуру справочников и данных, и т.д.
- Регламент развития информационной модели и правила внесения в неё изменений.
- Кадровые ресурсы (департамент развития, привлекаемые консультанты), отвечающие за формирование и развитие информационной модели.
- Программный комплекс (ПК), конфигурация которого соответствует требованиям информационной модели (программный комплекс является основным двигателем и, одновременно, механизмом управления ИС).
- Кадровые ресурсы, отвечающие за конфигурирование ПК, и его соответствие утвержденной информационной модели.
- Регламент внесения изменений в конфигурацию ПК и состав его функциональных модулей.
- Аппаратно-техническая база, соответствующая требованиям по эксплуатации ПК (компьютеры на рабочих местах, периферия, каналы телекоммуникаций, системное ПО и СУБД).
- Эксплуатационно-технические кадровые ресурсы, включая персонал по обслуживанию аппаратно-технической базы.
- Правила использования ПК и пользовательские инструкции, регламент обучения и сертификации пользователей.

### **Основные требования ИС**

Информационная система, как и любой другой инструмент, должна иметь свои характеристики и требования, в соответствии с которыми можно было бы определить ее функциональность и эффективность. Разумеется, для каждого конкретного предприятия требования к ИС будут различными, так как должна учитываться специфика его деятельности. Тем не менее, можно выделить перечень основных требований к ИС:

*Системность.* Предприятие представляет собой информационно-логическую модель, состоящую из узлов и связей между ними, которая должна охватывать все аспекты деятельности предприятия, быть логически обоснована и направлена на выявление механизмов достижения основной цели в условиях рынка – максимальной прибыли.

*Комплексность.* Эффективное решение задачи системности возможно только на базе строгого учета максимально возможного обоснованного множества параметров и возможности многокритериального анализа, оптимизации и прогнозирования – комплексности системы.

*Модульность.* Информация в информационно-логической модели носит распределенный характер и должна быть структурирована на каждом узле и в каждом потоке. Узлы и потоки могут быть условно сгруппированы в подсистемы – модули.

*Открытость.* В процессе эксплуатации может возникнуть необходимость в дополнениях. Автоматизация охватывает не только управление, но и такие задачи, как конструкторское проектирование, сопровождение, технологические процессы, внутренний и внешний документооборот, связь с внешними ИС, системы безопасности и т. п.



*Адаптивность.* Предприятие существует в условиях постоянно меняющегося рынка. Требование гибкого реагирования на рыночную ситуацию может быть связано с существенным изменением структуры предприятия и номенклатуры выпускаемых изделий или оказываемых услуг.

*Надежность.* При эксплуатации ИС в промышленном режиме она становится одним из компонентов организационной системы, способным в случае аварийной ситуации застопорить весь процесс производства и нанести громадные убытки. Поэтому одним из важнейших требований является требование надежности ее функционирования, подразумевающее непрерывность функционирования системы в целом даже в условиях частичного выхода из строя отдельных ее элементов вследствие непредвиденных ситуаций.

*Безопасность.* Требование безопасности включает в себя несколько аспектов:

- прикладная система не обязательно должна содержать средства резервного копирования и восстановления данных, эти вопросы решаются на уровне операционной среды;
- сохранение целостности и непротиворечивости данных;
- предотвращение несанкционированного доступа к данным внутри системы;
- предотвращение несанкционированного доступа к данным извне.

*Масштабируемость.* Предприятие, успешно функционирующее и получающее достаточную прибыль, имеет тенденцию к росту, образованию дочерних фирм и филиалов, что в процессе эксплуатации ИС может потребовать увеличения количества автоматизированных рабочих мест, увеличения объема хранимой и обрабатываемой информации. Для компаний типа холдингов и крупных корпораций должна быть предусмотрена возможность использования одной и той же технологии управления на уровне головного предприятия и на уровне любой входящей в него фирмы.

*Мобильность.* На определенном этапе развития предприятия рост требований к производительности и ресурсам системы может потребовать перехода на более производительную программно-аппаратную платформу. Такой переход не должен повлечь кардинальной ломки управленческого процесса и неоправданных капиталовложений на приобретение более мощных прикладных компонентов.

*Сопровождение* – выезд специалиста для устранения последствий аварийных ситуаций, техническое обучение, методическая и практическая помощь при необходимости внесения изменений в систему, установка новых релизов программного обеспечения.

### **Роль ИС в повышении эффективности ОТС**

Под организационно-технической системой (ОТС) понимается человеко-машинная система, в которой организационная подсистема (коллектив исполнителей) и техническая подсистема (оборудование, компьютеры и т.п.) взаимодействуют для успешного достижения поставленных целей. В качестве ОТС могут рассматриваться транспортные организации различного профиля (крупные аэропорты, железнодорожные и автовокзалы; экспедиционные, оценочные и консалтинговые компании и т.д.), административно-управленческие органы, предприятия нефтегазовой и энергетической отрасли.

Работа современных ОТС невозможна без целого комплекса информационной поддержки, так как связана с оперативной обработкой информации и принятием решений. Внедрение информационных систем в ОТС дает следующие преимущества [3]:

- уменьшение общих затрат на производство продуктов и услуг;
- снижение затрат предприятия в цепи поставок (при закупках),
- увеличение и усложнение ассортимента продукции,
- улучшение качества продукции,
- предоставлению потребителям уникальных услуг;
- отыскание новых рыночных ниш;
- повышение скорости товарооборота,

- сокращение излишков товарных запасов до минимума,
- выполнение заказов в срок и повышение общего качества обслуживания заказчиков;
- освобождению работников от рутинной работы за счет ее автоматизации;
- замена бумажных носителей данных на электронные, что приводит к снижению объемов документов на бумаге;
- получение более рациональных вариантов решения управленческих задач за счет внедрения математических методов и интеллектуальных систем и т.д.
- Развитие ИС прошло через ряд этапов, в таблице 1 представлена историческая ретроспектива влияния ИС на эффективность управления компаниями.

Таблица 1

## Воздействие информационных систем на эффективность управления компаниями [7]

Годы	Тип системы	Направления автоматизации	Эффект от автоматизации
1950-1960	MRP (Material Requirements Planning)	Производство, склад, бухгалтерия. Информационные системы обработки расчетных документов. В производстве формирование заказа на комплектующие и «сборки» (узлы) опираясь на данные (потребности) объемно-календарного плана производства	Уменьшение времени обработки информации и затрат на обработку счетов, расчет зарплаты и на поставку сырья. Оптимизация технологии производства.
1960-1970	MRP/CRP	Производство, склад, логистика, контроль, планирование. Производственные управленческие информационные системы: планирование выпуска продукции на основе анализа загрузки производственных мощностей с учетом ресурсных ограничений производства; контроль за выпуском продукции и использованием материалов. Управление производством продукции на основе функционально-стоимостного анализа.	Уменьшение складских расходов. Увеличение оборачиваемости товарно-материальных запасов и оборотных средств. Снижение задержек с поставкой материалов и отгрузкой готовой продукции. Сокращение незавершенного производства и производственного цикла. Увеличение рентабельности производства.
1970-1980	MRPII (Manufacturing Resource Planning)	Производство, склад, логистика, контроль, планирование. Системы поддержки принятия решений для высшего звена управления. Укрупненное планирование производства. Разработка главного календарного плана производства. Формирование графиков поставщиков. Планирование потребности в мощностях. Измерение входного / выходного материального потока и т. д.	MRP+MRP/CRP+ Уменьшение затрат на административно-управленческий аппарат Устранение ручной подготовки и сопровождения документов
1980-2011	ERP (Enterprise	Вся организация. Стратегические информационные	MRPII + Сокращение цикла

Годы	Тип системы	Направления автоматизации	Эффект от автоматизации
	Equirements Lanning), SCM, CRM, корпоративный Интернет-портал	системы, автоматизированные офисы, автоматизируемые подсистемы (финансы, снабжение и сбыт, хранение, производство и т. д.). Управление внутренними ресурсами и внешними связями организации как единым целым, обеспечивающими свободное взаимодействие компании со своими контрагентами (заказчиками, поставщиками, банками, налоговыми органами и пр.). Корпоративные данные становятся доступными для всех членов бизнес-сообществ, а посредством web-ориентированных приложений	разработки новых продуктов. Увеличение клиентов и качества продукции. Сокращение времени составления бюджета

Можно выделить четыре главных фактора, обуславливающих экономическую эффективность проектов внедрения КИС:

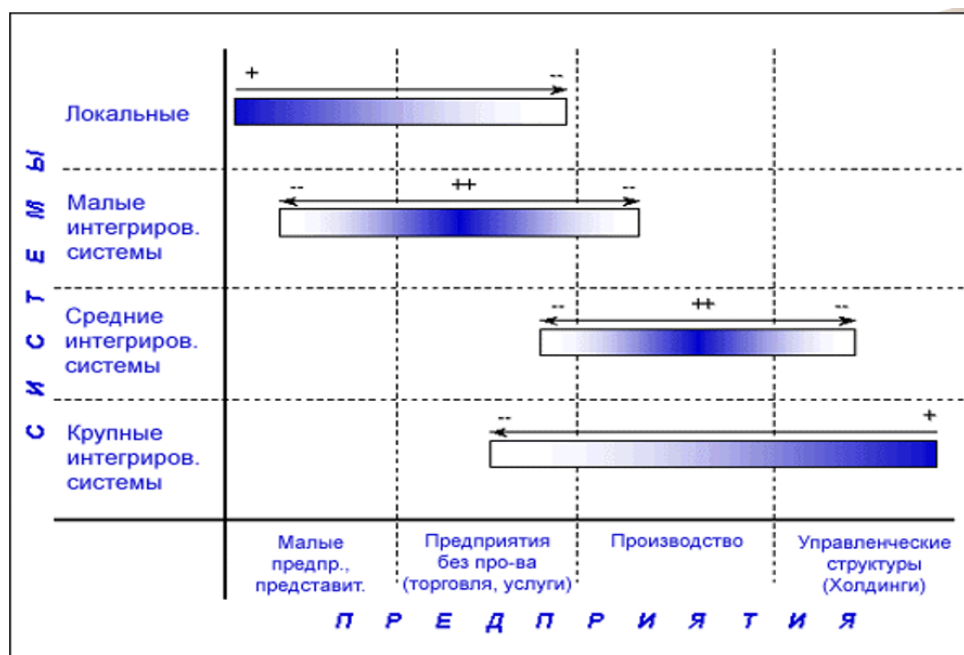
- повышение функциональных характеристик и качества выпускаемой продукции;
- снижение операционных расходов;
- улучшение обслуживания клиентов;
- улучшение использования активов.

Таким образом, внедрение КИС направлено на повышение за счет использования современных информационных технологий эффективности основных видов деятельности предприятия. Основной подход к выявлению скрытых резервов – идентификация тех стадий производственного процесса, которые не повышают ценности конечного продукта. При внедрении КИС выявляются места избыточного расхода ресурсов и задержки материальных потоков. Кроме того, производственные процессы и операции, не создающие потребительскую стоимость могут быть разбиты на две категории:

- процессы и операции, технологически и экономически обоснованные, но не повышающие ценности конечного продукта (например, транспортировка и контроль качества);
- процессы и операции, связанные с необоснованными затратами ресурсов и времени (ожидания, простои, хранение излишних запасов).

Особое внимание стоит обратить на операции и процессы второго вида, поскольку именно они тормозят ход производственного процесса и приводят к нерациональному использованию ресурсов. Именно эти операции и процессы будут, по возможности, реорганизованы при внедрении новой системы. Результат такой реорганизации должен выразиться в повышении продуктивности использования ресурсов (материальных, трудовых, финансовых), снижении затрат, росте доходности и рентабельности.

На рисунке отображено распределение эффективности использования ИС на предприятиях:



**Рис. 1.** Эффективность использования ИС

В таблице 2 представлены эффекты, достигаемые при внедрении отдельных модулей КИС.

**Таблица 2**

Эффекты, достигаемые при внедрении отдельных модулей КИС [7]

ПТ – производительность труда,

ФЭ – функциональная эффективность,

КОК – качество обслуживания клиентов (продукции)

Модуль КИС (управленческие задачи)	Группа эффекто в	Эффект	Максимальное значение, %
MRPII	ПТ	Снижение фонда оплаты труда работников занятых на производстве	40
	ФЭ	Снижение оборотных средств	20
		Снижение арендной платы	30
		Уменьшение складских расходов	25
SCM Логистика	ПТ	Снижение фонда оплаты труда работников занятых в логистике	30
	КОК(П)	Снижение стоимости услуг	30
SCM Хранение материалов	ПТ	Снижение фонда оплаты труда работников склада	30
	ФЭ	Снижение стоимости услуг	30
CRM Отношения с клиентами	ПТ	Снижение операционных затрат	20
	КОК(П)	Экономия оборотных средств	5
		Снижение дебиторской задолженности	15

Модуль КИС (управленческие задачи)	Группа эффектов	Эффект	Максимальное значение, %
		Снижение коммерческих издержек	35
		Снижение внутрифирменных управленческих затрат	20
ЕАМ Управления основными фондами	ПТ	Снижение фонда оплаты труда обслуживающего персонала	20
	ФЭ	Сокращение затрат на материалы и запчасти	20
		Снижение затрат на ремонт	20

Степень улучшения отдельных составляющих бизнеса при внедрении КИС во многом определяется типом производства и его сложностью. Эта зависимость может быть проиллюстрирована в разрезе типов производств (таблица 3). Следует сделать оговорку: приведенные данные основаны на зарубежных статистических исследованиях, поэтому для РФ их можно воспринимать как оценочные.

Таблица 3

## Эффективность КИС в зависимости от типа производства

ПнС – производство на склад;

СпЗ – сборка под заказ;

ПпЗ – производство под заказ;

РпЗ – разработка под заказ.

Направление улучшения	Степень улучшения (%)		
	Низкая	Средняя	Высокая
Снижение материальных запасов	10-25% (РпЗ, СпЗ)	20-35% (ПнС)	30-45% (ПпЗ)
Снижение незавершенного производства	15-20% (СпЗ)	20-30% (ПнС, ПпЗ)	30-45% (РпЗ)
Повышение производительности	3-6% (ПнС, СпЗ)	5-15% (РпЗ)	10-20% (ПпЗ)
Снижение доли несвоевременных поставок	80-90% (ПнС, СпЗ)	85-95% (РпЗ)	90-97% (ПпЗ)
Снижение стоимости приобретаемых материалов	3-6% (РпЗ, ПпЗ)	5-10% (ПнС)	10-17% (СпЗ)

Кроме прямого эффекта от внедрения, следует также принимать во внимание и ряд направлений косвенного роста эффективности, которые вызывает проект внедрения КИС:

- улучшение имиджа компании в связи с использованием передовых информационных технологий;
- приток кадров, заинтересованных в работе с современными средствами труда (коим является КИС), а также повышение интереса работников предприятия к собственному труду, в связи с внедрением современного программного обеспечения;
- улучшение организационной дисциплины в компании, которое, как по цепной реакции, вызывает внедрение КИС;
- ускорение и повышение качества делопроизводства и документооборота и т.п.

На практике, определить степень влияния и измерить в денежном выражении эффект от косвенных факторов при внедрении КИС является крайне затруднительным, однако, эти факторы, безусловно, следует иметь в виду.

Подводя итоги, можно сказать, что мировой экономический кризис резко изменил условия деятельности предприятий и управления ими, а в части ИТ-поддержки управления на первый план вышли задачи оценки и повышения эффективности деятельности предприятия, включая, прежде всего, задачи оптимизации бизнес- и технологических процессов, загрузки оборудования, снижения себестоимости продукции и т.д. Для успешного решения этих задач необходим взвешенный подход к внедрению комплексных ИС.

Большинство крупных, динамично развивающихся компаний уже давно, активно и весьма успешно идут по пути внедрения комплексных автоматизированных систем управления, причем именно комплексных систем, т.к. известно, что "лоскутная" автоматизация отдельных управленческих задач не дает максимального эффекта от внедрения информационных технологий. Именно аспект получения наибольшего экономического эффекта представляется важнейшим при принятии решения о реализации проекта внедрения КИС.

Совершенно очевидно, что улучшения не появятся ни в процессе внедрения управленческой системы, ни в момент ее запуска в промышленную эксплуатацию. Более того, улучшения вообще не появятся в одночасье, а будут проявляться постепенно, в течение определенного периода времени после запуска.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верников Г. Корпоративные информационные системы: не повторяйте пройденных ошибок [http://www.iteam.ru/publications/it/section\\_52/article\\_1091/](http://www.iteam.ru/publications/it/section_52/article_1091/)
2. Горохова, Н.Г. Информационная система как инструмент повышения эффективности // Управление экономическими системами. 2011. № 12.
3. Дик В.В. Информационные системы в экономике. М.: Финансы и статистика, 2007. 452 с.
4. Избачков Ю.С., Петров В.Н. Информационные системы: Учебник для вузов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2006. 656 с.
5. Преимущества промышленного предприятия от внедрения КИС // <http://www.proa.ru/single.php?ref=http://www.proa.ru/optim/advant.htm>

#### ОБ АВТОРАХ



**Чувилина Мария Юрьевна**, студентка 4 курса специальности «Специальные организационно-технические системы» каф. Информатики ФИРТ УГАТУ. Исследования в области управления и анализа в ОТС, проектного менеджмента.

e-mail: [3maria@mail.ru](mailto:3maria@mail.ru)

УДК 656.015

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ С ПАРКОВКОЙ В ГОРОДЕ УФА****Аслямов И. Н., Дударева Н. Ю.****Введение**

Уфа – один из крупнейших городов Российской Федерации, столица Республики Башкортостан, административный центр городского округа и Уфимского муниципального района. Численность населения — 1 105 667 чел. (2015) [1]. В городе с каждым годом растет процент автомобилей приблизительно на 5-7 %. По состоянию на 1 января 2015 года число автомобилей перевалило за 480 тысяч автомобилей, более 300 тысяч из них – легковые [2]. Вследствие чего возникают проблемы с парковочными местами, в особенности в центре города. В связи с тем, что большинство улиц и дорог застраивались еще в СССР, о возможном возникновении такой большой автомобильной нагрузки не предполагали. По этой причине все работы, связанные с разработкой оптимальных решений с паркингом, особенно в центре города, являются актуальными.

*Целью данной работы* является выбор оптимальных решений для паркинга в городе Уфа на основе анализа достоинств и недостатков различных типов парковок.

**Теоретическая часть**

Анализируя отечественный и зарубежный опыт можно выделить несколько типов парковок:

- наземные плоскостные парковки;
- наземные многоуровневые капитальные парковки из железобетона;
- подземные плоскостные/многоуровневые парковки;
- наземные металлические многоуровневые парковки;
- механизированные парковочные комплексы.

Рассмотрим подробнее особенности, достоинства и недостатки вышеперечисленных паркингов.

*1. Наземные плоскостные парковки*

Наземные плоскостные парковки представляют собой территорию, специально выделенную для расположения автомобилей. Парковочные места обозначаются специальной разметкой (рис. 1).



**Рис. 1.** Наземные плоскостные парковки [3]

Для строительства наземной плоскостной парковки не требуется большого количества финансовых вложений и оформления разрешительной документации. При

строительстве парковочной площадки размер одного места для парковки автомобиля должен быть минимум 2,5x5 м [4]. Самым дешёвым видом покрытия считается отсыпка щебнем. Если на предполагаемой территории автостоянки не будет пожарных проездов, то оптимальным и аккуратным покрытием может стать относительно дорогая газонная георешетка.

Данное решение является самым распространённым и доступным, но лишь при условии того, что расчётный объем числа парковочных мест соответствует объемам жилой застройки.

## 2. Наземные многоуровневые капитальные парковки из железобетона

По своему функциональному назначению многоуровневая парковка (рис. 2) относится к объектам хранения легкового автотранспорта и предназначена для временной парковки автомобилей. Такая парковка представляет собой специальную многоэтажную постройку для транспортных средств, оборудованную лифтами, а также имеющее отопление для обеспечения необходимой температуры (+5 °С в зимний период).



Рис. 2. Парковки из железобетона [5]

Конструктивная схема здания стоянки — жёсткая, с полным монолитным каркасом. Пространственная жёсткость здания обеспечивается сопряжением дисков перекрытий с колоннами, стенами лифтовых шахт, лестничных клеток и монолитными стенами подвального этажа.

Показатель эффективности многоуровневых парковок гораздо выше, чем у наземных плоскостных. На территории многоуровневой парковки можно обустроить гораздо большее количество парковочных мест, чем на наземной плоскостной парковке.

## 3. Подземные плоскостные/многоуровневые парковки

Подземная парковка — это сооружение для паркования транспортных средств под поверхностью земли (рис. 3). Строительство подземной парковки сопряжено с большим объемом трудоёмких работ по устройству свайного поля, гидроизоляции, а также с существенным количеством дополнительных, часто незапланированных, расходов. Значительные расходы для этого типа парковок приходятся на проектные работы.





Рис. 3. Подземные парковки [6]

Высокая стоимость подземных работ делает строительство подземных паркингов доступным только для элитной категории заказчиков. Такое решение применяется там, где размещение автомобилей иным способом невозможно в силу определённых причин.

4. *Наземные металлические многоуровневые парковки (альтернатива наземным многоуровневым капитальным парковкам из железобетона)*

Наземная металлическая парковка аналогична наземным многоуровневым капитальным парковкам из железобетона (рис. 4). Только вся конструкция производится из металлических конструкций. Для возведения такой парковки не требуется проводить дорогостоящие земляные работы и изготавливать тяжёлый фундамент глубокого залегания из бетона. Такую конструкцию можно устанавливать на мелкозалегающий ленточный фундамент, на точечные фундаментные опоры, либо же на подготовленную бетонную площадку. Это достигается за счет гораздо более низкого веса сооружения в сравнении с традиционным строительством из кирпича или бетонных панелей.



Рис. 4. Наземные металлические многоуровневые парковки [7]

Неоспоримым преимуществом этой парковки является чрезвычайно высокая скорость возведения, простота сборки, минимальное количество необходимой для монтажа техники. Такие здания, как правило, можно поставить «с нуля» за несколько месяцев, что, безусловно, серьезно экономит не только время, но и деньги заказчика. Строительство парковок из металлоконструкций решает главные экономические проблемы инвесторов: снижаются инвестиционные затраты на строительство, сокращаются сроки окупаемости проектов.

5. *Механизированные парковочные комплексы (наземные, подземные, совмещённые).*

В настоящее время наиболее оптимальным высокотехнологичным решением в условиях нехватки свободной территории для парковок является применение многоярусных автоматизированных (механизированных) систем парковки автомобилей (рис. 5).



Рис. 5. Механизированные парковочные комплексы [8]

В этой категории парковок существуют свои подгруппы в зависимости от типа парковочных комплексов. Всё оборудование автоматизированных парковочных систем и парковочных комплексов разделено на четыре группы:

- **компактный паркинг (подъёмники)** - парковочный модуль представляет собой 2–4 уровневый подъёмник, с гидравлическим или с электрическим приводом, с наклонной или горизонтальной платформой, двух- или четырёх стоечный, подземный с платформами на выдвигной раме;

- **пазловый паркинг (паркинг типа puzzle)** - представляет собой многоярусную несущую раму с расположенными на каждом ярусе платформами для подъёма и горизонтального перемещения автомобилей, устроен по принципу матрицы со свободной колонкой (ячейкой);

- **башенный паркинг** - представляет собой многоярусную самонесущую конструкцию, состоящую из центрального подъёмника лифтового типа с одно- или двух координатным манипулятором, с двух сторон от подъёмника расположены ряды продольных или поперечных ячеек хранения автомобилей на поддонах.

В России уже используются башенные парковки типа "SMART PARKING". Автоматизированные парковки «SMART PARKING» (производство Южная Корея) — парковочные системы вертикального циркуляционного типа (рис. 6). Данные механические мульти-уровневые системы разработаны для парковки большого количества машин на ограниченном пространстве и оснащены безопасным механизмом, специально разработанным для них.



Рис. 6. Парковки типа "SMART PARKING"[9]

Это наиболее экономичная система среди прочих парковочных решений предлагаемых в настоящее время. Простая система управления исключает необходимость присутствия специального обслуживающего персонала. Клиент может выбрать любой вариант парковочных систем, чтобы разместить от 5 до 12 машин. Фасад или декоративное ограждение предоставляет возможность наиболее гармонично встроить парковку в существующей застройке. Парковка может быть установлена на рекордно маленьких площадях немногим больше габаритов самой системы, а при необходимости — может быть переустановлена на другое место.

• **стеллажный паркинг** - представляет собой многоярусный одно- или двухрядный стеллаж с ячейками хранения автомобилей на поддонах, к месту хранения поддоны перемещаются подъемниками и двух- или трёх координатными манипуляторами ярусного, напольного или навесного расположения.

Анализ достоинств и недостатков вышеперечисленных типов паркингов проводился по следующим критериям: стоимость строительства; занимаемая площадь; время строительства; средняя стоимость парковочного места. Результаты анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1.

#### Достоинства и недостатки различных типов паркингов

Типы паркингов	Стоимость строительства	Занимаемая площадь	Время строительства	Средняя стоимость постройки и парк. места
1. Наземные плоскостные парковки	-	-	+	-
2. Наземные многоуровневые парковки из железобетона;	-	+	-	-
3. Подземные плоскостные/многоуровневые парковки	-	++	-	-
4. Наземные металлические многоуровневые парковки	+	+	+	+
5. Механизированные парковочные комплексы	++	++	++	++

#### Обсуждения

Архитектурная планировка улиц центра города Уфа (узкие улицы и плотно застроенные здания и дома, практически полное отсутствие свободных пространств) не позволяет использовать 1, 2 и 4 варианты парковки в связи с потребностью в значительной площади.

Подземная парковка является хорошим решением, но имеет потребность в серьезных финансовых и временных ресурсах, с этой точки зрения наиболее приемлемым вариантом может быть использование механизированных парковочных комплексов.

#### Вывод

Проведя анализ ситуации с парковками в г. Уфе, проанализировав достоинства и недостатки различных видов парковок, а также учитывая особенности города, можно сделать вывод, что решить проблему с парковками возможно используя механизированные парковочные комплексы.

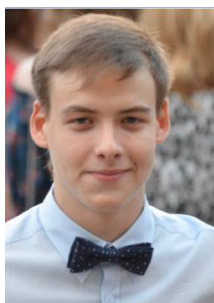
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уфа [Электронный ресурс] // URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Уфа>, (дата обращения: 15.05.2016).
2. **Г. Амирзянова** Мер Уфы: «Я не знаю ни одного города, где есть идеальные дороги» // Информационный портал Proufu.ru, [Электронный ресурс]: // URL: [http://proufu.ru/news/novosti/avto/mer\\_ufy\\_ya\\_ne\\_znayu\\_ni\\_odnogo\\_goroda\\_gde\\_est\\_idealnye\\_dorogi](http://proufu.ru/news/novosti/avto/mer_ufy_ya_ne_znayu_ni_odnogo_goroda_gde_est_idealnye_dorogi), (дата обращения: 15.05.2016).
3. **Д. Бухаленкова** Наземные парковки в центре города останутся Безформата.ru Информационный портал [Электронный ресурс] // URL : <http://tula.bezformata.ru/listnews/nazemnie-parkovki-v-tcentre-goroda/5180034/>, (дата обращения: 20.12.2016).
4. **В. Волгин** Малый автосервис, практическое пособие Fantasy Read Электронная библиотека [Электронный ресурс] // URL : <http://www.fanread.net/book/9737393/?page=9>, (дата обращения: 20.12.2016).
5. **Д. Плотников** Разгрузить центральные дороги Ростова помогут многоуровневые парковки. Privet-rostov.ru, Информационный портал [Электронный ресурс] / URL: <http://privet-rostov.ru/gorod/2160-razgruzit-centralnye-dorogi-rostova-pomogut-mnogourovnevye-parkovki.html>, (дата обращения: 20.12.2016).
6. **М. Великорецкая** Все начинается с парковки. Arendator.ru. Информационный портал [Электронный ресурс] // URL: <http://management.arendator.ru/actual/465/>, (дата обращения: 22.12.2016).
7. **Г. Ананьев** В Ростове построят быстровозводимые многоуровневые парковки. Безформата.ru. Информационный портал [Электронный ресурс] // URL : <http://rostovnadonu.bezformata.ru/listnews/bistrovozvodimie-mnogourovnevye-parkovki/13727746>, (дата обращения: 23.12.2016).
8. **А. Мартынец** В Казани обсудили строительство механизированных паркингов. Kazned.ru. Информационный портал [Электронный ресурс] // URL: <https://kazned.ru/news/5193>, (дата обращения: 20.12.2016).
9. Трест-Паркинг [Электронный ресурс] // URL: <http://www.superparking.ru>, (дата обращения: 20.12.2016).

## ОБ АВТОРАХ



**Дударева Наталья Юрьевна**, доцент кафедры двигателей внутреннего сгорания УГАТУ. Кандидат технических наук.  
e-mail: natalia\_jd@mail.ru



**Аслямов Ильдус Нафисович**, студент кафедры двигателей внутреннего сгорания УГАТУ  
e-mail: aslyamov7@gmail.com

## АНАЛИЗ ВЫСОТНО-СКОРОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ САМОЛЁТОВ V ПОКОЛЕНИЯ

Кишалов А. Е., Ключев Н. А.

Одним из показателей совершенства летательного аппарата (ЛА) является его лобовое сопротивление. Уменьшение лобового сопротивления и повышение тяги позволяют достигать больших скоростей. Как правило, развитие и совершенствование ЛА идёт одновременно по обоим направлениям.

В [1] Построены 3D-модели самолётов Т-50 и F-35 в CAD-системе Inventor 2016 (рисунок 1). С помощью пакета программного анализа ANSYS CFX был проведен 3D численный термогазодинамический расчёт моделей при различных высотах и дозвуковых скоростях полёта. Данное исследование было проведено без учёта входного и выходного импульса двигателей, что приводит к некоторой погрешности моделирования обтекания планера и определения лобового сопротивления самолётов. Исследования высотно-скоростных характеристик двигателей для самолётов V поколения в СИМ DVIGw позволят определить параметры двигателей на различных скоростях и высотах полёта, уточнить параметры 3D-численных моделей и более точно определить сопротивления самолётов Т-50 и F-35.



Рис. 1. Натюра и 3D модель самолета Т-50, построенная в Autodesk Inventor

Двигатели, устанавливаемые на этих самолётах, это двухконтурные турбореактивные, с форсажной камерой и со смешением потоков (ТРДДФсм): F-135 (F-35) фирмы Pratt & Whitney, АЛ-41Ф1 и АЛ-41Ф2 (Т-50) разработанные в НПО «Сатурн». Помимо Т-50 и F-35 к военным высокоманёвренным самолётам V поколения относится американский истребитель F-22 Raptor с ТРДДФ F-119 фирмы Pratt & Whitney. Параметры данных ТРДДФсм на взлётном режиме ( $H = 0$  м,  $M = 0$ ) и лётные характеристики самолётов представлены в таблице 1 [2].

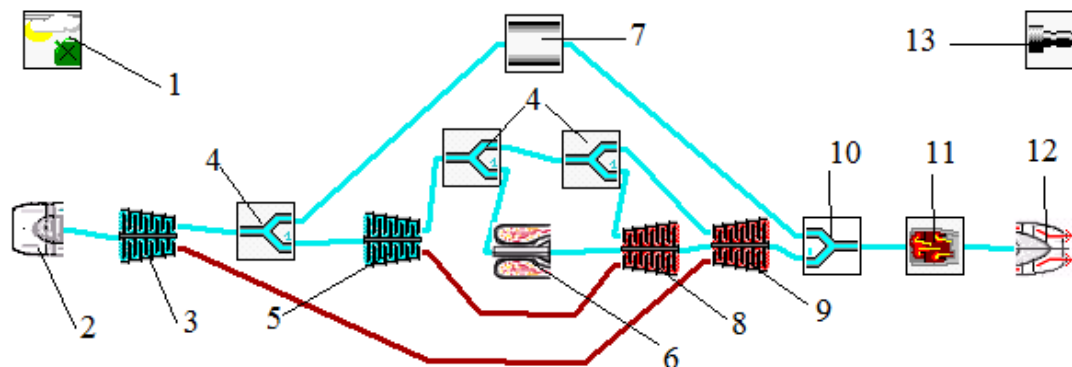
Таблица 1

ТРДДФсм и характеристики самолетов

Самолет	Т-50		F-22	F-35
	АЛ-41Ф1	АЛ-41Ф2	F-119	F-135
<i>I</i>	2	3	4	5
Максимальная бесфорсажная скорость полёта, $M_{max}$	1,20	1,20	1,22	0,80
Максимальная скорость полёта на форсаже, $M_{\Phi}$	2,10	2,50	2,25	1,60
Практический потолок, $H_{max}$ , м	20 000	21 000	20 000	18 000
Тяга на форсаже $R_{\Phi}$ , кН	140,000	160,000	155,600	191,200
Тяга на максимальном режиме $R_{max}$ , кН	87,900	110,800	103,000	125,400
Удельный расход топлива на форсаже $C_{уд \Phi}$ , кг/Н·ч	0,192	0,178	0,198	0,177
Бесфорсажный удельный расход топлива тяга на максимальном режиме $C_{уд max}$ , кг/Н·ч	0,075	0,067	0,089	0,087
Расход воздуха $G_B$ , кг/с	120,6	124,2	125,0	159,0
Степень двухконтурности $m$	0,54	0,26	0,20	0,57
Степень повышения давления в КНД $\pi_{КНД}$	3,88	5,21	4,50	3,70
Степень повышения давления в КВД $\pi_{КВД}$	6,62	5,37	7,78	7,75
Суммарная степень повышения давления $\pi_{\Sigma}$	25,67	28,00	35,00	28,00
Температура газа перед турбиной $T_T$ , К	1765	1800	1866	1927

### Расчёт ВСХ

Расчёт ВСХ двигателей производился в системе имитационного термогазодинамического моделирования (СИМ) DVIGw [3]. Так как все рассматриваемые двигатели выполнены по схеме ТРДДФсм, то их топологические модели одинаковы (рисунок 2). Для каждой модели двигателя по заданным значениям основных параметров рабочего процесса (таблица 1) проводилась идентификация модели на взлётном форсированном и максимальном бесфорсажном режимах ( $H = 0$ ,  $M = 0$ ). Погрешность моделирования основных параметров двигателя по сравнению с данными из открытых источников составляет не более 0,1%.



**Рис. 2.** Топологическая модель ТРДДФсм АЛ-41Ф1 в СИМ DVIGw, где 1 – Начальные условия; 2 – Входное устройство; 3 – КНД; 4 – Отбор воздуха; 5 – КВД; 6 – КС; 7 – Канал; 8 – ТВД; 9 – ТНД; 10 – Смеситель; 11 – Форсажная камера; 12 – Реактивное сопло; 13 – Общие результаты

При моделировании ВСХ двигателей принят закон управления двигателем с поддержанием постоянной приведённой частоты вращения ротора высокого давления. При этом не учитывалось переключение системы автоматического управления (САУ) двигателем на другие законы регулирования, а также ограничения по высоте и скорости полёта. Для всех двигателей ВСХ рассчитывались в диапазоне скоростей от 0 до 1,2 М с шагом 0,2 М и в диапазоне высот от 0 до 20 000 м с шагом 2000 м. При моделировании использовалась стандартная обезразмеренная характеристика компрессора kom10 – это также является некоторым приближением, так как у каждого из рассматриваемых двигателей свои узлы со своими уникальными характеристиками. Моделирование производилось на максимальном взлётном режиме. При моделировании ВСХ в DVIGw задавался закон расчёта, приведённый в таблице 2 [3].

Таблица 2

Закон расчёта

Варируется	Поддерживается	Табулируется
Температура газа на выходе из камеры сгорания $T$ , К	Приведённая частота вращения КВД $n_{пр} = 100\%$	$M = 0 \div 1,2$ (с шагом 0,2)  $H = 0 \div 20\ 000$ м (с шагом 2000 м)
Степень повышения давления в КВД $\pi_{КВД}$	Относительная пропускная способность ТВД $\bar{A}_{ТВД} = 1$	
Степень двухконтурности $m$ (через долю отбора на второй контур $\delta$ )	Относительная пропускная способность ТНД $\bar{A}_{ТНД} = 1$	
Степень повышения давления в КНД $\pi_{КНД}$	Отношение статических давлений в смесителе $P_1/P_2 = 1$	
Приведённый расход воздуха на входе в воздухозаборник $G_{пр}$	Площадь критического сечения сопла $F_{кр}$	

Изменение параметров на максимальном бесфорсажном режиме (тяга, удельный расход топлива, расход воздуха, полная температура на выходе из сопла и температура газа в камере сгорания) на различных высотах и скоростях полёта для двигателя F-135 приведено на рисунках 3–5.

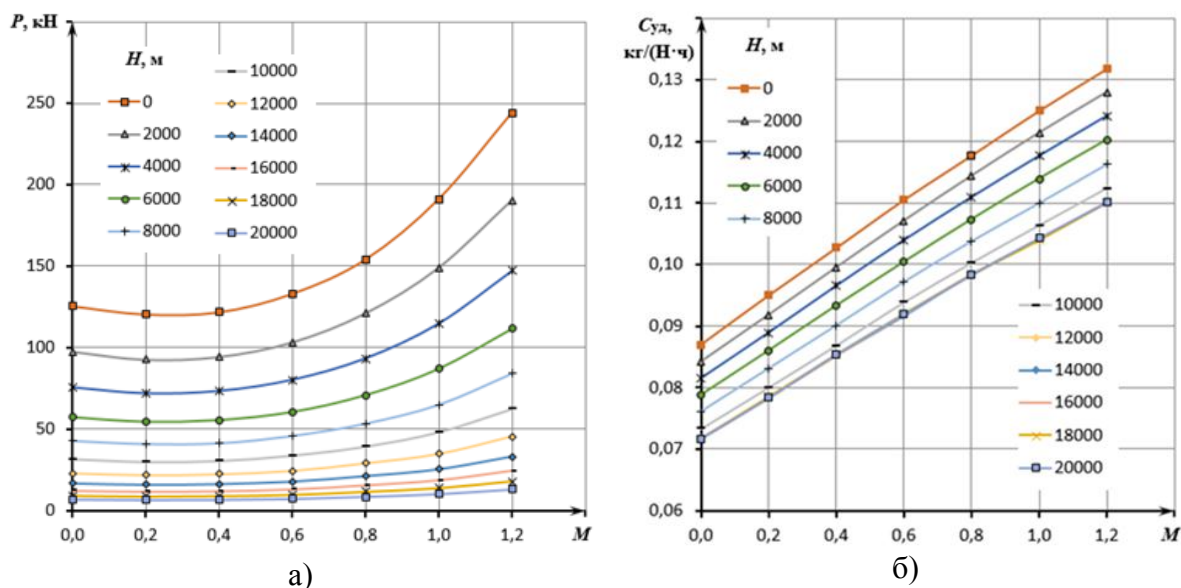


Рис. 3. ВСХ F-135 на максимальном безфорсажном режиме:

а) тяга в зависимости от высоты и скорости полёта; б) удельный расход топлива в зависимости от высоты и скорости полёта

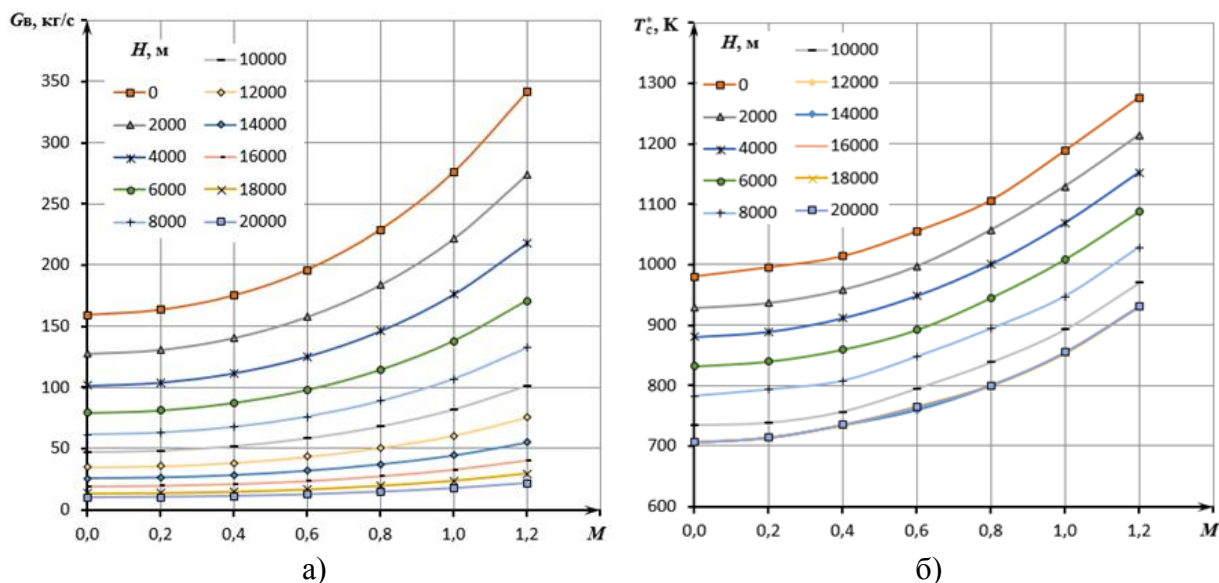


Рис. 4. ВСХ F-135 на максимальном безфорсажном режиме:

а) расход воздуха в зависимости от высоты и скорости полёта; б) температура на выходе из сопла в зависимости от высоты и скорости полёта

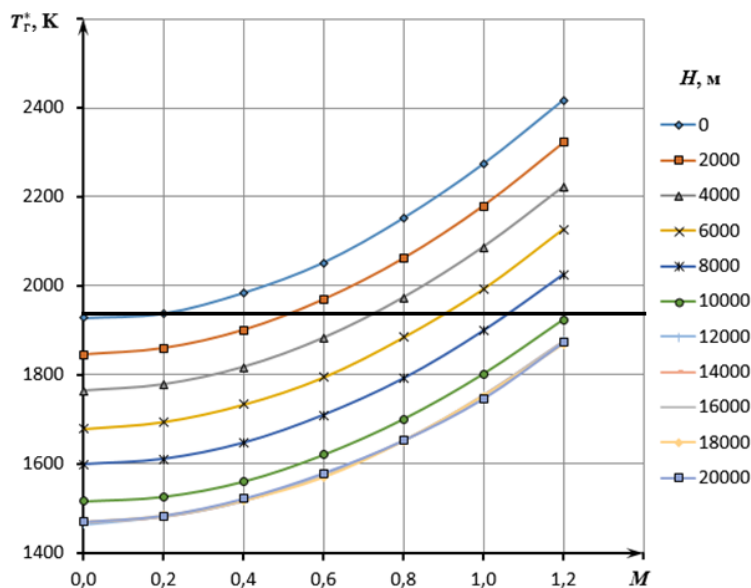


Рис. 5. Температура в камере сгорания при максимальном бесфорсажном режиме для F-135 в зависимости от высоты и скорости полёта

На рисунках 4б) и 5 линии для высот от 12 000 до 20 000 м совпадают. На рисунке 6 видно, что при высотах ниже 10 000 м полёт на высоких скоростях невозможен, так как при выбранном законе регулирования, температура в камере сгорания превышает максимально допустимую температуру газа перед турбиной.

### Сравнение и анализ ВСХ

В данной статье сравнение ВСХ двигателей самолётов V поколения происходит по бесфорсажной тяге, по удельной тяге, а также по удельному расходу топлива. Полученные результаты моделирования ВСХ двигателей носят предварительный характер. Для получения более точных результатов необходимы характеристики каждого узла рассматриваемых ТРДДФсм в широком диапазоне параметров и программы регулирования двигателя. Поэтому в данном исследовании анализируется влияние степени



двухконтурности, распределения работ по каскадам компрессора и абсолютных значений параметров двигателей на их ВСХ. На рисунке 6 для рассматриваемых ТРДДФсм на максимальном безфорсажном режиме показаны зависимости тяги и удельной тяги топлива от скорости полёта с расслоением для трёх высот ( $H = 0, 10\ 000$  и  $20\ 000$  м).

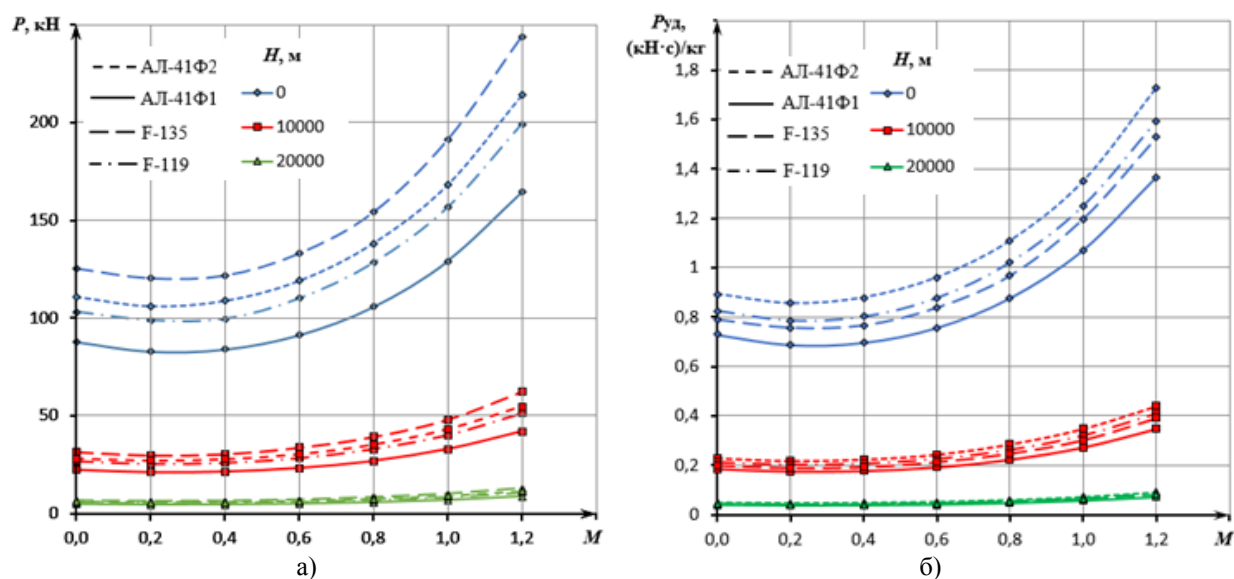


Рис. 6. ВСХ ТРДДФсм на максимальном безфорсажном режиме:

а) тяга в зависимости от высоты и скорости полёта; б) удельная тяга в зависимости от высоты и скорости полёта

На рисунке 6 видно, что для рассматриваемых двигателей характерно падение тяги при полёте с малыми высотами и скоростями до числа  $M$  порядка 0,3. При дальнейшем росте скорости за счёт увеличения динамического напора в воздухозаборнике и увеличении суммарной степени повышения давления тяга двигателя растёт. С увеличением высоты полёта тяга двигателей уменьшается, из-за уменьшения физического расхода воздуха через двигатель. Тяга F-135 выше чем у двигателя AL-41Ф1 во всём диапазоне скоростей и высот, так как он имеет больший расход воздуха и температуру газа в камере сгорания. Также тяга ТРДДФсм AL-41Ф2 больше тяги F-119 во всём диапазоне. Разница между тягами двигателей становится больше при увеличении скорости полёта и существенно уменьшается при повышении высоты полёта.

Для всех ТРДДФсм характерно увеличение удельной тяги с ростом скорости, и её уменьшение с ростом высоты. Среди двигателей с большей степенью двухконтурности, удельная тяга больше у F-135. Среди двигателей с меньшей степенью двухконтурности, удельная тяга больше у AL-41Ф2. Анализируя график можно отметить что, при увеличении скорости полёта относительное изменение удельной тяги двигателя F-135 больше чем у AL-41Ф1 на 6,3% при высоте 0 м и на 8,8% при высотах 10 000 и 20 000 м. У ТРДДФсм AL-41Ф2 относительное изменение удельной тяги больше чем у F-119 на 0,4% при  $H = 0$  м, меньше чем у F-119 на 1,7% при  $H = 10\ 000$  м и практически не изменяется при  $H = 20\ 000$  м.

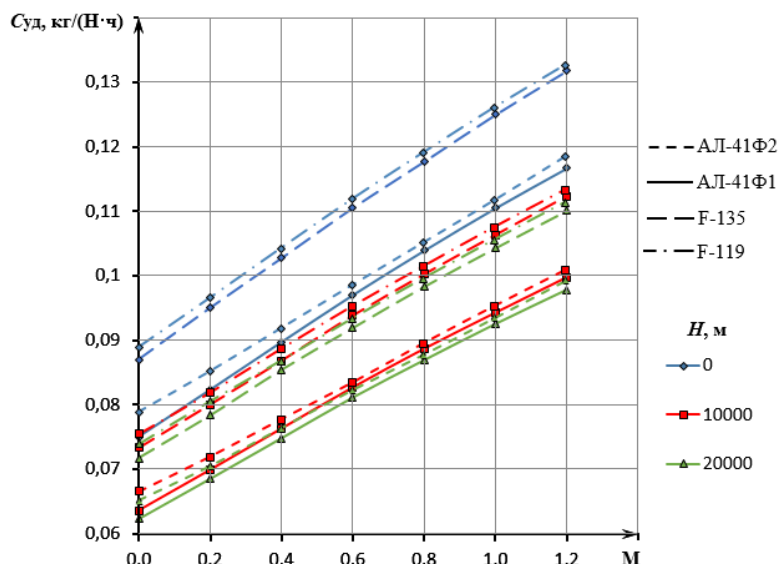


Рис. 7. Удельный расход топлива на максимальном бесфорсажном режиме ТРДДФсм в зависимости от высоты и скорости полёта

На рисунке 7 видно, что для всех ТРДДФсм при увеличении скорости полёта удельный расход топлива растёт, а при повышении высоты полёта, удельный расход топлива уменьшается. Двигатель F-135 имеет несколько большую степень двухконтурности, как и двигатель АЛ-41Ф1 (0,57 и 0,54, соответственно). Двигатели АЛ-41Ф2 и F-119 имеют меньшую степень двухконтурности (0,26 и 0,2). Можно заметить, что двигатель F-135 имеет больший удельный расход топлива на максимальном бесфорсажном режиме по сравнению с АЛ-41Ф1, как и двигатель F-119 по сравнению с АЛ-41Ф2. Анализируя график можно отметить что, при увеличении скорости полёта относительное изменение удельного расхода топлива двигателя F-135 меньше чем у АЛ-41Ф1 на 4% при высотах 0 и 10 000 м и на 3,5% при высоте 20 000 м. У ТРДДФсм АЛ-41Ф2 относительное изменение удельного расхода топлива больше чем у F-119 на 1,2% при  $H = 0$  м, на 1,4% при  $H = 10 000$  м и на 1,8% при  $H = 20 000$  м.

### Выводы

Составлены и идентифицированы топологические модели ТРДДФ: АЛ-41Ф1, АЛ-41Ф2, F-119 и F-135 в DVIgW на взлётном максимальном и полном форсированных режимах. Проведён расчёт ВСХ этих двигателей в диапазоне изменения Маха полёта от 0 до 1,2 с шагом 0,2 при высотах полёта 0, 10 000 и 20 000 м. Получены значения тяги, удельного расхода топлива, удельной тяги, расхода воздуха, температуры и скорости газа на выходе из сопла рассматриваемых двигателей. Произведено сравнение и анализ ВСХ двигателей со схожими степенями двухконтурности. Полученные параметры необходимы для уточнения лобового сопротивления моделей самолётов Т-50 и F-35 в ANSYS CFX.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кишалов, А. Е. Моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолётов V поколения при помощи ANSYS CFX / А. Е. Кишалов, Н. А. Ключев, Р. И. Султанов, А. А. Самигуллин // Молодёжный Вестник УГАТУ Ежемесячный научный журнал – Уфа: УГАТУ. – 2016 - №2 (15). – С. 44-53.
2. Кишалов, А. Е. Анализ характеристик авиационных ГТД V поколения / А. Е. Кишалов, А. А. Самигуллин // Молодёжный Вестник УГАТУ Ежемесячный научный журнал – Уфа: УГАТУ. – 2014 - №2 (11). – С. 47-54.
3. Ахмедзянов Д. А, Кишалов А. Е. Термогазодинамическое моделирование авиационных двигателей и их элементов: [лабораторный практикум] / ГОУ ВО Уфимский

**ОБ АВТОРАХ**

**Кишалов Александр Евгеньевич**, доц. каф. авиац. теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2006). К.т.н. по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2010). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неустановившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.

Тел. (347)2737792, e-mail: [kishalov@ufanet.ru](mailto:kishalov@ufanet.ru)



**Ключев Никита Александрович**, студент группы ДЛА - 403 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области транспортировки газа и приводов ГПА. Исследования и моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолетов V поколения.

e-mail: [kluchev-nikita@yandex.ru](mailto:kluchev-nikita@yandex.ru)

УДК 621.314.6

**ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С МАГНИТОПРОВОДОМ ИЗ АМОРФНОЙ СТАЛИ**

**Вавилов В. Е., Гусаков Д. В., Меднов А. А.**

Выпрямительные трансформаторы относятся к специальным типам трансформаторов, так как их условия работы имеют ряд существенных особенностей, которые должны быть учтены при проектировании и их эксплуатации.

Выпрямительный трансформатор решает следующие задачи [1]:

- 1) преобразование величины напряжения для согласования напряжения сети с напряжением, требуемым нагрузкой;
- 2) преобразование (увеличение) числа фаз для сглаживания выпрямленного напряжения и тока;
- 3) получение нулевой точки для включения вентилях по лучевым схемам;
- 4) изоляция сети переменного тока от сети постоянного тока;
- 5) улучшение формы первичного тока, забираемого из сети;
- 6) построение сложных схем.

Наиболее массовая область применения фазопреобразующих устройств на трансформаторах связана с созданием многопульсовых выпрямительных агрегатов, предназначенных для питания потребителей постоянного тока [2]. Одной из основных областей применения таких агрегатов является авиакосмическая отрасль, где используются трансформаторно-выпрямительные устройства (ТВУ). ТВУ – это статические индуктивные преобразователи, относящиеся к вторичным системам электроснабжения (СЭС) летательного аппарата, служащие для преобразования величины напряжения 115/200 В переменной частоты тока 400 Гц в 27 В выпрямленного напряжения. Важной особенностью данных преобразователей является то, что основную часть времени полета летательного

аппарата они работают в режиме холостого хода, при котором основные потери приходится на магнитопровод трансформатора ТВУ.

При проектировании ТВУ систем электроснабжения летательного аппарата разработчики пытаются добиться оптимального компромисса между такими критериями как массогабаритный показатель и минимум тепловых потерь (максимальный КПД) [3]. Одним из способов снижения тепловых потерь является использование аморфной стали, обладающей в 10-15 раз меньшими потерями холостого хода взамен холоднокатаной электротехнической или прецизионной магнитно-мягкой стали [4-8].

Для определения массогабаритных показателей и потерь в магнитопроводе были проведены расчеты двух типов ТВУ с различными типами аморфных сплавов: 5БДСР, 1СР производства ПАО «Ашинский метзавод» [9], АМАГ321 производства ОАО «Мстатор» [10] и Metglas Alloy 2605CO производства Hitachi Metals [11].

Ниже представлены результаты расчетов ТВУ (таблица 1) с различными видами аморфных сплавов.

Таблица 1

## Сравнение ТВУ с магнитопроводами, выполненными из различных сплавов.

Наименование параметра	5БДСР	1СР	АМАГ 321	Metglas Alloy 2605CO
Масса металла обмоток, кг	2,48			
Масса магнитопровода, кг	4,04	3,5	2,92	2,76
Потери в магнитопроводе, Вт	4,44	10,85	17,5	8,27

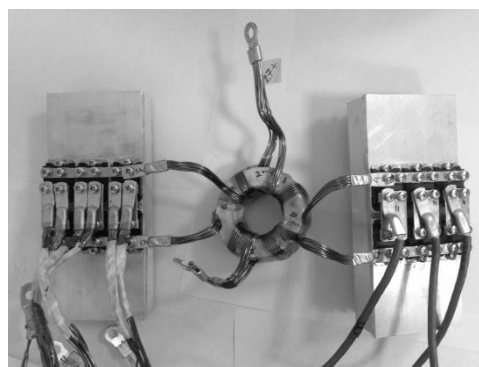
По результатам расчетов были разработан демонстрационный макет ТВУ (рис. 1). Габаритные размеры демонстрационного макета приведены на рис.2. Экспериментальные исследования проводились в нормальных климатических условиях по [12] на специальном стенде.

Требования к стенду:

- выходное 3-х фазное напряжение  $U_{\text{нл}}$  220 В, не менее, соответствующее разделу 5.1 [13], СЭС переменной частоты (360 - 800 Гц).
- нагрузочные модули с номинальным током 1400А, не менее.



а



б

**Рис. 1.** Демонстрационный макет ТВУ: а – трехфазный трансформатор; б – мостовой выпрямитель с уравнительным реактором

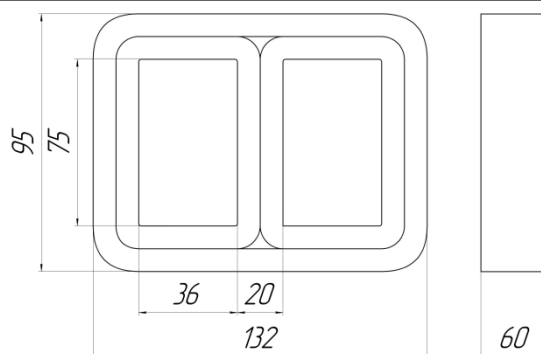


Рис. 2. Габаритные размеры ТВУ

Питание подавалось на 3 фазы обмотки высокого напряжения  $U_{1н}=200В \pm 10\%$  с частотой  $f=800 \pm 10\%$  Гц. К выводам блока выпрямителей была подключена нагрузка, при этом ток на выводах выпрямителя должен был соответствовать таблице 2. Ток контролировался по амперметрам, напряжение – по вольтметру. Температура обмоток контролировалось по встроенным в трансформатор датчикам температуры (термопарам) соединенным с мультиметром. Критерием для прекращения экспериментальных исследований являлась температура обмоток  $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ , которая достигнута не была.

Таблица 2

## Результаты экспериментальных исследований ТВУ

Ток, А	Время выдержки, с	Требуемое напряжение на выходе выпрямителя, В	Напряжение на выходе выпрямителя, В	Максимальная температура обмоток трансформатора по истечении времени выдержки, $^{\circ}\text{C}$
50 + 10%	60	27	27,8	25
150 + 10%	60+5	24–30	26,59	31
330 + 10%	900+20	24–30	25,06	120
450 + 10%	300+10	Не менее 22,7	23,38	185

Как видно из таблицы 2, экспериментальные исследования подтверждают правильность выбранной методики проектирования и конструктивной схемы выпрямительного трансформатора. Важно отметить, что тепловые нагрузки, выявленные на трансформаторе при его испытаниях, находятся в пределах допустимых значений. Максимальный температурный порог для обмотки изделия составляет  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура, обнаруженная в наиболее нагруженных режимах, составила  $187\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Выявлены незначительные провалы по выпрямленному напряжению, менее 10 %, что решается дополнительной укладкой одного витка в обмотку. Стоит отметить, что снижение номинальной рабочей температуры при прочих равных условиях позволяет повысить срок службы наиболее уязвимого элемента трансформатора – изоляции обмотки, а, следовательно, и всего ТВУ.

Результаты проведенных испытаний показывают, что, исходя из критериев массогабаритных показателей, мощности и эффективности, возможно создание трансформаторов с магнитопроводами из аморфной стали повышенной эффективности с массовыми характеристиками, незначительно превышающими массу трансформаторов из прецизионных магнитомягких сплавов или электротехнических сталей.

Работа выполнена при поддержке гранта НШ-6858.2016.8.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков А.А. Новая теория управляемых выпрямителей // М. Наука. – 1970. – 320 с.
2. Мятаж С.В. Трансформаторные преобразователи числа фаз с улучшенными энергетическими показателями // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – НГТУ. – Новосибирск, 2003.
3. Коняхин С. Ф. Исследование и разработка бортовых трансформаторно-выпрямительных устройств с многоканальным преобразующим трактом // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – НИУ МЭИ. – Москва, 2009.
4. Гусаков Д.В., Каримов Р.Д., Ямалов И.И. Применение аморфной стали для снижения потерь в магнитопроводе трансформаторов // Современные тенденции развития науки и технологий, 2017, № 1-2, С. 19-21
5. Гусаков Д.В., Каримов Р.Д., Ямалов И.И. Сравнение трансформаторов с магнитопроводами, выполненными из различных сплавов аморфной стали // Вестник научных конференций, 2017, № 1-5 (17), С. 66-67
6. Гусаков Д.В., Каримов Р.Д., Ямалов И.И. Трансформаторно-выпрямительные установки с магнитопроводом из аморфной стали // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Современное научное знание: теория, методология, практика», 2017, С. 168-169
7. Гусаков Д.В. Трансформаторно-выпрямительное устройство летательного аппарата с повышенным КПД // Современные тенденции развития науки и технологий, 2017, № 3-3, С. 41-43
8. Гусаков Д.В., Вавилов В.Е., Ялалова З.И. Повышение эффективности трансформаторно-выпрямительного устройства // Сборник тезисов докладов XLIII Международной молодёжной научной конференции «Гагаринские чтения – 2017», М.; Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2017, С. 936-937
9. ПАО «Ашинский металлургический завод». Электронный источник. Ссылка: <http://www.amet.ru/> (дата обращения 8.05.2017 г.).
10. ОАО «Мстатор». Электронный источник. Ссылка: <http://www.mstator.ru/> (дата обращения 8.05.2017 г.).
11. Hitachi Metals America Ltd. Электронный источник. Ссылка: <http://www.hitachimetals.com/> (дата обращения 8.05.2017 г.).
12. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
13. ГОСТ Р 54073-2010 Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии.

## ОБ АВТОРАХ

**Вавилов Вячеслав Евгеньевич**, доцент, в.н.с. каф. электромеханики УГАТУ, дипл. инж. по электромеханическим системам (УГАТУ, 2010). Кандидат техн. наук по электротехническим комплексам и системам (УГАТУ, 2013). Исследования в области электромеханических преобразователей энергии.

e-mail: s2\_88@mail.ru

**Гусаков Денис Валерьевич**, ассистент, м.н.с. каф. электромеханики УГАТУ, дипл. инж. по электроэнергетическим системам и сетям (УГАТУ, 2011). Кандидат техн. наук по электротехническим комплексам и системам (УГАТУ, 2016). Исследования в области энергетических преобразователей повышенной эффективности.

e-mail: gusakov.den@mail.ru

**Меднов Антон Александрович**, аспирант каф. электромеханики УГАТУ, дипл. инж. по электромеханическим системам (УГАТУ, 2016). Исследования в области энергетических преобразователей повышенной эффективности.

e-mail: mednov@spartak.ru

УДК 004.65

## **МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ГЕНЕРАЦИИ НАБОРА WORD-ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ СЕРТИФИКАЦИИ ИЗ ШАБЛОНОВ**

**Гильманов Р. Ф.**

### **АННОТАЦИЯ**

Рассматриваются методы и средства генерации Word документов, в частности, метод генерации документов на основе XML и на основе объектной модели Word, структура docx файла. Описывается применение .Net Framework библиотеки при работе с Microsoft Word.

### **ВВЕДЕНИЕ**

С бурным развитием информационных технологий компании по всему миру осуществляют масштабный переход к так называемым электронным документам. Но по-прежнему, создание, заполнение и ведение документов требует очень много времени и ресурсов.

Обычно электронные документы делятся на некие виды документов, например, «Заявка на сертификацию», который в дальнейшем создается в больших количествах и имеет схожую структуру, но незначительно отличаются по содержанию, имея различные данные о сотруднике и т. д. В связи с этим целесообразно использовать средства автоматизации создания однотипных электронных документов, когда имеется заранее подготовленный шаблон, который заполняется по требованию пользователя актуальной информацией из различных источников данных. [1]

Так, при работе с набором документов сертификации, создание и ведение документации отнимает много времени и ресурсов. Документы устроены так, что имеют много связанной между собой информации. Поэтому необходимо, чтобы при заполнении одного документа параллельно с ним заполнялись и все остальные документы, которые содержат ту же информацию. Так же необходимо «склеивание» нескольких документов.

В данной статье будут рассмотрены подходы и средства, которые могут применяться при решении таких задач.

## **1. ОБЗОР ПОДХОДОВ И СРЕДСТВ ГЕНЕРАЦИИ WORD ДОКУМЕНТОВ**

В настоящее время существует два основных подхода автоматизации генерации word документов как из заранее подготовленных шаблонов, так и с нуля. Необходимо рассмотреть их немного подробнее.

**Генерация документов на основе XML-заготовки.** В последнее время растет популярность подхода, основанного на технологии XML. Дело в том, что файлы, создаваемые и используемые в пакетах программ, начиная с версии Microsoft Office 2007, существуют в новом формате Office Open XML это, по сути, zip-архив с вложенными в него файлами в формате XML с кодировкой UTF-8 или UTF-16 и файлами мультимедиа в исходном формате [2]. Так, например, текстовая часть документа хранится в файле document.xml, а изображение – в папке media.

Обычный документ Word имеет расширение docx, где «x» в конце означает применение XML [3].

Чтобы залезть и посмотреть “внутри” такого документа, нужно сменить расширение с docx на zip и открыть архив, либо распаковать обычным архиватором.

Структура такого документа выглядит следующим образом (рис. 1).

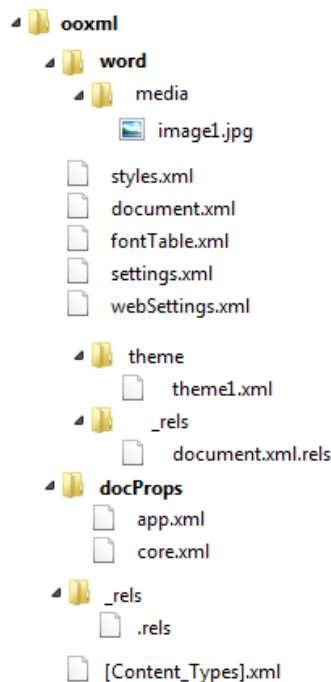


Рис. 1. Дерево файлов распакованного docx

В папке word содержатся файлы, которые представляют из себя содержимое документа. Основным же файлом, в котором содержится вся информация, которая представляет из себя содержимое word-документа, является файл document.xml.

Мультимедиа файлы, используемые в документе, хранятся в своем исходном формате в папке word/media/.

При такой генерации word файла, необходимо составить такую программу, которая выполнит распаковку содержимого полученного архива. Затем откроет файл по пути word/document.xml и внесет в него изменения. Например, вставит необходимый текст в заранее помеченное место. После того как все изменения будут внесены в файл, программа сохранит его, запакует папки и файлы обратно в формат zip. После удачного выполнения такой программы, мы сможем открыть наш отредактированный файл через текстовый процессор версии не ниже MS Word 2007. [4]

Способ имеет преимущество в том, что он платформонезависимый и не требует запуска Word. Так же имеет и ряд недостатков: работает только с файлами формата docx; сложно реализуем, если нам нужно создавать документы «с нуля» или же «склеивать» несколько документов в один из-за прямой работы с XML.

**RHPStamp – средство генерации Word документов, основанное на подходе с применением XML заготовки.** Библиотека RHPStamp, написанная на языке PHP, работает на веб-сервере без установки на физический компьютер пользователя. На сервере



понадобится PHP 5.3 с модулями Zip, DOM и XSL [5]. Для работы с ней на пользовательском компьютере необходим только выход в сеть и веб-браузер.

Для примера используем шаблон (рис. 2).

**Welcome to test document of [[library]].**

This is test of simple string value: [[simpleValue]].

This is test of nested values: [[nested.firstValue]], [[nested.secondValue]].

**This is [[header]]:**

ID	Student	Mark
<u>[[id:cell(students)]]</u>	<u>[[name:cell(students)]]</u>	<u>[[mark:cell(students)]]</u>

**Рис. 2.** Шаблон документа для PHPStamp

```
use PHPStamp\Templator;
use PHPStamp\Document\WordDocument;
$cachePath = 'path/to/writable/directory/';
$templator = new Templator($cachePath);
$documentPath = 'path/to/document.docx';
$document = new WordDocument($documentPath);
$values = array(
    'library' => 'PHPStamp 0.1',
    'simpleValue' => 'I am simple value',
    'nested' => array(
        'firstValue' => 'First child value',
        'secondValue' => 'Second child value'),
    'header' => 'test of a table row',
    'students' => array(
        array('id' => 1, 'name' => 'Student 1', 'mark' => '10'),
        array('id' => 2, 'name' => 'Student 2', 'mark' => '4'),
        array('id' => 3, 'name' => 'Student 3', 'mark' => '7')),
);
$result = $templator->render($document, $values);
$result->download();
```

Выше был представлен фрагмент PHP-кода, который подключает и использует библиотеку, подставляя данные в отмеченные места заранее подготовленного шаблона. На выходе получим документ следующего вида (рис. 3).

**Welcome to test document of PHPStamp 0.1.**

This is test of simple string value: I am simple value.

This is test of nested values: First child value, Second child value.

**This is test of a table row:**

ID	Student	Mark
<u>1</u>	<u>Student 1</u>	<u>10</u>
<u>2</u>	<u>Student 2</u>	<u>4</u>
<u>3</u>	<u>Student 3</u>	<u>7</u>

**Рис. 3.** Сгенерированный из шаблона для PHPStamp документ

Так как этот подход основана на работе с XML-заготовками, то имеет те же достоинства и недостатки, что и предыдущий. К тому же для его работы нужен полноценный веб-сервер.

**Генерация программным путем на основе объектной модели Word документа.** Word предоставляет богатую и мощную модель объектов, обеспечивающую высокую степень его программируемости. Это позволяет разработчикам обращаться к объектам на любом .NET-совместимом языке программирования, например С#. Поэтому, богатейшая функциональность Word полностью доступна из пользовательского кода. [6]

На следующем рисунке показано представление объектов в иерархии объектной модели Word (рис. 4).

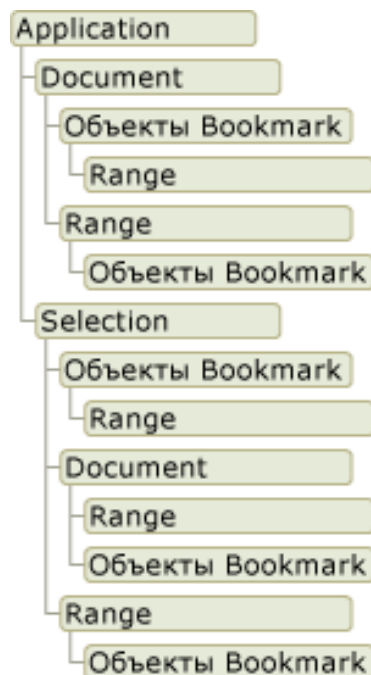


Рис. 4. Абстракция объектной модели Word

На первый взгляд объекты перекрываются. Например, объекты Document и Selection являются элементами объекта Application, но объект Document также является элементом объекта Selection. Объекты Document и Selection содержат объекты Bookmark и Range. Перекрывание существует, так как для доступа к объекту одного и того же типа можно использовать различные способы.

Рассмотрим каждый объект подробнее.

**Объект Application** — это само приложение Microsoft Word. Все остальные объекты Word «вложены» в этот объект. Создать этот объект — значит запустить Word.

**Объект Document** занимает центральное место в программировании Word. Открывая существующий документ или создавая новый, создается новый объект Document, добавляемый в Word-набор Documents. Документ, на который установлен фокус ввода, называется активным, и его представляет свойство ActiveDocument объекта Application.

**Объект Selection** представляет текущий выделенный фрагмент. Выполняя какую-либо операцию в пользовательском интерфейсе Word (например задавая полужирное начертание), обычно выделяется соответствующий текст и применяете к нему новый параметр форматирования. Объект Selection всегда присутствует в документе; если ничего не выделено, этот объект представляет курсор ввода.

**Объект Range** представляет непрерывную (последовательную) область в документе и определяется позициями начального и конечного символов. В одном документе можно определить сразу несколько таких объектов. Вот характеристики объекта Range:

- может включать только курсор ввода, диапазон текста или весь документ;
- содержит непечатаемые символы вроде пробелов, табуляторов и знаков абзацев;

- может быть областью, как соответствующей, так и не соответствующей текущему выделенному фрагменту;
- является динамическим, т. е. существует до тех пор, пока выполняется создавший его код.

Если вставляется текст в конец диапазона, Word автоматически расширяет диапазон, чтобы охватить и новый текст.

**Объект Bookmark** аналогичен объекту Range в том смысле, что представляет непрерывную область в документе и тоже имеет начальную и конечную позиции. Можно использовать закладки (bookmarks), чтобы пометить какое-либо место в документе, или как контейнер текста в документе. Объект Bookmark может охватывать только курсор ввода или весь документ. В документе можно определить несколько закладок. Следующие характеристики Bookmark отличают его от объекта Range:

- можно присваивать имя объекту Bookmark;
- он сохраняется вместе с документом и не уничтожается по завершении породившего его кода или после закрытия документа; [6]

Подход с использованием объектной модели Word представляет широкие возможности по работе с документами на любом .NET-совместимом языке программирования. Имеется недостаток – для работы необходим установленный Microsoft Office Word. Зато можно без проблем создавать новые документы, «склеивать» несколько документов, работать с файлами с расширением как doc, так и docx в отличие от подхода к генерации документов на основе XML заготовки, который работает только с docx файлами и многое другое.

По результатам рассмотрения двух основных подходов к программной генерации Word-документов и сравнения их преимуществ и недостатков, выбор был сделан в пользу реализации на основе объектной модели Word как более мощной и универсальной.

## 2. ПРИМЕНЕНИЕ .NET БИБЛИОТЕКИ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИЯ ДОКУМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ WORD

Применение .NET библиотеки Microsoft.Office.Interop.Word от Microsoft Corp., основанной на объектной модели Word, представляет большие возможности программного создания и редактирования документов, начиная от простой функции очистки содержимого документа до сложного форматирования текста, работы с колонтитулами и «склеивания» нескольких документов в один, не вдаваясь в подробности внутренней структуры [7]. Написана библиотека на языке C# для платформы .NET Framework. Для её работы на компьютере должен быть установлен Microsoft Word.

Библиотека работает с документом по принципу «прямо как человек». Она открывает документ в фоновом режиме и выполняет с все те действия, которые описал программист при разработке программы – отсюда и такие широкие возможности при работе с ней.

**Примерная логика работы программы генерации при работе с документами.** Так как постановка задачи предполагает много повторяющейся в различных документах информации, то необходимо фиксировать внесенную на каждом этапе информацию в базе данных, что позволит избавиться от повторного внесения той же информации в другие документы. Это так же позволит восстановить документы, если вдруг они будут утеряны или повреждены.

В общей папке локальной сети будут находиться шаблоны, к которым будет обращаться программа генерации, расположенная на компьютере пользователя. При старте программы на пользовательский ПК будут копироваться во временную папку необходимые шаблоны для редактирования, которые, по завершению генерации, будут отправляться в общую папку для завершённых документов в локальной сети, а внесенная информация в документ будет записываться в базу данных, чтобы при последующих генерациях других

документов не вводить всю информацию заново, а брать её из БД. Наглядная схема представлена на рисунке ниже (рис. 5).

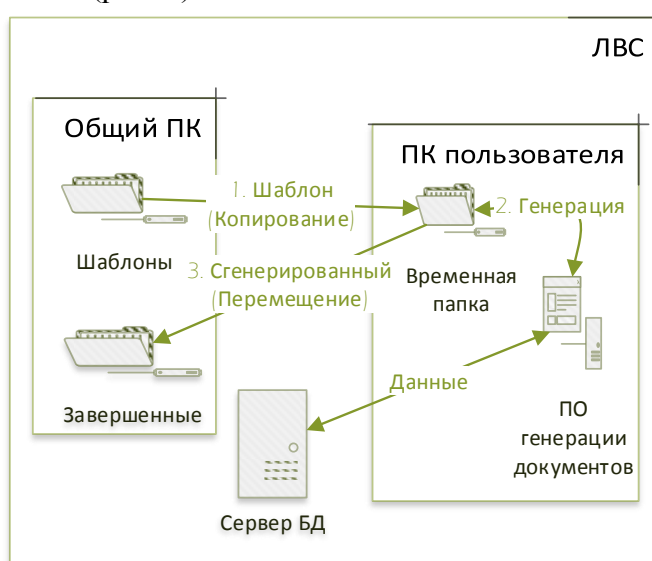


Рис. 5. Схема процесса генерации документа

**Реализация программы генерации документов.** Для работы с word документами, файлами и папками необходимо подключить соответствующие библиотеки и задать пространства имен:

```
using Word = Microsoft.Office.Interop.Word;
using System.IO;
```

Затем необходимо создать функции проверки наличия файлов и директорий, функции копирования, перемещения и удаления, функции работы непосредственно с самим Word документом и функции хранения и загрузки настроек программы. Остановимся подробнее на фрагменте функции замены меток в документе на необходимый текст.

После того как шаблон документа скопирован во временный каталог на компьютере пользователя, с ним можно проводить необходимые действия. Откроем его. Для этого создадим объект Application. Затем вызовем объект Documents и его метод Open, которому передадим имя документа для открытия.

```
var wordap = new Word.Application();
wordap.Application.Documents.Open(source);
Word.Find wfind = wordapp.Selection.Find;
```

Далее ищем метки, которые необходимо заменить, и заменим их. Так как заменяться информация может в нескольких частях документа, необходимо организовать цикл, а искомую и заменяемую информацию поместить в массивы findText[] и replaceText[] соответственно.

После запуска цикла необходимо сбросить параметры форматирования для поиска и вставки текста, так как условия поиска в Find являются накопительными. Это означает, что условия добавляются к предыдущим условиям поиска. Для сброса форматирования из предыдущих операций поиска перед выполнением нового поиска необходимо использовать метод ClearFormatting и Replacement.ClearFormatting. И только после этого выполнять поиск меток и менять текст в документе.

Для запуска процедуры поиска и замены каждого найденного в документе элемента используется метод Execute, который принимает несколько параметров, а именно: FindText: wfind.Text – содержит в себе искомый текст; ReplaceWith: wfind.Replacement.Text –

содержит в себе текст, который будет вставлен на место найденного текста; Replace: replaceAll – сообщает о том, что нужно произвести замену для всех найденных в документе элементов.

Полный цикл приведен ниже.

```
for (int i = 0; i < findText.Length; i++)
{
    wfind.ClearFormatting();
    wfind.Replacement.ClearFormatting();
    wfind.Text = findText[i];
    wfind.Replacement.Text = replaceText[i];
    wfind.Execute(FindText: wfind.Text, ReplaceWith: wfind.Replacement.Text,
    Replace: replaceAll);
}
```

В завершении необходимо сохранить и закрыть документ, так как иначе Microsoft Word останется работать в фоновом режиме.

```
wordap.Application.ActiveDocument.Save();
wordap.Application.ActiveDocument.Close();
```

По завершению всех операций сохраненный документ будет направлен в общую папку для завершенных документов.

Итак, выше были описаны основные моменты при работе с объектами Word с использованием C#. В следующем разделе будет описан конкретный пример применения такого подхода.

### 3. ПРИМЕР ГЕНЕРАЦИИ ДОКУМЕНТОВ ИЗ ШАБЛОНОВ НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ WORD С ПРИМЕНЕНИЕМ БД

**Подготовка шаблонов.** Шаблоны с виду имеют вид обычного документа, но с той лишь разницей, что в них имеются метки, заменяющие ту часть данных, которая меняется при каждом создании документа.

Пример будет рассмотрен на двух шаблонах.

Структура шаблонов с данными, добавляемыми в процессе генерации будет выглядеть следующим образом (рис. 6). Соединительные линии показывают данные, которые будут одинаковыми. Поэтому при создании документа «Решение по заявке» данные в документ будут добавлены автоматически, без повторного ввода. Так же необходимо будет поступать и со всеми остальными документами, которые будут создаваться в последующем.

После того как определена структура, создадим сами шаблоны. Их будет два. Первый шаблон «Заявка» (рис. 7, а), а второй шаблон «Решение по заявке» (рис. 7, б).

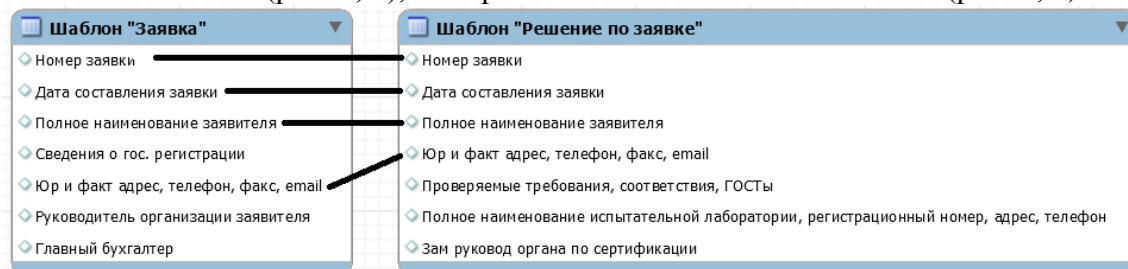


Рис. 6. Структура документа с данными, добавляемыми в процессе генерации

**ЗАЯВКА**  
№ <@№ заявки> от <@Дат сост заяв>  
НА ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

**Заявитель** <@Полное наименование заявителя>

-----  
полное наименование заявителя,  
<@Сведения о гос рег ЮЛ или ИП заявителя>  
-----  
сведения о государственной регистрации в качестве юридического лица или индивидуального предпринимателя  
<@ юр и факт адрес, телефон, факс, адрес электронной почты>  
-----  
юридический и фактический адрес (включая наименование государства), телефон, факс, адрес электронной почты

**Руководитель организации**

-----  
подпись  
инициалы, фамилия

<@Руководитель организации заявителя>  
<@Дат сост заяв>

М.П.

Рис. 7, а. Шаблон документа «Заявка»

**РЕШЕНИЕ ПО ЗАЯВКЕ**  
№ <@№ заявки> от <@Дат сост заяв>

-----  
подпись  
инициалы, фамилия

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель руководителя органа по сертификации  
<@Зам руковод органа по сертификации>

В результате рассмотрения заявки <@№ заявки> от <@Дат сост заяв>

<@Полное наименование заявителя>

-----  
полное наименование заявителя  
<@ юр и факт адрес, телефон, факс, адрес электронной почты>  
-----  
юридический и фактический адрес (включая наименование страны), телефон, факс, адрес электронной почты

**ОРГАНОМ ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРИНЯТО РЕШЕНИЕ:**

1. Провести сертификацию заявленной продукции на соответствие требованиям  
<@Проверяемые требования соответствия и ГОСТы>  
-----  
обозначение и наименование технических регламентов Таможенного союза, обозначение и наименование стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ТР ТС  
(в случае если заявитель применяет указанные стандарты)
2. Провести анализ состояния производства заявленной продукции у Заявителя согласно выбранной схеме сертификации.
3. Сертификационные испытания заявленной продукции провести в следующих аккредитованных испытательных лабораториях:  
<@Полное наименование испытательной лаборатории, регистрационный номер, адрес, телефон>  
-----  
для каждой испытательной лаборатории приводит: полное наименование, регистрационный номер, адрес, телефон
4. Отбор образцов заявленной продукции для проведения сертификационных испытаний проводит орган по сертификации.

Рис. 7, б. Шаблон документа «Решение по заявке»

**Генерация документов.** После того как шаблоны для генерации готовы, можно перейти непосредственно к самой генерации.

Мы уже определили функции для работы с шаблонами и объединили их в одну функцию. Выглядит она следующим образом:

```
fileSourceNameDoc = "Имя файла";  
fullStepsGenWord(fileSourceNameDoc, numZayav, findTextInDoc,  
replaceTextIDoc);
```

Переменные fileSourceNameDoc и numZayav хранит в себе имя шаблона и номер заявки, которое передается в функцию fullStepsGenWord, содержащей в себе все инструкции по генерации и сохранению. Массивы с именем findTextInDoc и replaceTextInDoc хранят в себе текст, который нужно найти и текст, на который необходимо произвести замену.

На данном этапе основная работа вестись с шаблоном «Заявка».

После работы программы получим документ «1. Заявка 1001УК-32.docx» (рис. 8, а), который будет помещен в папку завершенных документов, а вся введенная информация будет записана в базу данных.

Когда будет необходимо сгенерировать документ «Решение по заявке», то данные уже не придется вводить заново, они будут подгружены из БД. Ввести останется только

недостающую информацию (рис. 8 б).

**ЗАЯВКА**  
№ 1001УК-32 от 25.11.2016  
**НА ПРОВЕДЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ**

**Заявитель** Акционерное общество «Пермстроймаш»  
полное наименование заявителя

Зарегистрировано Межрайонная ИФНС России № 2 по Пермскому краю с 13 мая 2011 года ОГРН: 999999999  
сведения о государственной регистрации в качестве юридического лица или индивидуального предпринимателя  
улица Пушкина, дом 7, офис 4, город Пермь, Пермский край, Российская Федерация, 784785. Телефон: (999) 99-99-99. Факс: (999) 99-99-27. Адрес электронной почты: perm@perm.ru  
юридический и фактический адрес (включая наименование государства), телефон, факс, адрес электронной почты

**Руководитель организации**

И.И. Иванович  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
подпись

м.п. 25.11.2016

**Рис. 8, а.** Сгенерированный документ «1. Заявка 1001УК-32.docx»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель руководителя органа по сертификации  
**<@Зам руковод органа по сертификации>**  
инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_  
подпись

**РЕШЕНИЕ ПО ЗАЯВКЕ**  
№ 1001УК-32 от 25.11.2016

**В результате рассмотрения заявки** 1001УК-32 от 25.11.2016  
**Акционерное общество «Пермстроймаш»**  
полное наименование заявителя  
улица Пушкина, дом 7, офис 4, город Пермь, Пермский край, Российская Федерация, 784785. Телефон: (999) 99-99-99.  
Факс: (999) 99-99-27. Адрес электронной почты: perm@perm.ru  
юридический и фактический адрес (включая наименование страны), телефон, факс, адрес электронной почты

**ОРГАНОМ ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРИНЯТО РЕШЕНИЕ:**

- Провести сертификацию заявленной продукции на соответствие требованиям <@Проверяемые требования соответствия и гости>  
обозначение и наименование технических регламентов Таможенного союза, обозначение и наименование стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ТР ТС (в случае если заявитель применяет указанные стандарты)
- Провести анализ состояния производства заявленной продукции у Заявителя согласно выбранной схеме сертификации.
- Сертификационные испытания заявленной продукции провести в следующих аккредитованных испытательных лабораториях:  
<@Полное наименование испытательной лаборатории, регистрационный номер, адрес, телефон>  
для каждой испытательной лаборатории приводятся: полное наименование, регистрационный номер, адрес, телефон
- Отбор образцов заявленной продукции для проведения сертификационных испытаний проводит орган по сертификации.

**Рис. 8, б.** Сгенерированный документ «2. Решение по заявке 1001УК-32.docx»

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам рассмотрения двух основных подходов к программной генерации Word-документов и сравнения их преимуществ и недостатков, выбор был сделан в пользу реализации на основе объектной модели Word как более мощной и универсальной.

2. Рассмотрение основных моментов применения объектов Word показало, что этот подход позволяет генерировать несколько взаимосвязанных документов, что избавит пользователя от необходимости вводить ту же самую информацию повторно. Применяться такой подход может в любой области, где нужно сгенерировать однотипные электронные документы или наборы документов.

3. Подход проиллюстрирован на примере генерации документов в сфере сертификации, а именно, при составлении комплекта документов по сертификации продукции.

В дальнейшем данный программный продукт предполагается положить в основу веб-приложения на платформе ASP.NET для генерации документов в режиме «клиент–сервер».

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Mironov V. V., Gusarenko A. S., Yusupova N. I. Situation-oriented databases: Document management on the base of embedded dynamic model // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12. № 3-1. С. 127–136.
2. Anatomy of a WordProcessingML File [Электронный ресурс] (<http://officeopenxml.com/anatomyofOOXML.php>)
3. Миронов В. В., Шакирова Г. Р., Яфаев В. Э. Информационная технология персонализации электронных документов Microsoft Office в web-среде на основе XML // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 10, № 2. С. 112–122.
4. Миронов В. В., Гусаренко А. С., Диметриев Р. Р., Сарваров М. Р. Создание персонализированных документов на основе ситуационно-ориентированной базы данных // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 4 (65). С. 191–197.
5. PHPStamp — честная генерация DOCX документов из шаблона [Электронный ресурс] (<https://habrahabr.ru/post/244421/>)
6. Объектная модель Word с точки зрения разработчика под .NET [Электронный ресурс] (<http://archival.ru/node/43>)
7. Microsoft.Office.Interop.Word namespace [Электронный ресурс] (<https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/microsoft.office.interop.word.aspx>)

**ОБ АВТОРЕ**

**Гильманов Роберт Фаилевич**, магистрант каф. автоматизированных систем управления УГАТУ, дипл. бакалавра по информационным системам и технологиям (БГПУ, 2015).

e-mail: [robert\\_gilmanov@mail.ru](mailto:robert_gilmanov@mail.ru)

УДК 621

**ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Дударева Н. Ю., Устимова Е. И., Ахмедзянов Д. А.**

**Введение**

Повышение надёжности и ресурса деталей газотурбинных двигателей (ГТД) является актуальной задачей современного авиационного двигателестроения. К наиболее нагруженным деталям ГТД относят рабочие лопатки компрессора и турбины, так как они работают в условиях переменных и высоких температур, а также в агрессивной газовой среде. Разрушение лопаток ГТД происходит из-за следующих факторов [1]:

- вибрационных и статических нагрузок;
- высоких температур и термических напряжений;
- коррозионного воздействия газового потока.

Проблему надёжности и ресурса ГТД можно решить путем создания и внедрения инновационных технологий, как в области материалов, так и в области способов и методов обработки поверхности.

**Состояние вопроса**

В настоящее время расширяется использование в производстве ГТД алюминиевых

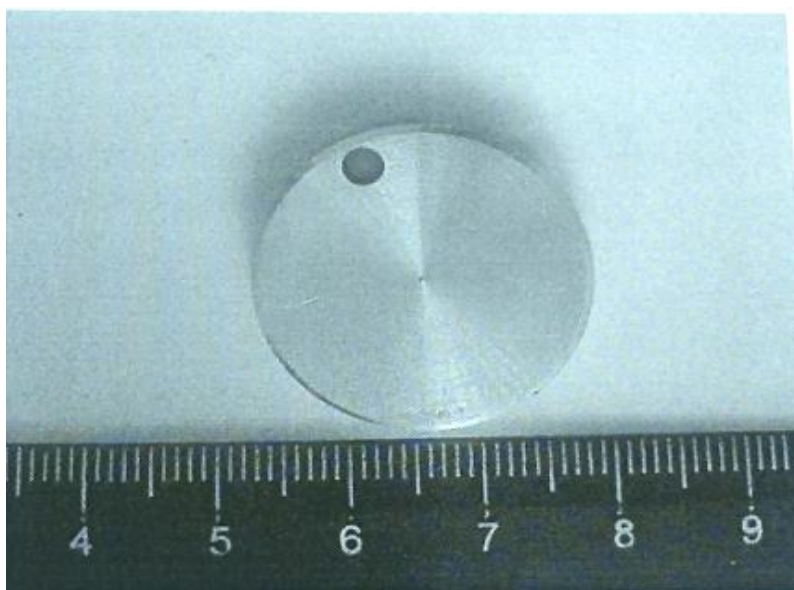


сплавов. Это связано с высокими удельными характеристиками алюминия – высокой удельной прочностью и низким удельным весом. Однако в процессе эксплуатации возникает проблема: основные узлы ГТД, наиболее подверженные трению и выполненные из алюминиевых сплавов, нуждаются в защите от износа, эрозии и коррозии [2].

Решить данную проблему можно посредством формирования на поверхности упрочненного слоя, позволяющего заметно повысить прочность, коррозионную стойкость и износостойкость, что, в свою очередь, позволило бы увеличить ресурс и надёжность деталей. Коррозионная стойкость характеризует способность материалов сопротивляться коррозии и определяется скоростью коррозии в условиях испытаний [3]. Алюминий и его сплавы в естественных условиях покрыты оксидной пленкой толщиной порядка 4...5 нм [3]. Эта пленка сообщает металлу некоторую пассивность, однако вследствие малой толщины, высокой пористости и низкой механической прочности она не в состоянии обеспечить надежную защиту металла от внешних неблагоприятных воздействий. Этот недостаток может быть в той или иной мере устранен созданием на поверхности алюминия искусственных оксидных пленок значительной толщины. Одним из перспективных методов нанесения защитных оксидных покрытий на алюминиевые сплавы является микродуговое оксидирование (МДО). Обработка поверхностей деталей из алюминиевых сплавов методом МДО позволяет сформировать на поверхности прочное оксидное покрытие, которое обладает твердостью аналогичной корунду, а также низкой пористостью, хорошей адгезией и высокой коррозионной стойкостью [4]. Такие свойства покрытия особенно важны для деталей, на массу которых накладываются ограничения – на лопатки турбин. Однако на настоящий момент МДО-покрытия в ГТД практически не применяются. Поэтому была сформулирована **цель работы**: исследовать возможности использования технологии МДО в ГТД для обеспечения коррозионной стойкости поверхностей по сравнению с альтернативными покрытиями.

#### Методика исследования

Исследования проводились на образцах из алюминиевого сплава Д16 ГОСТ 4784-97, толщиной 5 мм, диаметром 35 мм (рис. 1). Использовалось 4 образца, суммарная площадь которых составила 5120 мм.



**Рис. 1** – Образец для проведения исследований

Обработка образцов МДО проводилась с использованием силикатно-щелочного

электролита, представляющего собой раствор KOH и  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  в дистиллированной воде. На основе анализа литературных источников [3, 4] было установлено, что для обработки алюминиевых сплавов предпочтительными являются значения концентраций компонентов электролитов 1 г/л KOH и 1 г/л  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , напряжение на электродах было выбрано на минимально возможных для рабочей установки уровнях, чтобы предотвратить травление поверхности образца в процессе обработки. Продолжительность процесса упрочнения составила 180 минут.

Коррозионная стойкость МДО-покрытий оценивалась параллельно с образцами, покрытыми нитридом титана (TiN) методом плазменного напыления и методом ионной имплантации (ИИ) на ОАО «УМПО».

Исследования проводились в режиме ускоренных коррозионных испытаний. Коррозионную стойкость покрытия оценивали по ГОСТ 9.913-90. Образцы выдерживались в сосуде, заполненном раствором, содержащем  $\text{NaCl}$  -  $30 \pm 3$  г/дм<sup>3</sup> и дистиллированную воду, в помещении с температурой  $(25 \pm 10)^\circ \text{C}$  и относительной влажностью 45 – 80 %. Образцы полностью погружались в раствор (рис. 2). Перед погружением вес образцов был проконтролирован на аналитических весах марки Mettler Toledo. Время выдержки образца составило 69 часов.



**Рис. 2** – Образцы во время выдержки в коррозионно-агрессивном растворе

Коррозионная стойкость образцов оценивалась на основе визуального и весового критерия.

Весовой показатель определялся по потере массы образцов на единицу площади поверхности:

$$\Delta m = \frac{m_0 - m_1}{S}, \quad (1)$$

где  $m_0$  – масса образца до испытаний, мг;

$m_1$  – масса образца после, мг;

$S$  – площадь поверхности образца, мм<sup>2</sup>.

Проведение исследований осуществлялось с использованием метода многофакторного эксперимента. В качестве факторов, влияющих на коррозионную стойкость –  $y$ , были выбраны следующие:

- $x_1$  – толщина покрытий образцов,  $h$ , мкм
- $x_2$  – параметр шероховатости образцов,  $R_z$ , мкм;
- $x_3$  – микротвердость образцов,  $H_\mu$ , ГПа.

Уровни и значения факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

## Уровни и значение факторов

ИИ				
Факторы	Верхний уровень $x_i^+$	Нижний уровень $x_i^-$	Центр	Интервал варьирования
$x_1$	8,2	3,1	5,65	2,55
$x_2$	6,43	2,13	4,30	2,13
$x_3$	1,7	1,5	1,6	0,1
МДО				
$x_1$	51,33	47,41	49,37	1,96
$x_2$	25,92	21,44	23,68	2,24
$x_3$	7,3	2,1	4,7	2,6
TiN				
$x_1$	13,02	3,47	8,24	4,77
$x_2$	3,63	0,28	1,96	1,67
$x_3$	5,76	1,59	3,67	2,08

Толщина покрытий замерялась при помощи портативного вихретокового толщиномера ТТ – 210 с универсальным датчиком FN. Микротвердость покрытий определялась методом Виккерса. Замеры микротвердости МДО – покрытий, полученных методом ИИ и покрытий из TiN, полученных методом плазменного напыления проводились на цифровом стационарном микротвердоме HVS – 100 при нагрузке  $P=200$  кгс, как математическое ожидание по трём измерениям. Микротвердость поверхности исходного образца без покрытий составила  $H_\mu = 0,25$  ГПа.

По окончании эксперимента был проведен многофакторный анализ в рамках моделирования функциональных зависимостей параметров, влияющих на коррозионную стойкость исследуемых покрытий.

## Результаты и их обсуждение

Визуальный анализ образцов после проведения коррозионных испытаний показал, что на образцах, напыленных азотом методом ИИ (рис. 3а) и образцах, покрытых TiN, методом плазменного напыления (рис. 3б) наблюдаются локальные очаги коррозионного характера. На образцах с МДО-покрытием каких-либо поверхностных разрушений зафиксировано не было (рис. 3в).



**Рис. 3** – Образцы после испытаний на коррозионную стойкость: а – TiN, нанесенный ИИ; б – TiN, нанесенный плазменным напылением; в – МДО

В результате весового анализа было зафиксировано изменение массы на всех

образцах. У образцов с покрытием, полученным методом ИИ среднее уменьшение веса составило  $\Delta m = 52,907$  мг/мм<sup>2</sup>; у образцов с МДО-покрытием –  $\Delta m = 51,896$  мг/мм<sup>2</sup>, а у образцов из TiN –  $\Delta m = 88,615$  мг/мм<sup>2</sup>.

Результаты многофакторного эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2

## План и результаты экспериментов

№	Факторы				Коррозионная стойкость $\Delta m, \text{мг/мм}^2$		
	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_3$	МДО	ИИ	TiN
1	+	+	+	+	52,12	52,58	61,02
2	+	-	+	+	51,88	52,33	128,65
3	+	+	-	+	51,88	52,31	69,06
4	+	-	-	+	51,88	52,60	59,81
5	+	+	+	-	51,85	52,41	70,67
6	+	-	+	-	51,85	53,56	128,72
7	+	+	-	-	51,84	53,23	64,32
8	+	-	-	-	51,84	54,22	126,63

Основываясь на теории планирования эксперимента [6], были получены эмпирические зависимости влияния толщины образцов ( $h$ ), параметра шероховатости образцов ( $Rz$ ) и микротвердости образцов ( $H_\mu$ ) на значения коррозионной стойкости – ( $\Delta m$ ) покрытий МДО (2), ИИ (3) и TiN – плазменно-напыленный (4), сформированного на поверхности образцов из сплава Д16:

$$\Delta m(h, Rz, H_\mu) = 51,89 + 0,03 \cdot h - 0,03 \cdot Rz - 0,04 \cdot H_\mu + 0,03 \cdot h \cdot Rz + 0,02 \cdot h \cdot H_\mu + 0,02 \cdot Rz \cdot H_\mu + 0,02 \cdot h \cdot Rz \cdot H_\mu; \quad (2)$$

$$\Delta m(h, Rz, H_\mu) = 52,90 - 0,27 \cdot h - 0,18 \cdot Rz - 0,45 \cdot H_\mu + 0,04 \cdot h \cdot Rz + 0,26 \cdot h \cdot H_\mu + 0,18 \cdot Rz \cdot H_\mu + 0,08 \cdot h \cdot Rz \cdot H_\mu; \quad (3)$$

$$\Delta m(h, Rz, H_\mu) = 88,61 - 22,34 \cdot h + 8,65 \cdot Rz - 8,97 \cdot H_\mu - 9,07 \cdot h \cdot Rz + 7,74 \cdot h \cdot H_\mu + 6,54 \cdot Rz \cdot H_\mu - 10,14 \cdot h \cdot Rz \cdot H_\mu \quad (4)$$

Анализируя полученные результаты, можно утверждать, что наибольшее влияние на коррозионную стойкость МДО-слоя, покрытий TiN, полученных методом ионной имплантации и методом плазменного напыления оказывает микротвердость –  $H_\mu$ , линейные коэффициенты при этом факторе равны 0,04, 0,45 и 8,97, соответственно. При этом, чем больше микротвердость образцов, тем большая коррозионная стойкость и у МДО-слоя, и у других покрытий. По-видимому, этот эффект связан с тем, что высокое значение микротвердости обусловлено малым количеством в покрытии пор и трещин. А низкая пористость приводит, как известно, к увеличению коррозионной стойкости [5].

Шероховатость образцов также влияет на качество покрытия, чем она больше, тем менее коррозионностойким получается покрытие. Возможно, что Неж под покрытием могут оставаться поры, что, возможно, приводит к образованию очагов коррозии. Значение линейного коэффициента при факторе шероховатости –  $Rz$  для покрытия, нанесенного методом ИИ, составляет 0,18, а для МДО-слоя – 0,03. При этом для плазменно-напыленного TiN, увеличение шероховатости однозначно приводит к снижению коррозионной

стойкости. Сравнивая коэффициенты в уравнениях можно сделать вывод, что шероховатость МДО-слоя, по сравнению с другими покрытиями, незначительно влияет на коррозионную стойкость поверхности.

Существенное влияние на коррозионную стойкость покрытий оказывает и толщина слоя. Так для покрытий из TiN, полученных плазменным напылением, линейный коэффициент регрессии составляет 22,34. Чем больше толщина, тем выше коррозионная стойкость покрытия [3]. При этом толщина МДО-слоя незначительно влияет на его коррозионную стойкость по сравнению с покрытиями из TiN.

#### **Выводы**

1. Проанализировав уравнения регрессии и сопоставив их с внешним видом образцов, можно говорить о том, что МДО – покрытия имеют достаточно высокую стойкость к агрессивной среде, так как на образцах не замечено локальных очагов коррозионного характера, в отличие от покрытий из TiN.

2. При этом покрытия TiN, полученные методом плазменного напыления, наиболее подвержены воздействию агрессивной среды, так как у них отмечено наибольшее изменение массы и области коррозионного воздействия.

3. МДО-покрытия обладают коррозионной стойкостью, незначительно превышающую коррозионную стойкость покрытия TiN, формируемого методом ИИ.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Технология изготовления основных деталей газотурбинных двигателей / под. общ. ред. проф. Ф. И. Демина. – 2-е изд. – Самара: Изд-во СГАУ, 2012.
2. Проектирование авиационных газотурбинных двигателей / Под ред. А. М. Ахмедзянова. Уфа: УГАТУ, 2000. 454с.
3. Микродуговое оксидирование: теория, технология, оборудование/ И.В.Суминов [и др.]. М.: ЭКОМЕТ, 2005.
4. Чуфистов О.Е., Симцов В.В., Якушев Д.А. Влияние режимов микродугового оксидирования на структуру, фазовый состав и свойства формируемых оксидных слоев/ Сб. науч.тр. Ч. 9. М.: МИФИ, 2001. С.40-41.
5. Т.В. Трушкина, А.Е. Михеев, А.В. Гирн. Коррозионная стойкость МДО покрытий в агрессивных средах // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – Выпуск № 1 (53) / 2014
6. Системный анализ и математическое моделирование процессов в машиностроении: Лабораторный практикум/ М.А. Анферов; Уфимск. Гос. Авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2011. – 101 с.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ №17-48-020083*

#### **ОБ АВТОРАХ**

**Дударева Наталья Юрьевна**, доцент каф. ДВС. Дипл. инж. По технол. машиностр. (УГАТУ, 1994). Кандидат технических наук по тепл. двигателям (там же, 1999). Исследования в области износостойких покрытий деталей двигателей.  
e-mail: [natalia\\_jd@mail.ru](mailto:natalia_jd@mail.ru)

**Устимова Елена Игоревна**, магистрант каф. ДВС УГАТУ, степень бакалавра по специальности конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (УГАТУ, 2015).

e-mail: [empire1411@bk.ru](mailto:empire1411@bk.ru)

**Ахмедзянов Дмитрий Альбертович**, декан факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта.

e-mail: [ada@ugatu.ac.ru](mailto:ada@ugatu.ac.ru)

УДК 621.9:658 (0,7)

## **СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ МЕХАТРОННЫХ СТАНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Устинов Н. С., Фецак С. И.**

В современном мире масштабы автоматизации производства растут с каждым днём. Внедрение систем автоматизированного управления технологическими процессами на производстве уже стало насущной необходимостью для поддержания объёма и качества выпускаемой продукции на высоте. Эта тенденция, наряду с извечным стремлением человека познать себя и своё мышление, породила стремление на адаптацию систем искусственного интеллекта к нуждам производства. Изыскания в этой области начались во второй половине прошлого столетия с попыток смоделировать работу головного мозга [1].

Лучшее понимание функционирования нейрона и картины его связей позволило исследователям создать математические модели для проверки теорий о функционировании человеческого мозга. В первых же работах выяснилось, что эти модели не только повторяют функции мозга, но и способны выполнять функции, имеющие свою собственную ценность. Параллельно с прогрессом в нейроанатомии и нейрофизиологии психологами были созданы модели человеческого обучения. Одной из таких моделей была модель Д. Хэбба, который в 1949г. предложил закон обучения, явившийся стартовой точкой для алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей. В наше время системы искусственного интеллекта (ИИ), конечно же, не являются панацеей от всех бед: спектр их применения весьма ограничен. Однако непрерывные исследования в этой области и стремление интегрировать системы ИИ во все сферы жизни дают основание полагать, что эта область знаний получит практическое применение.

### **ВИБРОДИАГНОСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

В общем случае система диагностики оборудования по спектрам вибраций состоит из следующих основных блоков (рисунок 1) [2]:

- источник вибросигналов ИВ;
- блок преобразования;
- блок обработки информации о техническом состоянии;
- блок вывода диагностической информации.

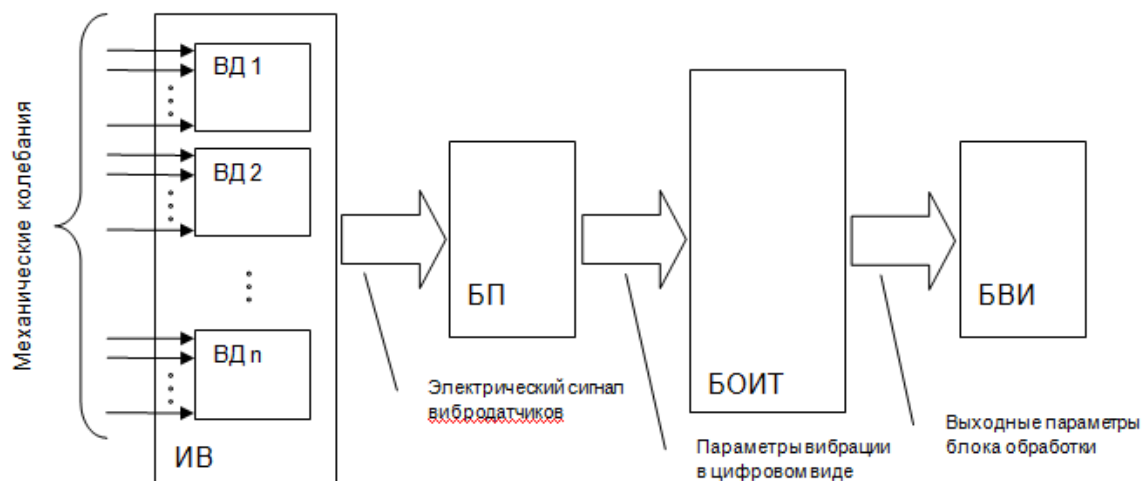


Рисунок 1 - Структура системы вибродиагностики

В качестве источника вибросигналов в подавляющем большинстве случаев выступает система вибродатчиков (ВД). Вибродатчик – прибор, формирующий на выходе электрический сигнал, форма и характеристики которого соответствует исследуемым механическим колебаниям.

Блок преобразования – устройство или комплекс устройств, предназначенных для перевода исходного сигнала вибродатчиков в удобный для цифровой обработки формат. Это может быть персональный компьютер с установленной звуковой картой и необходимым программным обеспечением, или, в случае необходимости повышения точности, последовательность узконаправленных аналоговых устройств, реализующих функции аналого-цифрового преобразования, разложения в ряд Фурье и т.д.

Блок обработки информации о техническом состоянии – блок, служащий для собственно определения технического состояния диагностируемого оборудования по заранее заданным правилам; главный объект автоматизации. В качестве этого блока может служить система ИИ: экспертная система нечёткого вывода, как было описано выше, или нейронная сеть, обученная на диагностику ряда неисправностей.

Блок вывода диагностической информации – устройство или ряд устройств для окончательного вывода сведений о неисправностях диагностируемого оборудования. В роли этого блока может выступать экран ПК, принтер для формирования отчётов, или электронный архив.

В рамках данной работы предлагается система, в которой блок преобразования, блок обработки информации и блок вывода представлены единым устройством – персональным компьютером со встроенной звуковой картой. Дело в том, что для случаев, не требующих особой точности сохранения сигнала, возможностей встроенной карты достаточно. Так же применение ПК в составе системы позволяет объединить несколько функций, таких как спектральное преобразование, составление диагностической картины, хранение и выдача данных – в одном устройстве. Для определения вида неисправности предлагается применить искусственную нейронную сеть.

### ВИБРОВОЗМУЩЕНИЯ В ПРИВОДАХ МЕХАТРОННЫХ СТАНКОВ

Вибровозмущение – это возмущения, которые действуют на упругую систему станка и приводят к колебаниям инструмента или обрабатываемой детали, что в свою очередь является причиной ухудшения качества обрабатываемой поверхности детали.

В приводах станков источниками вибровозмущений являются погрешности изготовления и сборки такие как [3]:

1. Неуравновешенность шпинделя и деталей привода;
2. Погрешность изготовления и сборки зубчатых и ременных передач;
3. Погрешности изготовления и сборки элементов электродвигателей;

4. Погрешности изготовления и сборки подшипников качения и т.д.

Результатом вибровозмущений является амплитуда и частота.

Математическую модель указанного источника колебания представляют в виде амплитудно-частотных спектров разложения, в ряд Фурье выражений возмущающих сил.

В соответствии с теорией неидеальных радиально-упорных шарикоподшипников с погрешностями макрогеометрии амплитудный спектр радиальных вибровозмущений, генерируемых радиальноупорными подшипниками, представлен в таблице 1.

Таблица 1

**Вибровозмущение возникающие в подшипниках качения**

Наименование дефекта, порождающего возмущение	Формулы для определения		
	номера гармоники	частоты возмущения, Гц	амплитуды возмущения, Н
Волнистость наружного кольца	$\lambda = kn + 1$ $\lambda = kn - 1,$ $k = 1,2 \dots$	$(\lambda - 1)f_H$ $(\lambda + 1)f_H$	$K_\lambda \alpha_\lambda$
Волнистость внутреннего кольца	$\chi = kn + 1,$ $k = 0,1 \dots$ $\chi = kn - 1,$ $k = 1,2 \dots$	$\chi f_B + f_H$ $\chi f_B - f_H$	$K_\chi \alpha_\chi$
Волнистость наружного и внутреннего кольца	$\lambda + \chi + 1 = kn$ $\lambda + \chi - 1 = kn$ $ \lambda - \chi + 1 = kn $ $k = 1,2 \dots$ $\lambda - \chi - 1 = kn$ $k = 0,1 \dots$	$ \lambda f_H - \chi f_B + f_H $ $ \lambda f_H - \chi f_B - f_H $ $\lambda f_H + \chi f_B + f_H$  $ \lambda f_H + \chi f_B - f_H $	$\frac{K_\chi}{4\delta} (ctg\tau) \alpha_\lambda \alpha_\chi$
Волнистость шариков	$\xi = 2,4,6$	$\xi f_{ш} \pm f_H$	$K_\xi \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi n \cos \tau}} \alpha_\xi$
Разноразмерность шариков	$\xi = 0$	$f_H$	$\frac{K_\chi}{3\sqrt{2n \cos \tau}} \Delta$
Разноразмерность шариков при взаимодействии с наружными и внутренними кольцами	$\xi = 0; \lambda \pm 1 = kn$ $\xi = 0; \lambda \pm 1 \neq kn$ $k = 1,2 \dots$ $\xi = 0; \chi \pm 1 = kn$ $\xi = 0; \chi \pm 1 \neq kn$ $k = 0,1 \dots$	$(\lambda \pm 1)f_H$    $\chi f_B \pm f_H$	$\frac{K_\chi ctg\tau}{3\pi\sqrt{2n\delta}} \alpha_\lambda \Delta$ $\frac{K_\chi ctg\tau}{12\sqrt{2n\delta}} \alpha_\lambda \Delta$ $\frac{K_\chi ctg\tau}{3\pi\sqrt{2n\delta}} \alpha_\chi \Delta$ $\frac{K_\chi ctg\tau}{12\sqrt{2n\delta}} \alpha_\chi \Delta$

При расчете данного спектра вибровозмущений были получены эталонные значения частоты (Гц) и амплитуды (Н), а также случайным образом были выбраны значения частот и амплитуды, для нештатной ситуации (резкое возрастание оборотов – плавление сепаратора, повреждение колец подшипника, повреждение шариков, увеличение температуры масла, повреждение шейки валов, приложение силы резания).



### СТРУКТУРА ДИАГНОСТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

Разработана структурная схема системы диагностики мехатронных станков с применением искусственных нейронных сетей (рисунок 2).

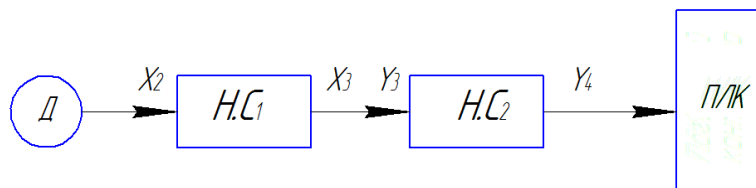


Рисунок 2– Структурная схема диагностируемой системы

На вход первой нейронной сети приходит спектр частот ( $X_2$ ), получаемый с датчика, расположенного на валу шпиндель-мотора. Данная сеть обучается по принципу многослойного персептрона (*MLP*), т.е. сеть прямого распространения, в которой каждый нейрон текущего слоя связан со всеми нейронами предыдущего. На выходе сети получаем спектр частот  $X_3$ , который сравнивается с целевым спектром, заданный уже в самой сети, затем параметры сети корректируются таким образом, чтобы сократить различие между фактическим и желаемым выходом сети.

Каждому спектру частот, соответствует свой спектр амплитуд и тем самым на вход второй нейронной сети приходит спектр амплитуд  $Y_3$ . Вторая нейронная сеть обучается по амплитуде и работает аналогично первой сети. На выходе этой сети получаем амплитуды  $Y_4$ , которые являются входным сигналом для логического контроллера.

**ПЛК – программируемый логический контроллер**, представляет собой микропроцессорное устройство, предназначенное для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления, имеющий конечное количество входов и выходов.

В данном случае контроллер необходим для принятия решения о том, что оборудование:

1. Работоспособное;
2. Неработоспособное;
3. Работоспособное, но не исправное;
4. Работоспособное и исправное.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ПАКЕТЕ STATISTICA 8.0

*Statistica* — программный пакет для статистического анализа, разработанный компанией *StatSoft*, реализующий функции анализа данных, управления данными, добычи данных и визуализации данных [4].

Пакет обладает широкими графическими возможностями, позволяет выводить информацию в виде различных типов графиков (включая научные, деловые, трёхмерные и двухмерные графики в различных системах координат, специализированные статистические графики — гистограммы, матричные, категорированные графики и др.), все компоненты графиков настраиваются.

В результате моделирования искусственных нейронных сетей были получены диаграммы рассеивания (рисунки 3,4), которые показывают, насколько наши наблюдения примыкают к линии точности сети, а также была получена средняя относительная ошибка обучения сети, которая составляет 1%.

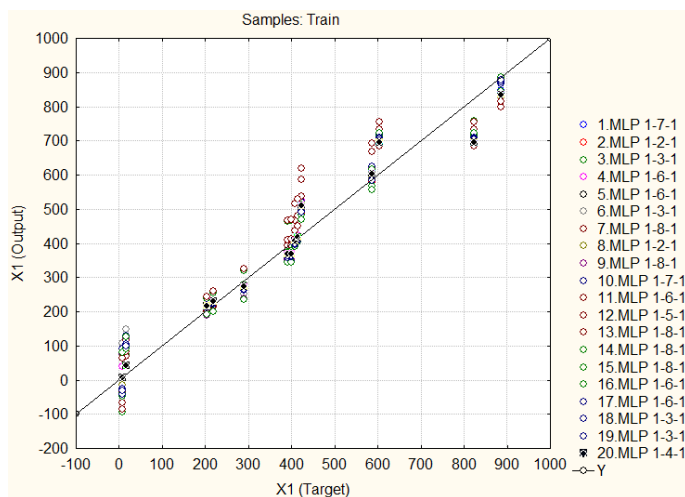


Рисунок 3 – Диаграмма рассеивания первой сети

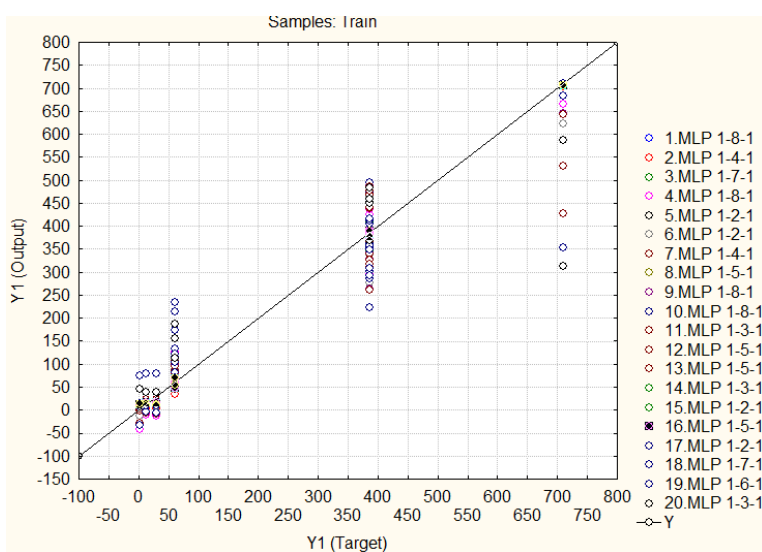


Рисунок 4 – Диаграмма рассеивания второй сети

## ВЫВОДЫ

Данная система на основе математических моделей источника колебания позволяет производить оперативную диагностику, в режиме реального времени, что позволяет контролировать работу модулей станка.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Басманов М.С, Басманов А.С., Идрисова Ю.В., Фецак С.И., Вибродиагностика приводов металлообрабатывающих станков с применением искусственных нейронных сетей: статья / Молодежный вестник УГАТУ, УГАТУ – Уфа, 2012. – 198.
2. Боровиков В.П. Нейронные сети. *Statistica Neural Networks* | Горячая Линия – Телеком, 2008. – 392.
3. Идрисова Ю.В., Кудояров Р.Г., Фецак С.И. Диагностика приводов металлообрабатывающих станков с автоматическим управлением: учеб. пособие / УГАТУ – Уфа, 2013.-153с.
4. Боровиков В.П. *STATISTICA*. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2 – е издание. – Спб: Питер, 2003 – 688.

## ОБ АВТОРАХ



**Устинов Никита Сергеевич.** Дипл. бакалавр. по мехатронике и робототехнике (УГАТУ, 2012)  
e-mail: [ustinov2113@rambler.ru](mailto:ustinov2113@rambler.ru)



**Фецак Сергей Игоревич,** доцент кафедры мехатронных станочных систем УГАТУ. Дипл. инж. - механик (УАИ, 1985). Канд. техн. наук по технологиям и оборудованию механической и физико-технической обработки (защ. в ЭНИМСе, 1990). Исследования в области динамики мехатронных станочных систем.

e-mail: [for\\_in@bashnet.ru](mailto:for_in@bashnet.ru)

УДК621.43:001.3; 621.43:001.573

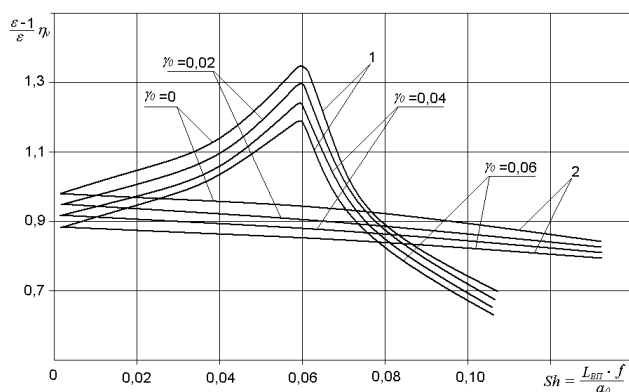
### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАПОЛНЕНИЯ ЧЕТЫРЕХТАКТНОГО ДВИГАТЕЛЯ С ВПУСКНОЙ СИСТЕМОЙ ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИИ

**Борисов А. О., Устимова Е. И.**

Основным условием согласования характеристик двигателя и потребителя является обеспечение работоспособности последнего в поле его режимов работы. Это достигается формированием внешней скоростной характеристики двигателя, превышающей характеристики потребителя в рабочем диапазоне частот вращения. Величина превышения (запас по эффективному моменту) определяется требованиями к динамическим характеристикам системы «двигатель - потребитель».

Теоретические основы проектирования ГВТ оптимальной схемы изложены в [1]. Для двигателей с газовоздушным трактом (ГВТ), выполненным по оптимальной схеме, методом численного эксперимента получена предельная величина коэффициента наполнения. Необходимым условием достижения этого значения является выполнение определенных соотношений между геометрическими параметрами ГВТ, рабочим объемом, частотой циклов двигателя и скоростью звука в во впускных каналах /1/. Для предварительной (быстрой) оценки степени совершенства ГВТ и ожидаемой величины коэффициента наполнения основные конструктивные и режимные параметры двигателя сведены в комплексные зависимости, которые позволяют без вычислительных процедур выполнить анализ существующего или назначить параметры проектируемого ГВТ, при условии его выполнения по оптимальной схеме.

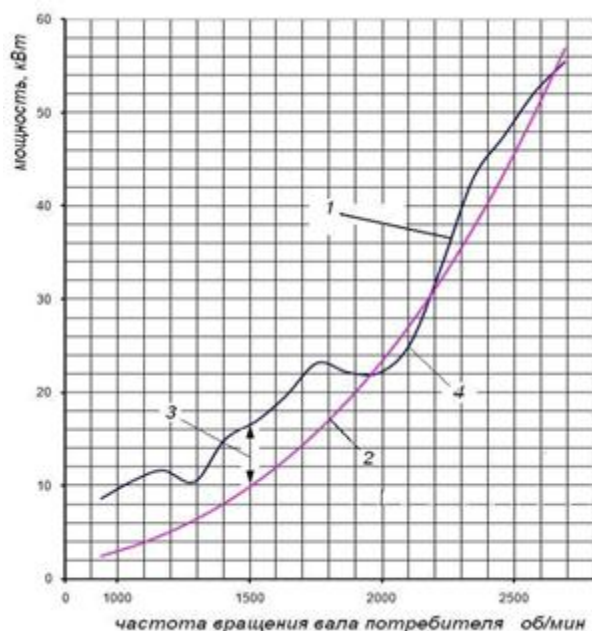
На рис. 1 представлены характеристики наполнения поршневого двигателя с настроенным, но не регулируемым газовоздушным трактом, полученные численным экспериментом /1/.



**Рис.1** – Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от величины критерия Струхали  $Sh_{ВП}$  для двигателя с нерегулируемым ГВТ: 1 – настроенный ГВТ; 2 – ГВТ без настройки;  $\gamma_0$  – коэффициент остаточных газов;  $\varepsilon$  – степень сжатия;  $L_{вп}$  – длина впускного канала;  $f$  – частота циклов;  $a_0$  – скорость звука в канале

Характерной особенностью поршневого двигателя с неизменяемой геометрией газозвушного тракта является существенная зависимость величины среднего эффективного давления от частоты циклов двигателя, зачастую нежелательного вида. Эта зависимость проявляется в провалах момента и, соответственно, мощности, что зачастую приводит к невозможности применения данного двигателя, несмотря на его достаточную максимальную мощность. Так, например, на рис. 2 показана невозможность работы системы «двигатель – потребитель» с частотой вращения вала потребителя выше 1950 мин<sup>-1</sup>, несмотря на избыток мощности двигателя при частоте вращения более 2200 мин<sup>-1</sup>.

Так, например, на рис. 2 показана невозможность работы системы «двигатель - потребитель» с частотой вращения вала потребителя выше 1950 мин<sup>-1</sup>, несмотря на избыток мощности двигателя при частоте вращения более 2200 мин<sup>-1</sup>.



**Рис. 2**– Характеристики системы «двигатель – потребитель». 1 – мощность двигателя; 2 – потребная мощность потребителя; 3 – запас мощности в системе для обеспечения ее динамических качеств; 4 – провал мощности, определяющий неработоспособность системы в целом

Таким образом, проблема, которую приходится решать в первую очередь при проектировании или модернизации двигателя, заключается в обеспечении требуемого потребителем закона выработки механической энергии. Для двигателя, использующего в качестве окислителя кислород атмосферы, верхняя граница поля режимов работы ограничена максимальным возможным расходом воздуха по внешней скоростной характеристике.

В связи с этим, актуальным является вопрос сохранения максимальной величины коэффициента наполнения, достигнутого на расчетном скоростном режиме, по всей внешней скоростной характеристике двигателя в случае применения газоздушного тракта оптимальной схемы и изменяемой геометрии. Перед выполнением численного эксперимента был выполнен аналитический этап анализа данной проблемы [2]. Определение программы регулирующих воздействий, компенсирующих изменение частоты циклов, производилось по методике [1], которая в качестве аргументов предполагает для этой цели использование следующих обобщенных переменных и критериальных зависимостей (1):

$$\eta_v = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} F\left(\frac{1}{M_{K\_ВП}}\right); (1)$$

при определенной взаимосвязи следующих параметров (2):

$$M_{ВП} = F(M_{K\_ВП}); Sh_{ВП} = F(M_{K\_ВП}); M_{K\_ВЫП} = F\left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \eta_v\right);$$

$$M_{ВЫП} = F\left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \eta_v\right); Sh_{ВЫП} = F\left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \eta_v\right); (2)$$

где:  $\eta_v$  - коэффициент наполнения,  $\varepsilon$  - степень сжатия,  $M_{K\_ВП}$ ,  $M_{K\_ВЫП}$ ,  $M_{ВП}$ ,  $M_{ВЫП}$  - отношение скорости газа в сечении клапана и в сечении трубы для впускной и выпускной систем, соответственно, к скорости звука в окружающей среде,  $Sh_{ВП}$ ,  $Sh_{ВЫП}$  - отношение частоты собственных колебаний столба газа во впускной (выпускной) трубе к частоте циклов работы двигателя.

Рассмотрим возможность сохранения численных значений критериев при работе двигателя по внешней скоростной характеристике, что будет гарантировать сохранение подобия явлений в газоздушном тракте и, предположительно, сохранение предельной величины коэффициента наполнения.

Уменьшение частоты циклов требует соответствующего увеличения длины трубопроводов (при постоянной скорости звука в окружающей среде). Для дальнейшего анализа рассмотрим более подробно второй критерий подобия. Сомножитель  $\frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}$  при

современных достаточно высоких значениях степени сжатия близок к единице и не может служить для целей компенсации. Относительная угловая длительность открытого состояния клапана должна оставаться неизменной по условиям кинематического подобия. Формально можно компенсировать уменьшение частоты циклов за счет соответствующего уменьшения сечения трубопровода. Однако при значительном отклонении частоты циклов от исходного значения (например, в  $10^3$  раз) диаметр трубопровода должен быть уменьшен более чем в 30 раз, что, естественно, нарушает геометрическое подобие. Следует признать, что для компенсации данного возмущения, помимо прочего, необходимо пропорциональное изменение рабочего объема двигателя. Физический смысл этого требования заключается в следующем. При существенном уменьшении частоты циклов требуется однозначное увеличение длины трубопровода для сохранения величины

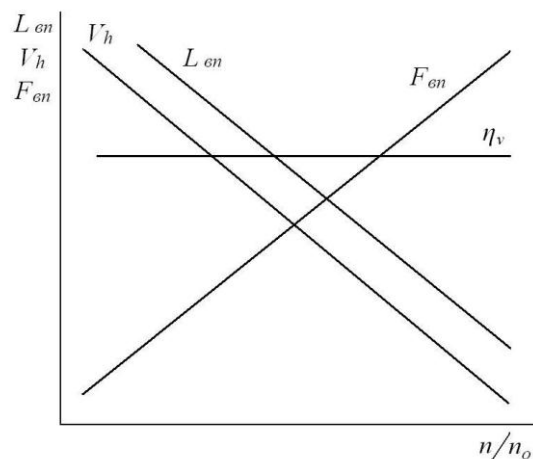
критерия  $Sh$ . При этом, естественно, пропорционально длине трубопровода увеличивается объем воздуха или отработавших газов в нем. Для сохранения прежней интенсивности волн в трубопроводе (и скорости течения газа) следует сохранить прежнее соотношение его объема и рабочего объема цилиндра двигателя. Представляется, что в рассматриваемой задаче мгновенные распределения давления и скорости газа по длине трубопровода не должно изменяться при изменении частоты циклов. Поэтому введем в рассмотрение несколько модифицированный критерий, который также характеризует отношение средней скорости течения газа во впускном трубопроводе к скорости звука в окружающей среде, но в большей степени соответствует постановке задачи (3):

$$M_{ВП} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{V_h}{V_{ВП} \cdot a_0} \cdot \frac{1}{\phi} \quad (3)$$

где:  $V_{ВП}$  – объем впускного трубопровода.

Результаты анализа показывают, что для решения этой задачи требуется сохранение постоянными определенных значений безразмерных комплексных величин, определяющих показатели газообмена независимо от изменения частоты вращения. В свою очередь, это может быть достигнуто изменением по определенной программе основных геометрических параметров ГВТ и органов газораспределения двигателя. Таким образом, возникает задача компенсации изменения частоты циклов  $f$  за счет соответствующего изменения параметров, входящих в рассматриваемые комплексы.

Предполагаемая программа регулирующих воздействий для данного случая представлена на рис. 3.

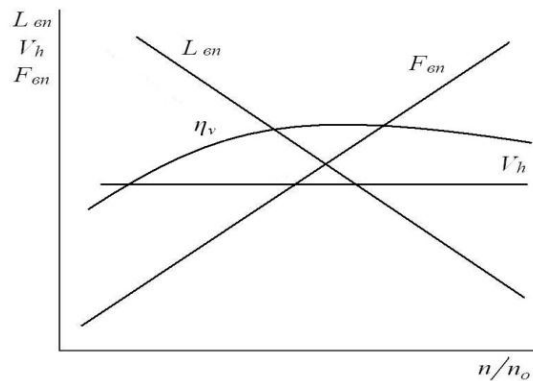


**Рис. 3** – Программа регулирующих воздействий для компенсации изменения частоты вращения вала двигателя.  $L_{ен}$  – длина впускной трубы;  $F_{ен}$  – сечение впускной трубы;  $V_h$  – рабочий объем двигателя;  $n/n_0$  – относительное отклонение частоты вращения вала двигателя

Выполнение приведенных соотношений обеспечивает сохранение расчетной величины коэффициента наполнения по внешней скоростной характеристике.

В настоящее время изменение рабочего объема двигателя технически сложно и экономически нецелесообразно, поэтому представляет практический интерес анализ данной проблемы при постоянной его величине. При данном ограничении, компенсация изменения частоты циклов для критерия  $Sh$  осуществляется соответствующим изменением длины трубопроводов, а компенсация изменения комплексов  $M_{ВП}$ ,  $M_{ВВП}$  – только лишь за счет изменения сечения трубопроводов.

На рис. 4 представлены предполагаемые качественные зависимости коэффициента наполнения и регулирующих факторов от частоты циклов для впускной системы при неизменяемом рабочем объеме двигателя.



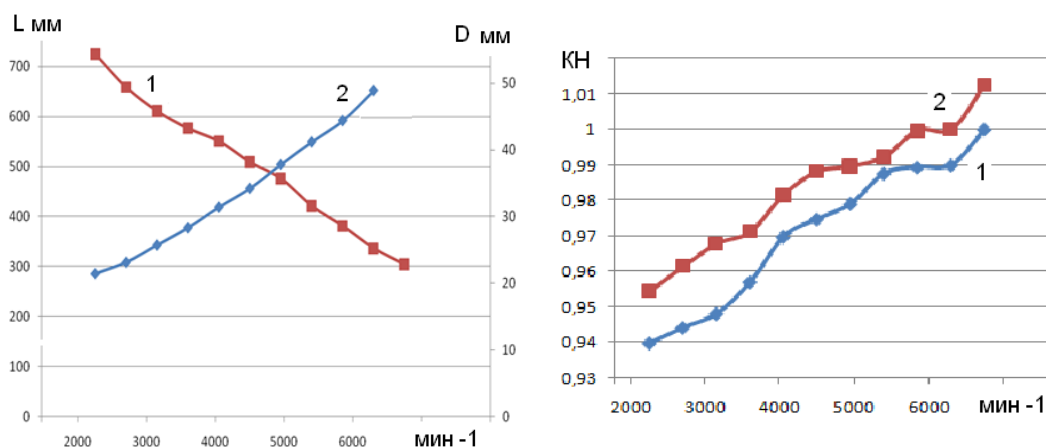
**Рис. 4**— Программа регулирующих воздействий при постоянной величине рабочего объема двигателя.  $L_{en}$  – длина впускной трубы;  $F_{en}$  – сечение впускной трубы;  $V_h$  – рабочий объем двигателя;  $n/n_0$  – относительное отклонение частоты вращения вала двигателя

Цель исследования состоит в определении численным экспериментом максимальных значений коэффициента наполнения и программы изменения длины и сечения ГВТ при постоянном рабочем объеме и фазах газораспределения четырехтактного двигателя.

Определение максимальных значений наполнения производилось методом параметрической оптимизации с помощью специального программного обеспечения, разработанного на кафедре двигателей внутреннего сгорания.

Критерием оптимизации являлась величина массового наполнения цилиндра воздухом; изменяемыми параметрами – длина и сечение впускных каналов; ограничения – неизменяемый рабочий объем цилиндра двигателя; прочие условия: отсутствие наддува; индивидуальные впускные каналы; постоянное по длине сечение впускного канала; неизменная геометрия выпускного канала.

Задача подбора «свободных» параметров (параметрическая оптимизация ГВТ по конструктивным параметрам) решалась автоматизировано с использованием программы-оптимизатора. Прочие определяющие параметры конструкции и модели процесса в ДВС приняты постоянными. Так,  $S / D = 0,8$ ;  $\lambda = r / l = 0,28$ ,  $\varepsilon = 9,5$ ; топливо — бензин ( $H_u = 43,9$  МДж / кг), смесеобразование — внутреннее;  $\alpha = 1,25$ .



**Рис. 5.** – а - зависимости оптимальной длины - 1 и диаметра - 2 впускного канала от частоты вращения вала двигателя; б – предельные величины коэффициентов наполнения при оптимальных длинах – 1; при оптимальных длинах и диаметрах впускного канала - 2

Результаты численной оптимизации позволяют сделать следующие выводы:

- подтверждены результаты теоретических положений;
- при увеличении частоты вращения вала двигателя от 2000 до 8000 мин<sup>-1</sup> для сохранения предельной величины наполнения необходимо уменьшение длины впускного канала от 700 мм до 300 мм; увеличение диаметра канала – от 20 до 50 мм;
- при этих условиях коэффициент наполнения увеличивается от 0,94 до 1,0 при изменении только длины канала; от 0,95 до 1,01 при одновременном изменении длины и диаметра впускного канала;
- полученные результаты представляют собой программу регулирующих воздействий для автоматического регулирования расхода воздуха через двигатель на режимах внешней скоростной характеристики.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рудой Б.П., Березин С.Р. Расчет на ЭВМ показателей газообмена: Учебное пособие. Уфа, УАИ.: 1970.
2. Борисов А. О., Еникеев Р. Д. Перспективные методы управления двигателями внутреннего сгорания: учебное пособие / А. О. Борисов; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2011. – 113 с.

### ОБ АВТОРАХ



**Борисов Александр Олегович**, доц. каф. двигателей внутреннего сгорания. Дипл. инженер-механик (УАИ, 1977). Канд. техн. наук по тепловым двигателям (МАМИ, 1982). Иссл. в обл. управления двигателями внутреннего сгорания.

e-mail: [bor\\_ao@mail.ru](mailto:bor_ao@mail.ru)



**Устимова Елена Игоревна**, магистрант каф. ДВС УГАТУ, степень бакалавра по специальности конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (УГАТУ, 2015).

e-mail: [empire1411@bk.ru](mailto:empire1411@bk.ru)



УДК 621.43.01

## РАСЧЕТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВПУСКНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОМПРЕССОР – ФОРСУНКИ

Халилов Э. М., Сакулин Р. Ю., Фазылбаков Р. Р.

### Введение

На данный момент исследования в области многотопливных двигателей (МД) являются актуальной проблемой. МД способны работать как на традиционных нефтяных топливах (на бензине, керосине и солярке), так и на альтернативных. Кроме того, они имеют ряд преимуществ, связанных с экономичностью и экологичностью. Поскольку МД способны работать на топливах с различным октановым числом и испаряемостью, следовательно, появляется возможность значительно повысить эффективность переработки ископаемого сырья за счет отказа от дорогостоящих методов нефтепереработки и снижения требований к перерабатываемому оборудованию. Однако традиционные типы поршневых двигателей не способны функционировать на таком топливе [2].

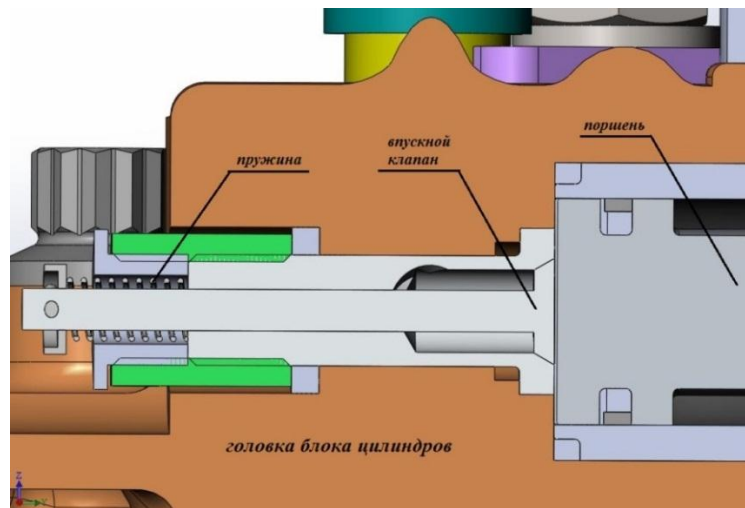
Одной из фирм, достигших успеха в создании МД является фирма *Orbital*. Её подход основан на применении системы непосредственного пневматического впрыска топливовоздушной смеси [3]. На кафедре ДВС УГАТУ так же, разрабатывается система пневматического впрыска. В отличие от решения фирмы *Orbital*, в котором используется воздушный компрессор, мы предлагаем пневматическую компрессор-форсунку (КФ). Наш рабочий процесс помимо многотопливности позволит объединить лучшие качества бензинового и дизельного двигателя [5].

Одной из главных проблем при подготовке топливно-воздушной смеси, является выбор наиболее оптимальной системы подачи воздуха и топлива в рабочую камеру КФ.

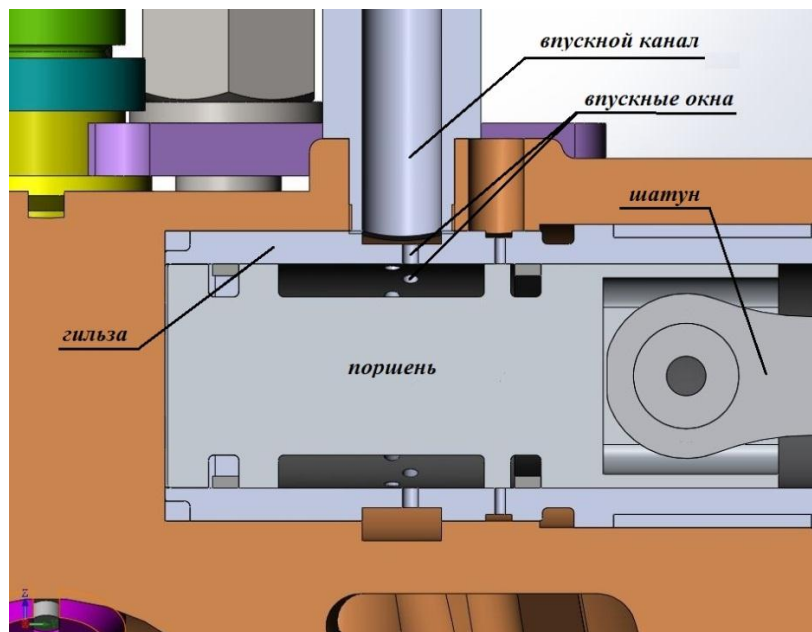
В работе представлены результаты численных расчетов клапанной и оконной впускных систем и определение оптимальной системы подачи в рабочую камеру КФ. Расчеты проведены в среде *Star CCM+* на режимах: холостого хода (2000 об/мин) и полной нагрузки (7000 об/мин).

### Математическая модель

Для исследований были построены твердотельные 3D-модели как клапанной, так и оконной систем, в системе автоматизированного проектирования *SolidWorks* (Рис.1;2).



**Рис.1.** Клапанная система впуска (в разрезе)



**Рис.2.** Оконная система впуска (в разрезе)

После построения, была создана заливка необходимой области. Геометрия была сохранена в формате «*Parasolid.x\_t*» для дальнейшего импортирования в пакет *Star-CCM+*. Расчетная сетка строилась в ППП: *Star CD* (камера сгорания, игла, часть впускного клапана, рабочая камера КФ) и *Star CCM+* (Впускная система, патрубок) и *Ansys* (впускные каналы(сопла)). Расчеты проведены с различной впускной системой для КФ: клапанная и оконная (Рис.3 (а, б)).

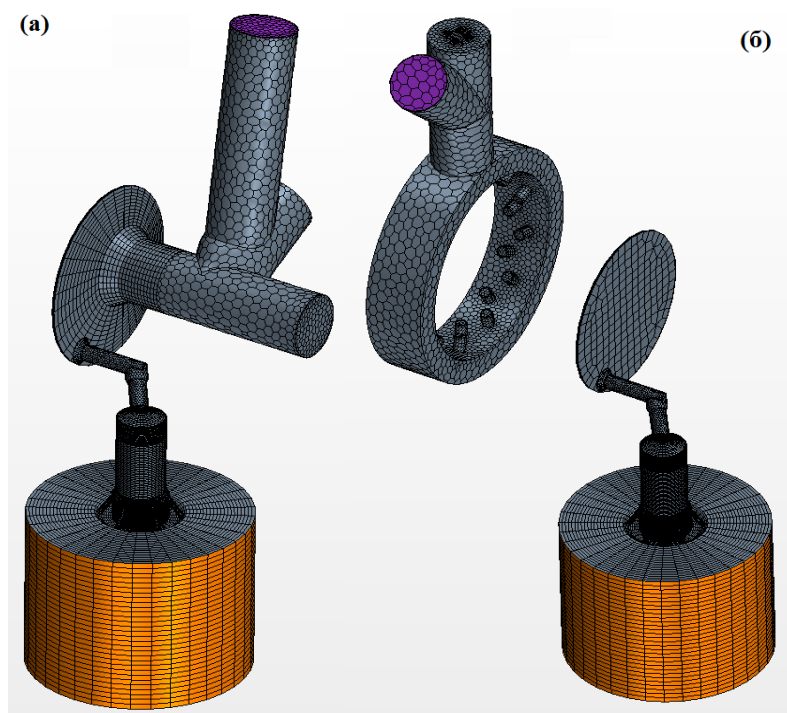


Рис.3. (а) – клапанная система, (б) – оконная система

Закрытие клапана происходит при условии посадки клапана и иглы в седло ( $1 \cdot 10^{-6}$  м). Полное закрытие (интерфейс перегородка) и открытие (внутренний интерфейс) клапана (рис.4) и иглы (рис.5) регулируется макросом, который программируется на языке *java*, там же закладываем исходные данные: жесткость пружин, предварительное сжатие пружин для иглы и впускного клапана; коэффициент отскока; масса клапана; ход иглы и т.д.

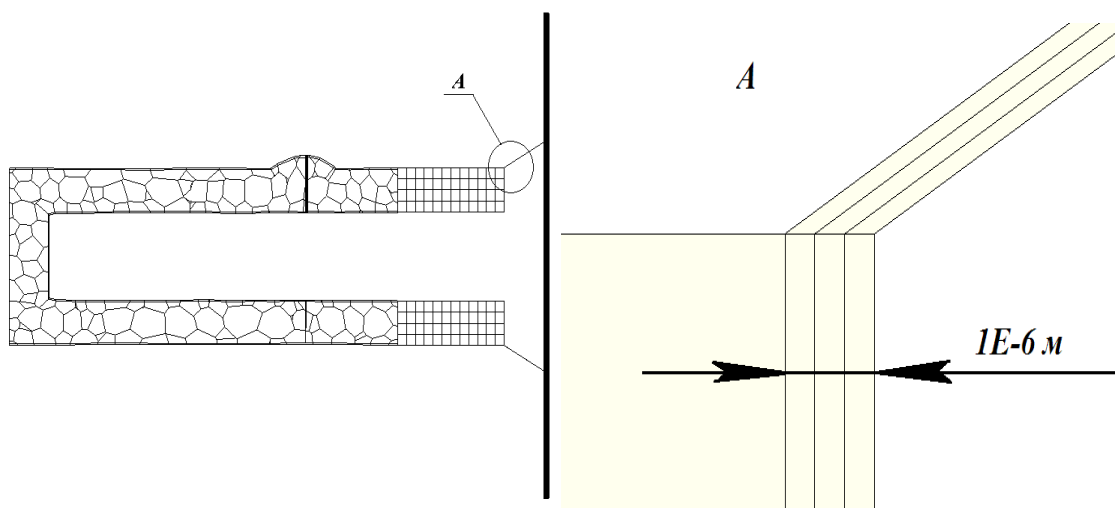


Рис.4. Клапан в разрезе

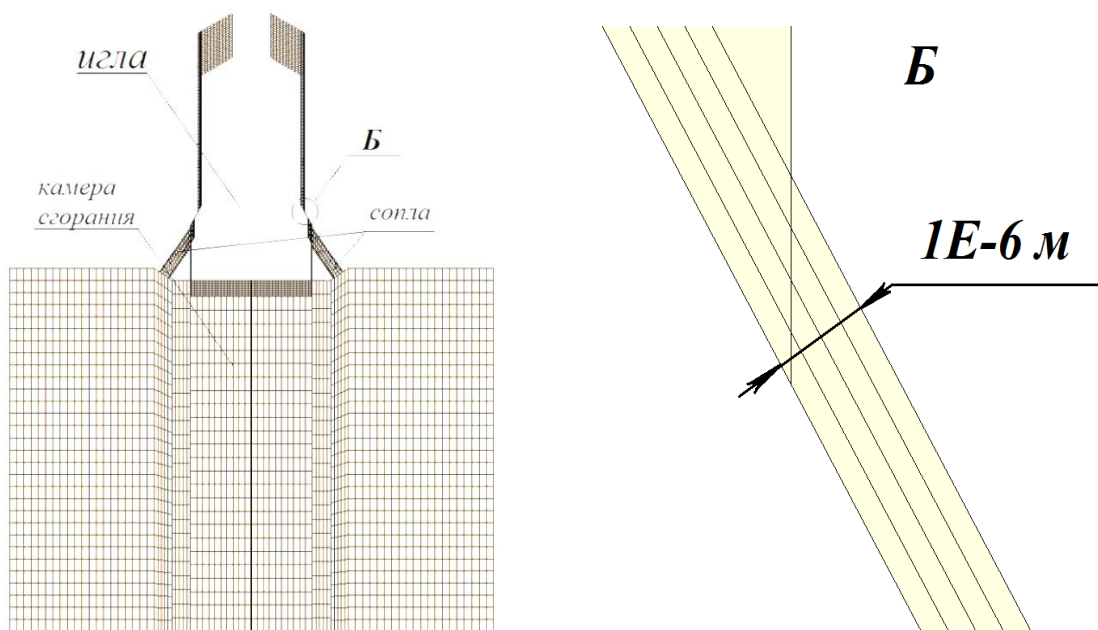


Рис.5. Игла в разрезе

### Методика

В расчетах данной задачи для точного моделирования применяются нестационарные усредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса (*RANS*). Для получения достоверного результата при моделировании вихревых процессов выбрана наиболее подходящая модель турбулентности. В схожих условиях среди моделей, использующих усредненные по Рейнольдсу уравнения Навье-Стокса, наилучшие результаты в предсказании газодинамических параметров демонстрирует модель *k-Omega SST*.

Модель турбулентности *k-Omega* состоит из двух уравнений, которые являются альтернативой *k-Epsilon* модели. Модель пытается предсказать турбулентность по двум дифференциальным уравнениям для двух переменных  $k$  и  $\omega$ . Первой переменной является кинетическая энергия турбулентности ( $k$ ), а второй ( $\omega$ ) является удельная скорость диссипации (турбулентности кинетической энергии  $k$ ).

Преимущество *K-Omega* модели является повышение производительности решения для граничных слоев при неблагоприятных градиентах давления. Наиболее важным преимуществом, является то, что оно может быть применено во всем пограничном слое, в том числе и для преобладающей вязкой области. Наиболее подробно *K-Omega* модель описана в книге D.C. Wilcox [1], в которой обсуждается происхождение и сравнение с другими моделями. Сообщается, что преимущество модели *K-Omega* над моделью *k-Epsilon* в его эффективности для граничных слоев при неблагоприятных градиентах давления.

При расчете использовались две версии модели *K-Omega*: Стандартная *K-Omega* модель и *SST K-Omega* модель.

Уравнения переноса для стандартной *K-Omega* модели:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \int_V \rho k dV + \int_A \rho k (v - v_g) \cdot da = \\ (1) \quad & = \int_A (\mu + \sigma_k \mu_t) \nabla k \cdot da + \int_V (G_k - \rho \beta^* f_{\beta^*} (\omega k - \omega_0 k_0) + S_k) dV \end{aligned}$$

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho \omega dV + \int_A \rho \omega (v - v_g) \cdot da =$$

$$(2)$$

$$= \int_A (\mu + \sigma_\omega \mu_t) \nabla \omega \cdot da + \int_V (G_\omega - \rho \beta f_\beta (\omega^2 - \omega_0^2) + S_\omega) dV,$$

где  $S_k$  и  $S_\omega$  условия, задаваемые пользователем.  $k_0$  и  $\omega_0$  значения турбулентной среды, которые противодействуют распаду турбулентности.

Расход турбулентной кинетической энергии  $G_k$  определяется как:

$$G_k = \mu_t f_c S^2 - \frac{2}{3} \rho k \nabla \cdot v - \frac{2}{3} \mu_t (\nabla \cdot v)^2 \quad (3)$$

Где  $\nabla \cdot v$  дивергенция скорости и  $S$  модуль среднего тензор скоростей деформации:

$$S = |S| = \sqrt{2S:S^T} = \sqrt{2S:S} \quad (4)$$

$$S = \frac{1}{2} (\nabla v + \nabla v^T) \quad (5)$$

Расход по  $\omega$  рассчитывается, как:

$$G_\omega = \rho \alpha \left[ \alpha^* S^2 - \frac{2}{3} (\nabla \cdot v)^2 \right] - \frac{2}{3} \omega \nabla \cdot v \quad (6)$$

Турбулентная вязкость вычисляется как:  $\mu_t = \rho k T$  (7)

Уравнения переноса для SST K-Omega модели:

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho k dV + \int_A \rho k (v - v_g) \cdot da =$$

$$\int_A (\mu + \sigma_k \mu_t) \nabla k \cdot da + \int_V (\gamma_{eff} G_k - \gamma \rho \beta^* f_{\beta^*} (\omega k - \omega_0 k_0) + S_k) dV \quad (8)$$

$$\frac{d}{dt} \int_V \rho \omega dV + \int_A \rho \omega (v - v_g) \cdot da =$$

$$= \int_A (\mu + \sigma_\omega \mu_t) \nabla \omega \cdot da + \int_V (G_\omega - \rho \beta f_\beta (\omega^2 - \omega_0^2) + D_\omega + S_\omega) dV, \quad (9)$$

где  $S_k$  и  $S_\omega$  условия, задаваемые пользователем  $k_0$  и  $\omega_0$  значения турбулентной среды, которые противодействуют распаду турбулентности, эффективная прерывистость обеспечивается переходной Гамма *ReTheta* моделью:

$$\gamma = \min[\max(\gamma_{eff} 0.1), 1] \quad (10)$$

Расход турбулентной кинетической энергии  $G_k$  определяется по формуле (3).

Расход по  $\omega$  рассчитывается как:

$$G_\omega = \rho \gamma \left[ S^2 - \frac{2}{3} (\nabla \cdot v)^2 \right] - \frac{2}{3} \omega \nabla \cdot v \quad (11)$$

где  $\gamma$  коэффициент смешивания модели и  $S$  модуль тензор скорости деформации, который определяется по формуле (5).

Турбулентная вязкость вычисляется по формуле (7) [4].

### Результаты:

- 1) Полученные данные представлены из третьего цикла для более точного анализа т.к. на начальных циклах происходит уравнивание процессов.

На холостом ходу давления практически одинаковы и достигают  $P_{max} \approx 3,2$  МПа (Рис.6) это обусловлено инерционностью клапана.

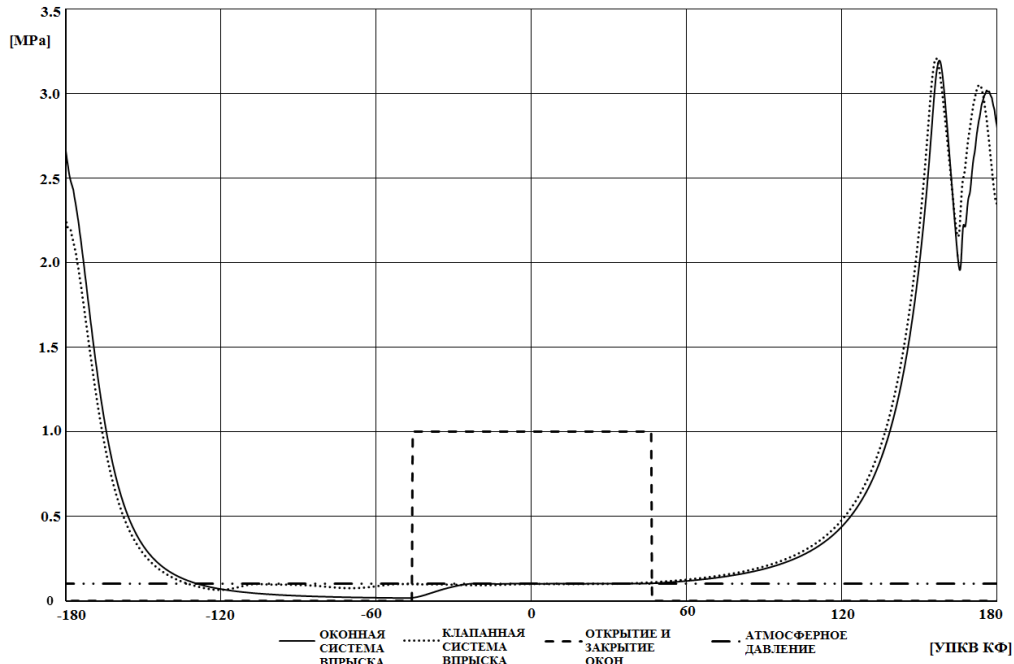


Рис.6. Давление по углу

Температура в оконной системе выше на  $\approx 140$  К, чем в клапанной системе впрыска (Рис.7).

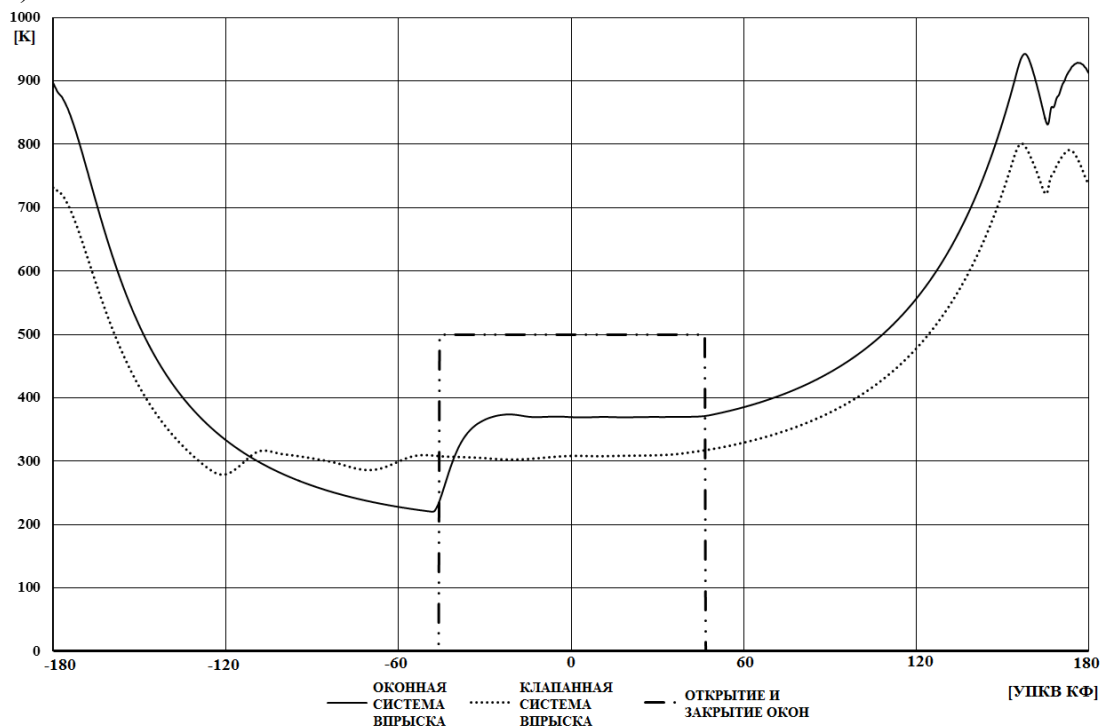


Рис.7. Температура по углу (2000 об/мин)

1) На режиме полной нагрузки давление на  $\approx 0,44$  МПа и температура на  $\approx 130$  К выше в оконной системе впрыска (Рис.8 – 9).

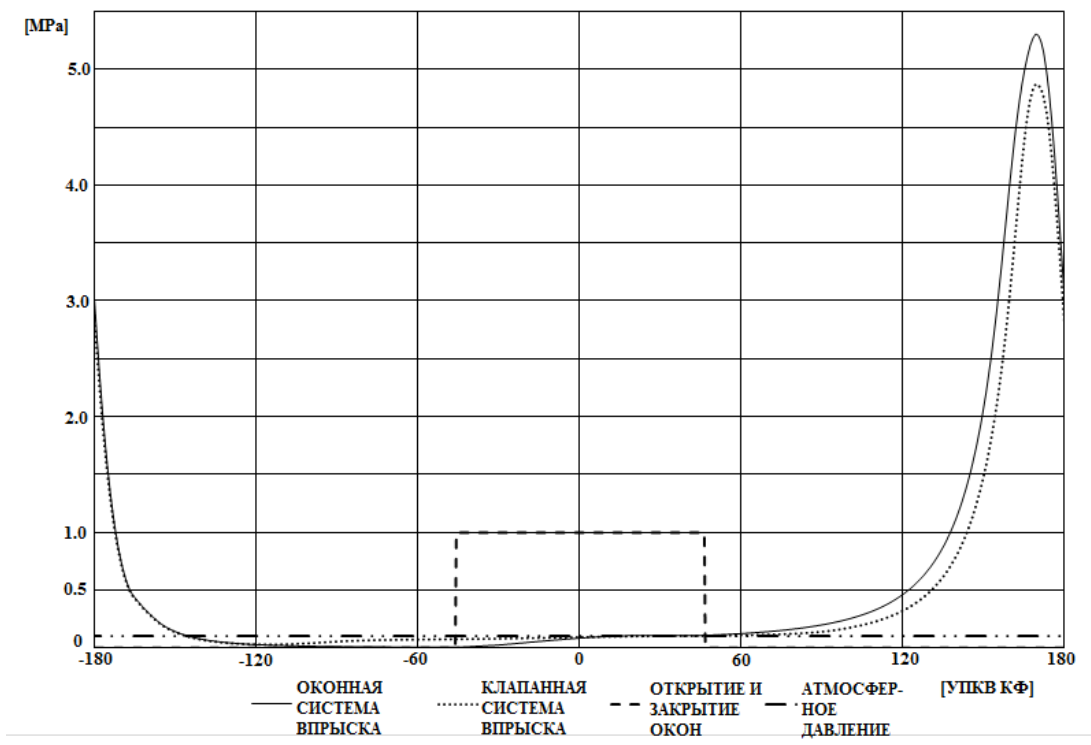


Рис.8. Давление по углу

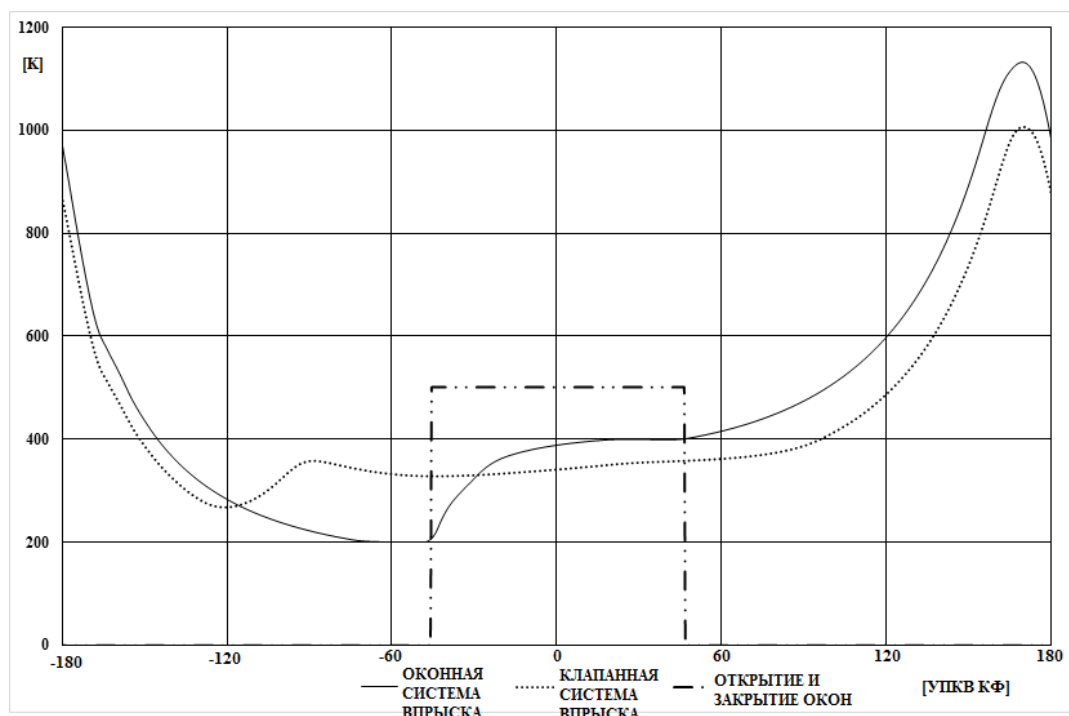
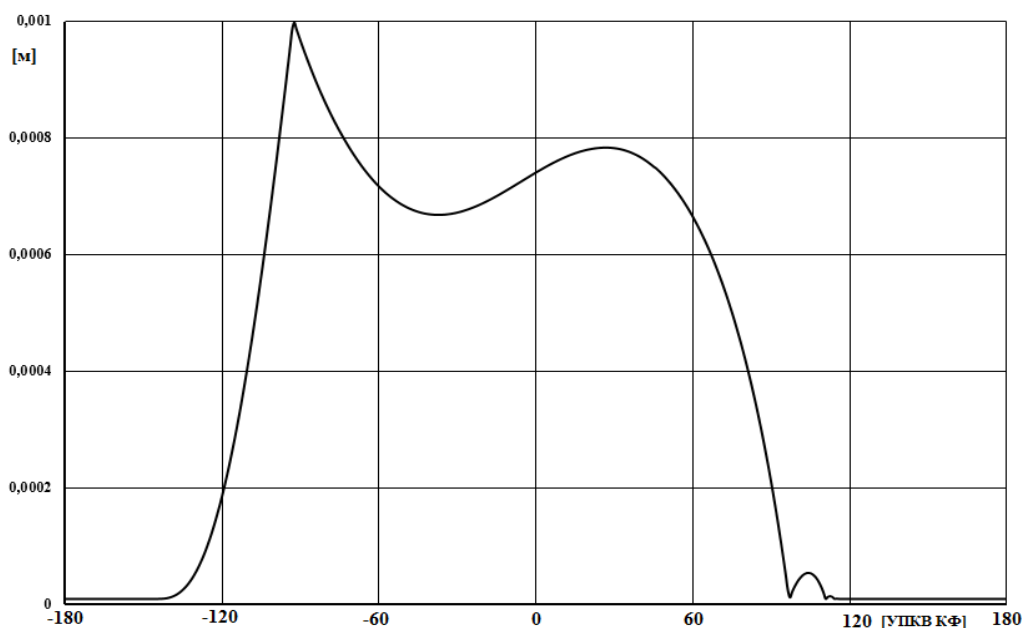


Рис.9. Температура по углу (полная нагрузка)



**Рис.10.** Ход клапана

### Вывод

В результате исследования было установлено, что:

- 1) Наполнение рабочей камеры КФ с оконной системой впрыска не хуже, чем с впускным клапаном, т.к. в клапанной системе клапан не обеспечивает максимально возможного наполнения из-за своих динамических характеристик (Рис.10).
- 2) Оконная система более конструктивна и технологична.

Исходя из выводов, для подачи топлива в рабочую камеру КФ будет выбрана оконная система впрыска.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

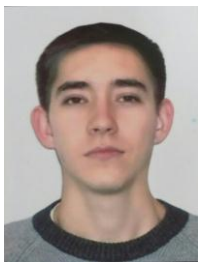
1. Turbulence modeling for CFD - Wilcox D.C 2004
2. Гарипов М.Д. Конспект лекций по дисциплине энергетические машины и установки: Текст лекций/ М.Д. Гарипов; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2009. – 180 с.
3. <http://www.unmannedsystemstechnology.com/company/orbital-corporation/>
4. Methodology STAR-CCM+ Version 9.02. – CD-adapco, 2014 – 2000 p.
5. Еникеев Р.Д., Гарипов М. Д. Рабочий процесс перспективного поршневого ДВС/ Р.Д. Еникеев, М. Д. Гарипов // Вестник УГАТУ. 2006. Т.7, №3. – с.12 – 22.

### ОБ АВТОРАХ



**Фазылбаков Радим Рифкатович**, студент 1 курса магистратуры, каф. двигателей внутреннего двигателей УГАТУ гр. ЭДМ-105, e-mail: [fazylbakov1@mail.ru](mailto:fazylbakov1@mail.ru)





**Халилов Эмиль Марсович**, студент 1 курса магистратуры, каф. двигателей внутреннего двигателей УГАТУ гр. ЭДМ-105,  
e-mail: [jdtabs@mail.ru](mailto:jdtabs@mail.ru)



**Сакулин Роман Юрьевич**, ученая степень - кандидат технических наук, доцент, сотрудник кафедры ДВС УГАТУ с 2006 г., защитил диссертацию "Снижение эмиссии оксидов азота в ДВС с унифицированным рабочим процессом при работе на обводненном этаноле" в 2010 г.

e-mail: [laminar\\_burn@mail.ru](mailto:laminar_burn@mail.ru)

УДК 621.311

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ В СЕТЯХ 6-35 кВ

**Гарафутдинов Р. Р., Волкова Т. Ю.**

В настоящее время, электрических сетях 6-35 кВ, эксплуатируемых в России и странах СНГ, обычно использует изолированную или компенсированную (заземленную через дугогасящий реактор (ДГР)) нейтраль. Достоинством таких способов заземления является то, что при однофазных замыканиях на землю (ОЗЗ) допускается работа электрической сети в этом режиме некоторое время без отключения поврежденного участка. Однако имеющиеся преимущества сопровождаются негативными явлениями:

1) При возникновении ОЗЗ напряжение на неповрежденных фазах повышается до линейного, что грозит повышенным износом и пробоем изоляции кабельных сетей с длительным сроком эксплуатации;

2) Существует опасность возникновения значительных дуговых перенапряжений, следствием которых может быть переход однофазного в двухфазные и трехфазные замыкания;

3) При ДГР настроенном в резонанс, возникновение ОЗЗ может приводить к появлению феррорезонансных явлений и повреждению трансформаторов напряжения;

4) Создается сложность выстраивания простой, надежной, селективной защиты от ОЗЗ, которая имеет возможность выявлять поврежденные присоединения. Причиной этому являются малые токи замыкания на землю при ОЗЗ;

5) При наличии ДГР определение места повреждения с помощью поочередного отключения присоединения вносят в сеть раскомпенсацию, и создается опасность перехода ОЗЗ в междуфазные замыкания;

6) Для соблюдения режима компенсации емкостного тока требуется использовать плавно регулируемые ДГР с автоматической настройкой компенсации;

Создается высокая опасность причинения вреда здоровью людей и животных вследствие длительного существования ненормального режима работы сети [1].

Одним из способов повышения надежности эксплуатации сетей 6-35 кВ, является применение резистивного заземления нейтрали – заземление через активное высокоомное или низкоомное сопротивление. Общий внешний вид таких резисторов приведен на рис. 1.

В сетях с резистивным заземлением нейтрали при ОЗЗ в присоединениях протекают собственные ёмкостные токи, а в повреждённом присоединении, протекает

еще и активный ток, обусловленный включением в цепь тока нулевой последовательности активного сопротивления резистора. Упрощенная схема замещения сети с резистивно заземленной нейтралью приведена на рис. 2.



**Рис. 1** Внешний вид резистора типа P3

Это обуславливает физический смысл такого способа заземления нейтрали, который позволяет более просто решить две важные технические задачи:

- 1) Появляется возможность определения повреждённого присоединения и принятий оперативных действий по устранению повреждения;
- 2) Возникают предпосылки для применения простой и надежной релейной защиты, действующей либо на сигнал, либо на отключение повреждённого присоединения[1].

Кроме того, резистивное заземление нейтрали позволяет снизить уровень дуговых, феррорезонансных, коммутационных перенапряжений. При этом появляется возможность защиты оборудования подстанции с помощью ОПН с более низким остаточным напряжением. Такое заземление нейтрали способствует повышению уровня электробезопасности для людей и животных, вследствие быстрого отключения повреждённого присоединения. Конструкция одного из типов такого резистора показана на рис. 3.

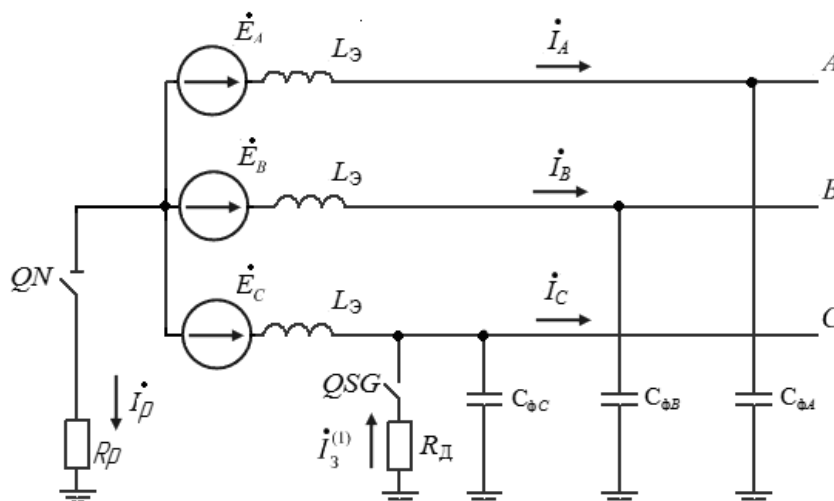
Заземление нейтрали сетей 6-35 кВ через резистор обеспечивает:

- 1) Снижение уровня перенапряжений в сети при ОЗЗ;
- 2) Правильное функционирование релейной защиты при ОЗЗ, действующее либо на отключение поврежденного присоединения, либо на сигнал;
- 3) Исключение или уменьшение вероятности поражения людей и животных при ОЗЗ;
- 4) Экономическую целесообразность принимаемых решений при всех рабочих и защитных функциях;
- 5) Исключение опасных феррорезонансных явлений, которые обусловлены насыщением магнитопроводов трансформаторов напряжения.

Применяются три варианта заземления нейтралей сетей 6–35 кВ через резистор: низкоомное, высокоомное и комбинированное. Рассмотрим каждый по отдельности[1].

Низкоомное резистивное заземление нейтрали используется в случаях, когда требуется отключить ОЗЗ в течение минимально допустимого времени. В этом случае ток в нейтрали должен быть достаточным для работы релейной защиты на отключение. Тогда преимущество сети с изолированной нейтралью полностью пропадает, потому что

при ОЗЗ потребитель теряет питание по отключаемой линии. При этом такой режим требуется там, где при возникновении ОЗЗ может появиться опасность поражения людей при падении провода ЛЭП на землю, так как люди могут попасть под шаговое напряжение или напряжение прикосновения. Такое заземление нейтрали, с возможностью отключения поврежденных участков сети, используется в тех сетях, где обеспечивается необходимая степень резервирования и автоматизации распределительных сетей, систем электроснабжения и технологических процессов. В кабельных линиях, где обеспечивается высокая степень резервирования, экономически и технически выгодно перейти от системы заземления нейтрали с ДГР к нейтрали, заземленной через низкоомный резистор, с отключением поврежденного присоединения без выдержки времени[2].



**Рис. 2** Упрощенная схема замещения сети с резистивным заземлением нейтрали

Применение низкоомного резистивного заземления обладает следующими преимуществами:

- 1) Снижение ущерба из-за повреждения оборудования (недоотпуск ЭЭ и затраты на аварийно-восстановительные ремонты поврежденного электрооборудования);
- 2) Предупреждение несчастных случаев с людьми и животными;
- 3) Ограничение перенапряжений, снижение времени горения дуги и предотвращение переходов ОЗЗ в междуфазные КЗ;
- 4) Точная локализация поврежденного участка сети;
- 5) Минимизация области повреждения за счет быстрой ликвидации замыкания за 0,5 – 2,5с;

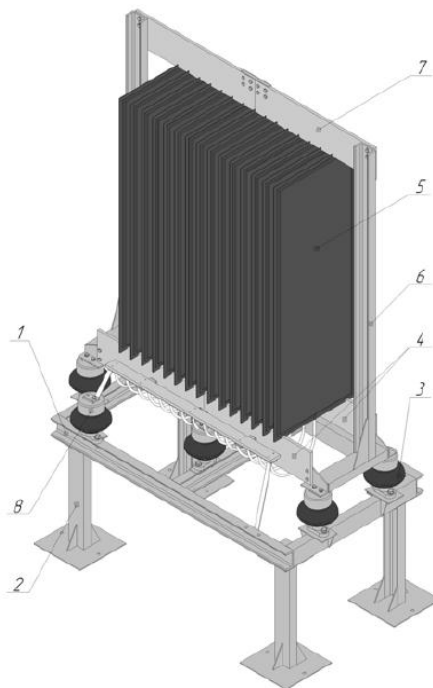
Недостатком является то, что отсутствует эффект «самовосстановления» СПЭ-изоляции[2].

Высокоомное резистивное заземление нейтрали используется тогда, когда сеть должна иметь способность к продолжительной работе в режиме ОЗЗ до обнаружения места замыкания. В этом случае ток в нейтрали должен быть таким, чтобы исключить появление опасных дуговых перенапряжений и снижение безопасности для людей и животных, но одновременно должен быть достаточным для выявления поврежденного присоединения и работы релейной защиты на сигнал[1].

Такое заземление имеет следующие достоинства:

- 1) Способность работы сети с ОЗЗ до совершения действий по безаварийному отключению поврежденного элемента;
- 2) Возможность самостоятельного гашения дуги и самостоятельного устранения части ОЗЗ;
- 3) Практически исключается возможность появления перемежающихся дуговых ОЗЗ;

- 4) Снижение кратности перенапряжений на неповрежденных фазах по сравнению с режимом изолированной нейтрали;
- 5) Исключается возможность появления феррорезонансных процессов в сети;
- 6) Применение простых схем релейной защиты и сигнализации при устойчивых ОЗЗ.



**Рис. 3** - Унифицированный резистивный блок

1 - основание, 2 - опорные стойки, 3 - опорные изоляторы, 4 - изоляционные пластины, 5 - элементы резистора защитного, 6 - вертикальные стойки, 7 - изоляционные пластины, 8 - изолятор для подключения подвода от нейтрали сети.

Наряду с его достоинствами, такое заземление нейтрали имеет ряд недостатков:

- 1) Дополнительные затраты на сооружение резистивного заземления нейтрали;
- 2) Высокая мощность заземляющего резистора и проблемы с обеспечением его термической стойкости при устойчивых ОЗЗ[3].

Комбинированное заземление нейтрали осуществляется путем соединения высокоомного резистора параллельно с ДГР и позволяет снижать уровень перенапряжений при неточной настройке ДГР, а также способствует работе релейных защит на сигнал[3].

Преимущества такого заземления следующие:

- 1) Снижение уровня перенапряжений до безопасных для изоляции электрооборудования величин[4];
- 2) Устранение биений фазных напряжений с амплитудой до  $(1,8 \div 2,0)U_{\text{фmax}}$ , которые возникают после погасания дуги при существенной расстройке компенсации;
- 3) Улучшение симметрии сети вследствие снижения напряжения смещения нейтрали;
- 4) Создание условий для улучшения селективности защит от замыканий на землю с действием на сигнализацию или отключение;
- 5) Уменьшение длительности горения дуги и времени восстановления электрической прочности изоляции;
- 6) Ликвидация возможных резонансных процессов, обусловленных наличием в токе ОЗЗ гармонических составляющих.

Однако при постоянно включенном резисторе комбинированное заземление нейтрали имеет один существенный недостаток. Во время появления дугового замыкания, напряжение на поврежденной фазе после гашения дуги восстанавливается значительно быстрее, чем при заземлении с компенсированной нейтралью. Этот фактор укорачивает интервал времени между пробоями изоляции и увеличивает количество воздействий перенапряжений на неповрежденные присоединения[3].

Такие резисторы в настоящее время активно выпускаются российской промышленностью и обладают следующими техническими параметрами. Они отображены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Технические параметры резисторов для нейтралей 6-35 кВ**

Наименование параметра	Значение параметра
Номинальное напряжение сети, кВ	3, 6, 10, 35
Номинальная мощность, кВт	до 200
Сопротивление, Ом	100-10000
Время эксплуатации РЗ в режиме однофазного замыкания на землю, не более, час	6

Таким образом, резистивное заземление нейтрали в сетях 6-35 кВ имеет больше преимуществ по сравнению с изолированной и компенсированной нейтралью. Применение таких нейтралей, вместо традиционных способов заземления, обеспечит наибольшую надежность и безопасность при ОЗЗ. Положительный опыт эксплуатации резистивно заземленной нейтрали подтверждает необходимость и экономическую целесообразность снижения уровня перенапряжений при однофазных дуговых замыканиях на землю и подавления феррорезонансных явлений, обеспечения правильной надежной работы защит от ОЗЗ рекомендовать применение в сетях 6-35кВ[5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стандарт ГПО «БелЭнерго». Методические указания по заземлению нейтрали сетей 6-35кВ Белорусской энергосистемы через резистор. СТП 09110.20.187-09
2. Багаев Д. В. Сазонов В. Н. Астафьев С. О. Кучеренко В. И. Резистивное заземление нейтрали в сетях 6-35 кВ в ОАО «МРСК Волги»// КАБЕЛЬ-news/№3/март 2009. С 46-47.
3. Сети 6-35 кВ: режимы заземления нейтрали: [Электронный ресурс] // РСК Город/ URL: <http://www.gorod812.com/blog/seti-6-35-kv-rezhimy-zazemleniya-nejtrali> (Дата обращения 20.04.2016).
4. Сарин Л.И., Ильиных М.В., Царегородцев Н.Г., Дудукалова Е.В., Полозюк Д.В. Ограничение перенапряжений в сетях 6-35 кВ с помощью резистивного заземления нейтрали.
5. Сарин Л.И. Ширковец А. И. Ильиных М.В. Опыт применения резистивного заземления нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ// Энергетик 2009 №4 С 13-14.

## ОБ АВТОРАХ

Фото

**Гарафутдинов Рустам Разифович**, студент кафедры электромеханики УГАТУ. Исследования в области заземления нейтралей электрических сетей.

e-mail: [garafutdinov\\_r\\_r@mail.ru](mailto:garafutdinov_r_r@mail.ru)

Фото

**Волкова Татьяна Юрьевна**, доцент кафедры электромеханики УГАТУ, дипл. инж. по электрификации и автоматизации горных работ (УИИ, 1980)

e-mail: [volkovatatyana@gmail.com](mailto:volkovatatyana@gmail.com)

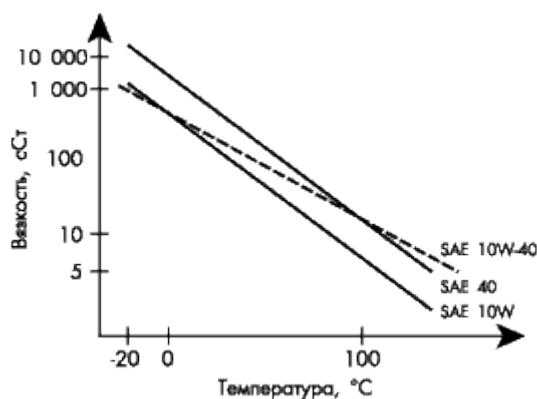
УДК 621.43.016.4-57

### ОБЗОР СИСТЕМ ПРЕДПУСКОВОГО ПРОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ, ПОДБОР СИСТЕМЫ ПО МОДЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ И НЕОБХОДИМОЙ МОЩНОСТИ ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Ганеев Р. Ш., Зарипова А. А., Идрисов А. А.

Системы предпускового прогрева двигателя внутреннего сгорания применяются для доведения двигателя в холодное время года до необходимой для «комфортного» пуска температуры

Почему же необходимо предварительно прогревать двигатель перед запуском? Начнем с того что детали любого двигателя внутреннего сгорания могут быть изготовлены из разных материалов, а у разных материалов, как известно, различные свойства. Например, различные материалы имеют различную степень расширения при определенной температуре. Это в итоге приводит к увеличению или уменьшению расстояний между деталями, что является причиной повышенного износа деталей и узлов. Также не стоит забывать о том, что масло при низких температурах становится более вязким, возникает «масляное голодание», повышается коэффициент трения между контактирующими деталями.



**Рис.1.** График зависимости вязкости моторных масел от температуры

Идеальное масло на графике выглядело бы горизонтальной прямой, но к сожалению изготовители масел до сих пор не добились такого результата.

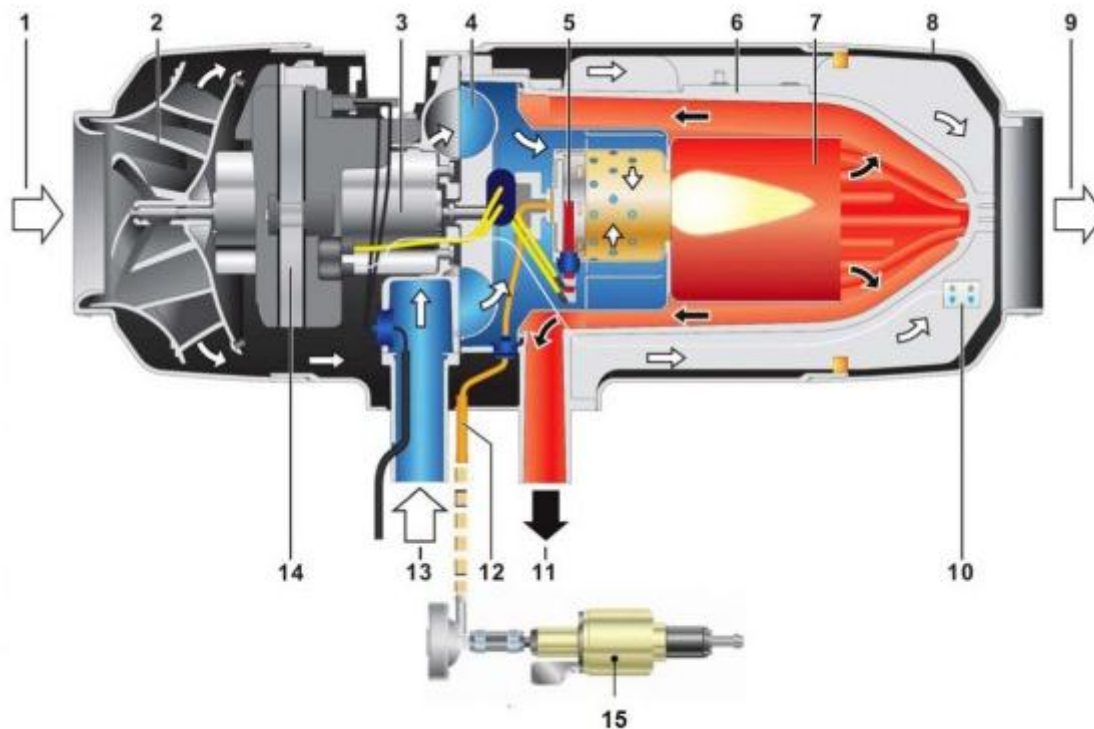
Теперь рассмотрим непосредственно типы предпусковых подогревателей. Сразу отметим, что подогреватели есть как для бензиновых автомобилей, так и для дизелей.

1. Самые распространенные – автономные жидкостные предпусковые системы подогрева. Они используются не только для доведения двигателя до необходимой температуры, но и для отапливания салона. Данные системы располагаются в моторном отсеке и используют для подогрева собственный контур жидкостного охлаждения двигателя. В данном случае подогретый воздух распространяется по собственным воздуховодам автомобиля. Для более удобного использования системы отопления оснащается таймером для программирования начала нагрева. Эти системы расходуют небольшое количество топлива и электричества, имеют низкий уровень шума.

2. Чуть менее распространенные - воздушные подогреватели. Они используются для быстрого прогрева только салона автомобиля. Монтируются непосредственно внутри салона или кабины. Незаменимы для грузовой техники, автобусов, вахтовой техники и множества других машин.

3. Существуют и неавтономные подогреватели. Принцип их работы прост — в моторном отсеке или непосредственно в блоке цилиндров устанавливаются нагревательные элементы. Они работают по принципу конвекции, без принудительной циркуляции охлаждающей жидкости.

Рассмотрим одну из самых распространенных систем, систему WEBASTO.

**Рис.1.** Разрез теплообменника – отопителя марки Webasto

(1. Забор воздуха для нагрева, 2. Крыльчатка нагнетателя воздуха для нагрева, 3. Мотор нагнетателя, 4. Крыльчатка нагнетателя воздуха для горения, 5. Штифт накала / датчик пламени, 6. Теплообменник, 7. Камера сгорания, 8. Корпус подогревателя, 9.

Выход нагретого воздуха, 10. Температурный датчик перегрева, 11. Выход выхлопных газов, 12. Топливная трубка, 13. Забор воздуха для горения, 14. Блок управления (герметичное исполнение), 15. Топливный дозирующий насос)

Данная система является автономным жидкостным подогревателем, но выбрать тип подогревателя и производителя мало, необходимо также подобрать систему по виду топлива, органу управления, номинальному напряжению и самое главное - по мощности.

Проведем расчет необходимой мощности. Для этого примем исходные данные для нашего двигателя: объем охлаждающей жидкости и ее тип (7 литров), тип охлаждающей жидкости, топливо (дизель), объем полости теплообменника (75 мл), масса рубашки охлаждения двигателя и радиатора (150 кг), материал рубашки охлаждения (алюминий).

Также для проведения необходимых расчетов нужно определить желаемые параметры: начальную (-50<sup>0</sup>С) и требуемую температуру жидкости (+5<sup>0</sup>С), требуемое для прогрева время (5 минут).

В зависимости от типа охлаждающей жидкости определим необходимые для расчета данные.

Таблица 1

**Исходные данные охлаждающей жидкости для расчета системы предпускового подогрева двигателя**

Параметр	Значение	Единица измерения
Тип охлаждающей жидкости	Вода 48% + Этиленгликоль 52%	-
Теплоемкость жидкости	3040	Дж/кг*К
Плотность жидкости	1108	кг/м <sup>3</sup>
Теплопроводность жидкости	0,416	Вт/м*К

Тепловой расчет системы разогрева двигателя [1]

необходимое количество теплоты определим из уравнения теплового баланса:

$$Q = Q_{ж} + Q_{руб} + Q_{пот}.$$

где

$$Q_{ж} = M_{ж} \cdot (t_2 - t_1) \cdot C_{рж} = 1108 \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot (5 - (-50)) \cdot 3,04 = 1297 \text{ кДж};$$

-теплота необходимая для нагрева жидкости,

$$Q_{руб} = M_{руб} \cdot (t_2 - t_1) \cdot C_{руб} = 151,5 \cdot (5 - (-50)) \cdot 0,88 = 7333 \text{ кДж};$$

- теплота необходимая для нагрева рубашки и радиатора,

$$Q_{пот} = 0,15 \cdot (Q_{ж} + Q_{руб}) = 0,15 \cdot (1297 + 7333) = 1295 \text{ кДж}$$

-потери теплоты в окружающую среду через корпус подогревателя, подводящие и



отводящие патрубки и так далее (принимается 15%).

$t_2$  - заданная температура жидкости, рубашки и радиатора, °С,

$t_1$  - начальная температура жидкости, рубашки и радиатора, °С,

$C_{pж}$  - теплоемкость жидкости, Дж/кг\*К [1],

$C_{руб}$  - теплоемкость материала рубашки и радиатора, Дж/кг\*К [1].

Таким образом, количество тепла, необходимое для разогрева двигателя составит:

$$Q = Q_{ж} + Q_{руб} + Q_{пот} = 1297 + 7333 + 1295 = 9925 \text{ кДж.}$$

Тепловая мощность равна количеству тепла подводимого в единицу времени к системе. Тепловую мощность подогревателя определим из соотношения:

$$N = \frac{Q}{\tau} = \frac{9925}{5 \cdot 60} = 33,1 \text{ кВт,}$$

где  $\tau$  - необходимое время прогрева.

Таким образом, мощность подогревателя составит 33,1 кВт.

Таблица 2

### Модификации подогревателей фирмы Webasto

Модель	Орган управления	Топливо	Номинальное напряжение	Мощность макс., кВт
Thermo Pro 50	На выбор	Дизель	24 В	5,2
Thermo Pro 90	На выбор	Дизель	12 В	9,1
Thermo Pro 90	На выбор	Дизель	24 В	9,1
Thermo E 200/320	На выбор	Дизель	24 В	20,0/32,0
Thermo 350	На выбор	Дизель	24 В	35,0
GBW 300	На выбор	Сжатый метан	24 В	30,0

Исходя из полученных данных подбираем подходящую по мощности систему.

Таким образом можно подобрать систему индивидуально под любой двигатель и цели.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берман С.С. Расчет теплообменных аппаратов. М.:Госэнергоиздат, 1962. – 240 с.

### ОБ АВТОРАХ



**Ганеев Руслан Шамилович**, студент каф. двигателей внутреннего сгорания УГАТУ.

e-mail: [ruslanofthering@rambler.ru](mailto:ruslanofthering@rambler.ru)



**Зарипова Анна Александровна**, студентка каф. двигателей внутреннего сгорания УГАТУ.

e-mail: [zaripova1996@rambler.ru](mailto:zaripova1996@rambler.ru)



**Идрисов Азамат Аскатович**, студент каф. двигателей внутреннего сгорания УГАТУ.

e-mail: [superkumis@mail.ru](mailto:superkumis@mail.ru)

УДК 53.082.4

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ВИБРОДИАГНОСТИКИ РОТОРНЫХ МАШИН

Сенюшкин Н. С., Лобов Д. Д., Губайдуллина Р. Р.

На сегодняшний день на многих предприятиях все большую актуальность приобретают вопросы повышения надежности работы оборудования. Вибрационная диагностика - один из наиболее эффективных инструментов для разрешения этих вопросов и обеспечения безаварийной работы роторного оборудования. Рано или поздно проблемы вибрационного контроля и создания собственной службы вибрационной диагностики остро встают на каждом предприятии.

Основными методами вибродиагностики, которые используются при решении задач мониторинга и функциональной диагностики роторных машин, являются: анализ общего уровня вибрации, метод ударных импульсов, кепстральный анализ и метод спектрального анализа огибающей высокочастотной вибрации. Эти методы координатно отличаются друг от друга, как способами реализации, так и стоимостью внедрения, поэтому, для того чтобы выбрать наиболее оптимальный, требуется провести их анализ.

**Общий уровень вибрации** – суммарная энергия вибрации (виброскорость, мм/с), измеренная в установленном частотном диапазоне (обычно 10 – 1000 Гц). Измерение общих уровней вибрации машины или её компонентов и сравнение полученных уровней с эталонными позволяет судить о текущем состоянии машины. Уровень вибрации выше нормального означает, что на машине имеются проблемы (дисбаланс, расцентровка, ослабление механических креплений, проблемы с фундаментом и т.д.) [1].

Общий уровень может быть измерен по Пикам, по размаху Пик-Пик, по среднему уровню или по среднеквадратичному значению (СКЗ). Эти факторы могут быть математически связаны друг с другом, если речь идёт о синусоидальной вибрации (рис. 1):

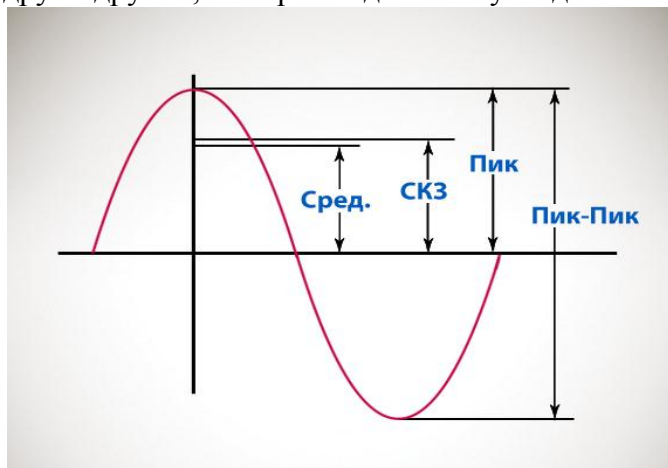


Рис. 1. Синусоидальная вибрация

Достоинством этого метода является простота реализации и низкая стоимость за счёт использования элементарной портативной виброизмеряющей аппаратуры. Среди недостатков стоит выделить невозможность точного определения природы дефекта.

**Метод ударных импульсов** – это запатентованный фирмой SPM метод использования ударных импульсов от подшипников качения в качестве основы для эффективного мониторинга и диагностики условий работы и состояния этих подшипников качения.

Ударные импульсы — это ударные волны малой энергии, генерируемые подшипниками качения вследствие соударений и изменений давления в зоне качения этих подшипников в течение всего срока службы подшипников и распространяющиеся в материалах деталей подшипника, подшипникового узла и прилегающих к ним деталей.

Для уверенной регистрации волн растяжения-сжатия фирмой SPM был разработан специальный датчик, состоящий из механического резонатора, индуктивности и дифференциального усилителя [3]. Такая конструкция позволяет отстроиться от низкочастотной вибрации и минимизировать влияние способа установки датчика (за исключением крепления на магните). Механический резонатор является своего рода камертоном, воспринимающим волны растяжения-сжатия и преобразующим их в пульсации на своей резонансной частоте. Индуктивность преобразует механические колебания в электрические, дифференциальный усилитель является входным каскадом измерительного канала. С датчика сигнал попадает в блок обработки, где с ним происходят трансформации, показанные на рис. 2:

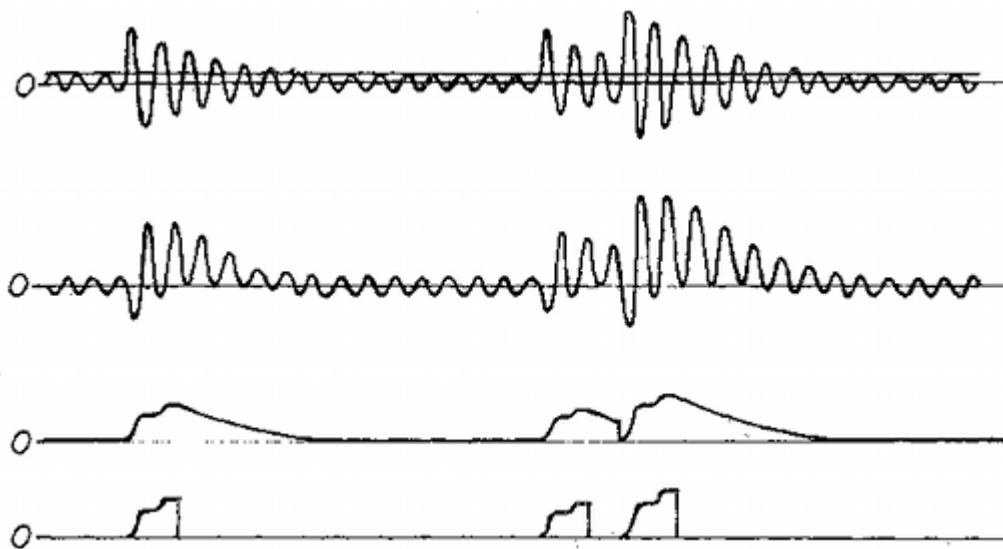


Рис. 2. Стадии преобразования вибросигнала

Определяются минимальный и максимальный уровни в соответствии со статистическим алгоритмом разновидности метода и производится оценка состояния по уставкам тревог SPM или самого пользователя.

На сегодняшний день существует три алгоритма определения уровней ударных импульсов. Каждый обладает определёнными достоинствами, не позволяющими полностью отказаться от того или иного метода.

1) Метод –  $dBm/dBc$ .

Значение  $dBm$  – это максимальная величина, определяющая самый сильный импульс за время измерения. Она является показателем повреждения подшипника.

Значение  $dBc$ , или «ковровый» уровень, определяется, как уровень, на котором регистрируется 200 импульсов в секунду. Данный уровень является показателем состояния смазки подшипника.

Обе величины измеряются по нормализованной шкале в децибелах. «Нормализованная шкала» означает, что шкала скорректирована в соответствии с основными данными подшипника: внутренним диаметром и частотой вращения. Нормализация шкалы производится с целью унификации оценки состояния по правилу SPM: «менее 20 dBm = хорошее состояние, 21-34 dBm = внимание, от 35 dBm = повреждение» [3]. Следует отметить, что ошибка ввода диаметра и скорости до 10% не приводит к существенной ошибке оценки состояния. Точность метода приемлемая, идеален для мониторинга оборудования, о подшипниках и скоростях вращения которого не имеется точных данных.

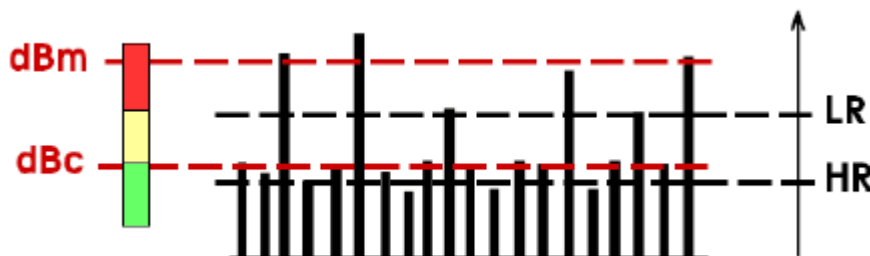


Рис. 3. Уровни ударных импульсов

## 2) Метод – LR/HR.

Значение LR (Low Rate of occurrence = низкая степень повторяемости) – это средняя величина 40 самых сильных импульсов за время измерения. Она соответствует, но не является равной максимальной величине импульсов. Значение HR (High Rate of occurrence = высокая степень повторяемости) соответствует уровню, где регистрируется примерно 1000 импульсов в секунду. Это соответствует, но не является равным «ковровой» величине. Обе величины – исходные данные, измеренные по ненормализованной шкале в децибелах. Оценка сигнала даёт три результата: CODE (от A до D – код состояния подшипника), LUB (состояние смазки) и COND (степень повреждения). Так же имеются различные коды ошибок (слабый сигнал, помеха и т.д.) [3]. Для применения метода необходимо знать номер подшипника и скорость вращения. Визуально состояние оценивается по положению «рабочей точки» подшипника относительно оценочной рамки, своей для каждого типа подшипников. Метод обладает достаточной точностью, подходит для мониторинга оборудования, о котором имеется достоверная информация по подшипникам и скорости вращения.

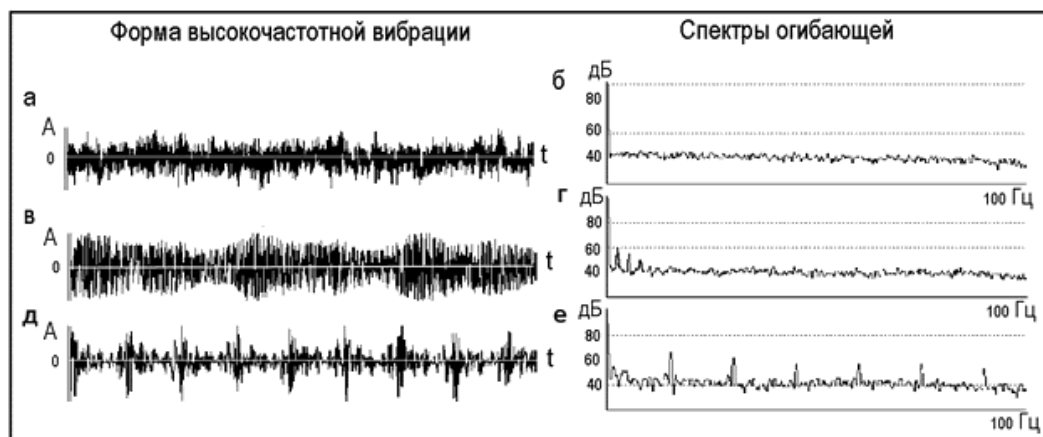
## 3) Метод HD (High Definition = Высокое разрешение) – последняя разработка SPM.

Аналогично предыдущим методам, определяются величины HDm и HDc. HDm является самым большим значением, полученным во время цикла измерения, в то время как HDc определяет степень смазывания подшипника.

Аппаратно метод реализован с применением высокоскоростного 24-битного АЦП, обеспечивающего высочайшее разрешение анализируемого сигнала. Цикл измерения привязан к оборотам вала, что позволяет избавиться от помех. Алгоритмическая защита от помех основана на использовании технологии сличения повторяющихся образов сигналов и устранения случайных составляющих. Метод устойчиво работает даже на оборудовании со скоростью вращения около 5 об/мин [3].

Метод ударных импульсов более совершенен, чем метод измерения общего уровня вибрации, поскольку позволяет определить степень износа подшипника и характер дефекта. Главным минусом является его узконаправленность, так как данный метод применяется только к подшипникам качения и, например, к подшипникам скольжения неприменим. Ко всему прочему, данный метод применим к низкооборотным подшипникам только с применением алгоритма определения ударных импульсов по методу LR/HR. Это подразумевает использование весьма дорогостоящего оборудования, что далеко не всегда целесообразно.

**Спектральный анализ огибающей.** Метод, в котором анализируется не сама высокочастотная вибрация, а низкочастотные колебания ее мощности. Глубину модуляции случайного амплитудно-модулированного сигнала вибрации можно определить в процентах, используя среднее значение огибающей. При изменении вида дефекта частота модуляции изменяется. Чем больше степень развития дефекта, тем больше становится глубина модуляции. Следовательно, частота модуляции определяет вид дефекта, а глубина модуляции - степень его развития [4].



**Рис. 4.** Формы высокочастотной вибрации и спектры ее огибающей для трех одинаковых подшипников: а - бездефектный подшипник, б - дефект сепаратора, в - раковина на наружном кольце.

К достоинствам этого метода относятся: возможность локализовать дефект, высокая чувствительность, высокая достоверность определения вида и величины каждого из дефектов. Основной недостаток – высокая стоимость аппаратуры и сложность реализации. Как правило, алгоритм обработки и анализа реализуется с использованием компьютерной техники.

**Кепстральный анализ.** В роторных машинах очень часто можно наблюдать обилие гармонических составляющих, каждая из которых имеет отношение к некоторому важному возмущению (дефекту). Среди них трудно выделить одну или несколько, на которых можно было бы построить диагностический алгоритм. Это замечание относится прежде всего к машинам с зубчатыми редукторами либо подшипниками качения. Для сжатия информации, содержащейся в спектре, в этих случаях используют кепстр – преобразование Фурье от логарифмического спектра мощности [2].

Достоинства: кепстральный анализ в значительной степени нечувствителен к изменениям фазы исследуемых сигналов и к особенностям путей распространения механических, следовательно, имеет высокую помехозащищенность. Недостаток: сложность интерпретации результатов.

**Пример реализации системы виброконтроля.** В качестве примера возьмем газоперекачивающий агрегат на базе газотурбинного двигателя, схематично изображенный на рис. 5.

Состав агрегатной подсистемы:

- агрегат (газотурбинный двигатель и нагнетатель)
- первичные преобразователи (датчики вибрации, тока, температуры, давления и т.п.)
- фазоотметчик
- согласующие усилители
- шкаф АСТД, в состав которого входит модуль сбора и цифровой обработки информации.

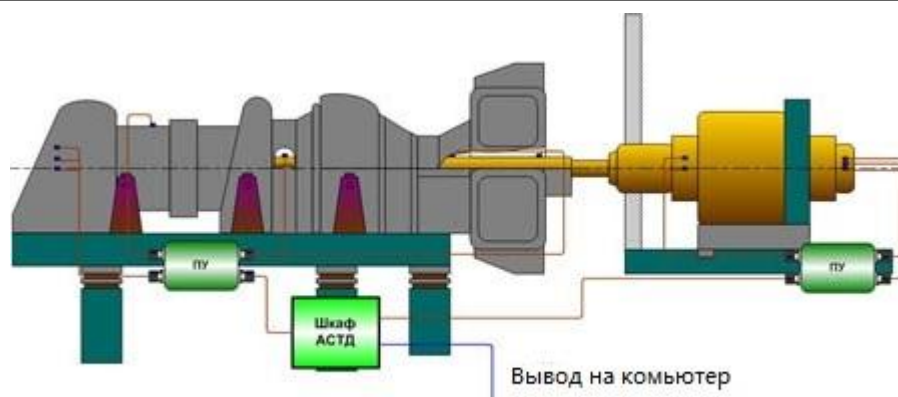


Рис. 5. Схема установки системы вибродиагностики на ГТД.

В качестве датчиков вибрации в системе могут использоваться корпусные зарядовые предупредительная и аварийная уставки. В случае превышения предупредительного уровня срабатывает аварийная сигнализация, информирующая персонал о необходимости принять меры. Если вибрации превысят аварийный уровень, агрегат может быть остановлен автоматически. В случае остановки агрегата есть возможность просмотреть информацию о состоянии агрегата непосредственно перед остановкой, функция «черного виброакселерометры и вихретоковые датчиковые системы. Все датчики через согласующие усилители подключаются к модулю сбора и обработки информации, установленному в шкаф АСТД. При необходимости можно контролировать и другие параметры (температура, давление, уровень, токи и т.п.). Блоки предварительных усилителей ПУ, в которые устанавливаются согласующие усилители, и датчики вибрации имеют взрывозащищенное исполнение.

Модуль сбора и обработки информации непрерывно (с интервалом не более 0.1 сек) собирает и обрабатывает (расчет и сравнение СКЗ с предельными установками по 16 спектральным полосам) сигнал со всех датчиков одновременно. Для каждой полосы канала настраиваются «ящика» (временной интервал «черного ящика» настраивается программно). Собранные данные отправляются в компьютер, где реализуется один из более точных методов анализа вибрации, для определения общего состояния системы и наличия в ней зарождающихся дефектов. Например, на установке ГТЭ-18 реализуется анализ спектра огибающей.

**Выводы.** Проведенный анализ методов вибродиагностики показал, что наиболее оптимальным для большинства систем, включающих в себя ротор, является метод спектрального анализа огибающей. Другие методы являются менее предпочтительными в силу их особенностей. Метод измерения общего уровня вибрации пригоден для использования в таких системах, которые не являются вибронегруженными, так как не позволяет произвести дефектовку подшипников до их выхода из оптимального рабочего состояния, но реализация данного метода требует минимального программного и материального обеспечения. Метод ударных импульсов точнее, однако и в реализации он требует больших затрат, чем предыдущий, при этом не имеет должной помехозащищенности и дает неверные сведения о работе подшипника при появлении нескольких крупных дефектов. Для высокооборотистых вибронегруженных машин возможно применение кепстрального анализа спектра вибраций, но у данного метода повышенные требования к вычислительной аппаратуре и программному обеспечению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы вибромониторинга [Электронный ресурс]. URL: [http://www.podshipnik.ru/analyst/6341/element\\_6342.html](http://www.podshipnik.ru/analyst/6341/element_6342.html)

2. Н.А. Баркова Оптимизация методов диагностики подшипников качения по высокочастотной вибрации // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования Выпуск 15 [сборник].
3. Метод ударных импульсов SPM для диагностики условий работы и состояния подшипников качения [Электронный ресурс]. URL: [http://prmech.ru/tech/library/vibro\\_spm\\_02/](http://prmech.ru/tech/library/vibro_spm_02/)
4. Браташ О.В., Калинов А.П Анализ методов вибродиагностики асинхронных двигателей // статья: Кременчугский государственный университет имени Михаила Остроградского.

## ОБ АВТОРАХ



**Сенюшкин Николай Сергеевич**, доцент каф. АТиТ, с.н.с. НИИ САПР-Д, Зам. Декана ФАДЭТ. Диплом инж. по авиац. двигателям и энер. уст. (УГАТУ, 2005). Канд. техн. наук по тепл., электроракент. двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2009).

e-mail: aviastar-ufa@mail.ru



**Лобов Дмитрий Дмитриевич**, студент 3-го курса направления «Двигатели летательных аппаратов», кафедры авиационной теплоэнергетики и теплотехники.

e-mail: dima1dima.9@gmail.com

УДК 621.357.681.5

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОГО ПОЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНЕМОСХЕМЫ

**Громова М. С., Мукаева В. Р.**

**Аннотация.** Разработана автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) электролитно-плазменного полирования (ЭПП), с использованием мнемосхемы. В основе мнемосхемы заложено управление графическими свойствами визуализируемого технологического оборудования и средств его контроля и управления. Использование мнемосхемы в составе АСУ ТП ЭПП позволяет наилучшим образом наглядно отображать протекание технологического процесса (ТП), предоставлять информацию о состоянии параметров процесса и привлекать внимание оператора к возможным отклонениям от штатных режимов функционирования ТП, что повышает комфортность и эффективность труда обслуживающего персонала.

**Ключевые слова:** электролитно-плазменное полирование (ЭПП); мнемосхема;

автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Метод электролитно-плазменного полирования (ЭПП) широко применяется для финишной обработки изделий из нержавеющей стали, медных и алюминиевых сплавов, титана, кремния в водных растворах солей. ЭПП является разновидностью электрохимического полирования, но в отличие от традиционного метода проводится при большом напряжении [1,2].

Для обеспечения соответствия результатов обработки современным требованиям качества необходима разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) ЭПП, например, с использованием мнемосхемы.

Эксперименты проводятся на автоматизированной установке для изучения процессов электролитно-плазменной обработки с управлением от персонального компьютера. Установка содержит два регулирующих стабилизатора источника постоянного напряжения (положительный 0-600 В и отрицательный 0 -200 В), автоматизированная система загрузки образца, электролизер, систему охлаждения/нагрева, насос и фильтр. Установка позволяет проводить процессы в режиме постоянного напряжения, импульсного в однополярном и биполярном режимах [3].

На рис. 1 представлен интерфейс управляющей программы технологического процесса ЭПП, разработанной в программной среде LabVIEW. На нем отображено большое количество данных, присутствует множество вкладок, что, в свою очередь, затрудняет восприятие информации и отслеживание протекания процесса ЭПП.

Данную проблему позволит разрешить разработка мнемосхемы.

Мнемосхема представляет собой наглядное графическое изображение функциональной схемы управляемого или контролируемого объекта. В основу построения мнемосхем заложен ряд принципов[4]:

1) Принцип лаконичности - мнемосхема должна быть простой, не должна содержать лишних, затемняющих элементов, а отображаемая информация должна быть четкой, конкретной и краткой, удобной для восприятия и дальнейшей переработки;

2) Принцип обобщения и унификации предусматривает требование, согласно которому надо выделять и использовать наиболее существенные особенности управляемых объектов, т.е. на мнемосхеме не следует применять элементы, обозначающие несущественные конструктивные особенности системы, а символы сходных объектов и процессов необходимо по возможности объединять и унифицировать;



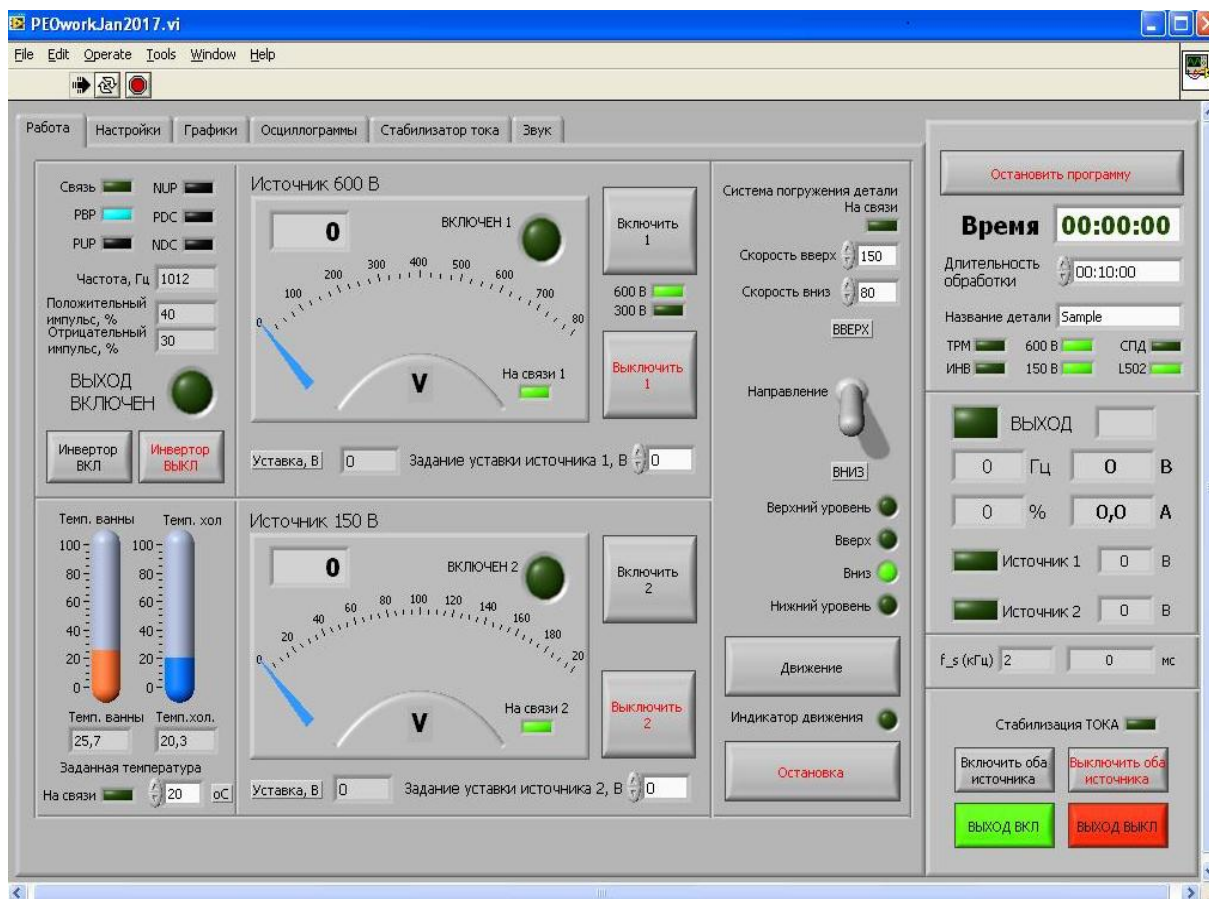


Рис.1 Интерфейс управляющей программы в программной среде LabVIEW.

3) Принцип акцента к элементам контроля и управления на мнемосхемах в первую очередь стоит выделять размерами, формами или цветом элементы, наиболее существенные для оценки состояния, принятия решений;

4) Принцип автономности предусматривает необходимость обособления друг от друга участков мнемосхемы, соответствующих автономно контролируемым и управляемым объектам и агрегатам. Эти обособленные участки должны быть четко отграничены от других и согласно принципу структурности должны иметь завершенную, легко запоминающуюся и отличающуюся от других структуру. Структура должна отражать характер объекта и его основные свойства;

5) Принцип пространственного соотнесения элементов контроля и управления расположение контрольно-измерительных и индикаторных приборов должно быть четко согласовано с расположением соответствующих им элементов управления, т.е. должен соблюдаться закон совместности стимула и реакции;

6) Принцип использования привычных ассоциаций и стереотипов предполагает применение на мнемосхемах таких условных обозначений параметров, которые ассоциируют с общепринятыми буквенными обозначениями этих параметров.

Опираясь на вышеперечисленные принципы и проанализировав ТП ЭПП, была разработана мнемосхема автоматизированной установки для изучения процессов электролитно-плазменной обработки с управлением от персонального компьютера (ПК).

На рис. 2 представлен интерфейс управляющей программы с интегрированной мнемосхемой. На котором показаны: электролитическая ванна 1 с трубчатым электронагревателем 2, гидросистемой теплообмена 3 и фильтрации 4; автоматизированная система погружки детали (АСПД) 5; источники питания (600 В и 150 В) 6, 7 соответственно; инвертор 8; графические данные в ходе обработки отображаются на дисплее 9. Мнемосхема разработана в программной среде LabVIEW.

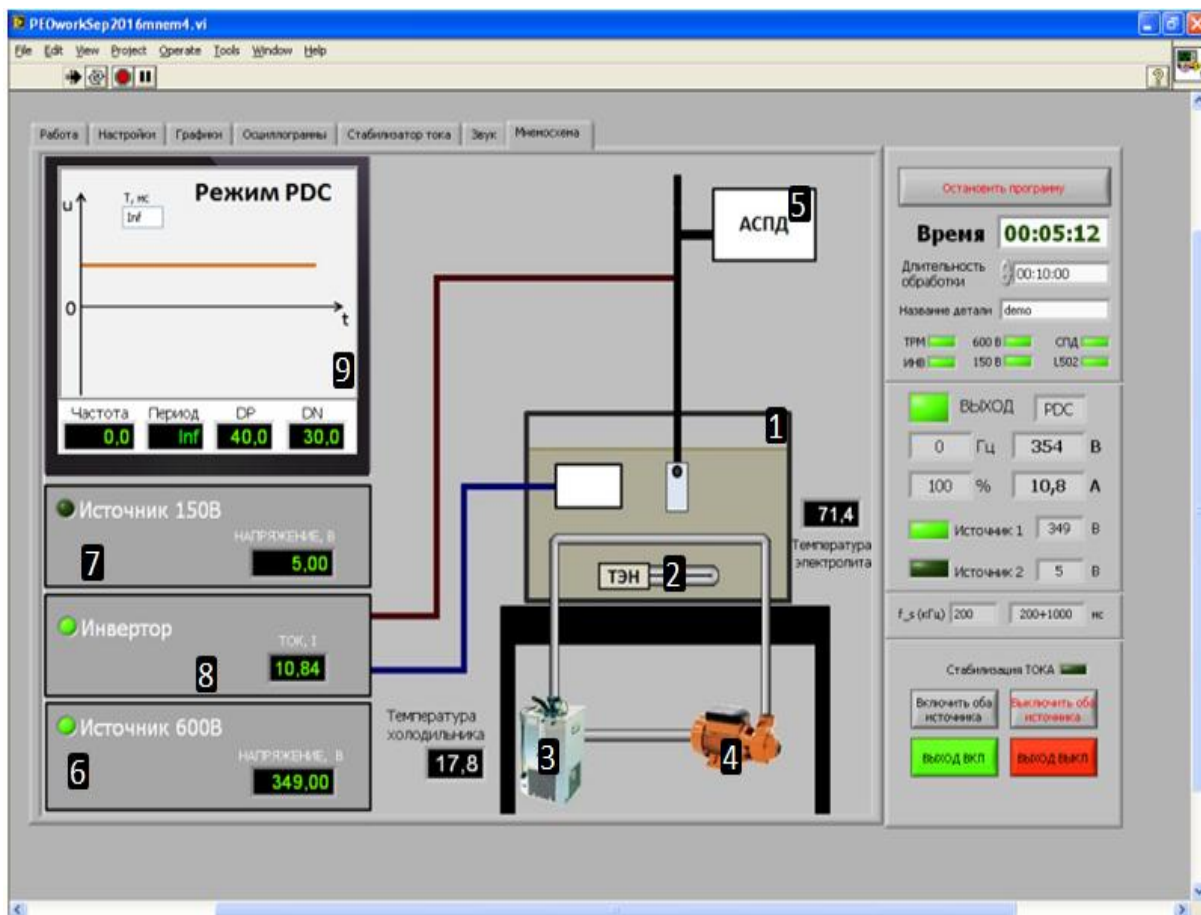


Рис.2 Интерфейс управляющей программы с интегрированной мнемосхемой

Мнемосхема используется для контроля и управления реальным объектом и отображает протекание процесса ЭП в времени. В ее основе заложено управление графическими свойствами визуализируемого технологического оборудования и средств его контроля и управления. Мнемосхема не только предоставляет информацию о значениях технологических параметров (напряжение, ток, температура холодильника и электролита и др.), но и визуализирует картину происходящих процессов с помощью анимации (включение/отключение источников питания, инвертора, насоса, системы охлаждения и нагрева, положение заготовки, вывод на дисплей графиков протекающих процессов).

Таким образом, использование мнемосхемы в составе АСУ ТП ЭП позволяет наилучшим образом наглядно отображать протекание технологического процесса (ТП), предоставлять информацию о состоянии параметров процесса и привлекать внимание оператора к возможным отклонениям от штатных режимов функционирования ТП, что повышает комфортность и эффективность труда обслуживающего персонала.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Белкин П.Н.** Электрохимико-термическая обработка металлов и сплавов / М.: Мир, 2005. – 336 с.
2. **Куликов И. С., Ващенко С. В., Жаменев А. Я.** Электролитно-плазменная обработка материалов / Минск: Беларуская наука, 2010. – 232 с.
3. **Парфенов Е. В., Фаррахов Р. Г., Мукаева В. Р., Горбатков М. В., Мелемчук И. А., Стоцкий А. Г., Чернейкина Я. В.** Автоматизированная технологическая установка для исследования электролитно-плазменных процессов // Вестник УГАТУ. – 2016. – Т.20 – №4(74). – С.23-31.

4. **Смоляров А.М.** Системы отображения информации и инженерная психология. - М.: Высш. шк., 1982.

## ОБ АВТОРАХ



**Громова Марина Сергеевна**, м-р в обл. автоматизации тех. процессов и производств. Бакалавр по автоматизации тех. процессов и производств (УГАТУ, 2015)

e-mail: [gromova\\_marina\\_93@list.ru](mailto:gromova_marina_93@list.ru)



**Мукаева Вета Робертовна**, старший науч. сотрудник, каф. теор. основ электротехн. М-р в обл. инф. измерит. техники и технологий (УГАТУ, 2011), Канд. техн. наук по автомат. и упр. технол. проц. и произв. (УГАТУ, 2014). Иссл. в обл. диагностики и моделирования технол. процессов.

e-mail: [veta\\_mr@mail.ru](mailto:veta_mr@mail.ru)

УДК 658.5

## ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

**Мирсояпова А. Р., Абдулнагимов А. И.**

**Аннотация.** В работе рассматривается процесс принятия решений в условиях риска на основе аналитических сетей, где описывается структура иерархической сетевой модели риска и поэтапная процедура вычисления векторов принятия решений. Рассматривается пример применения метода аналитических сетей в условиях риска.

**Ключевые слова:** риск; принятие решений; метод анализа иерархий; метод аналитических сетей; суперматрица.

В связи с возникшей мировой экономической ситуацией, процесс принятия и выполнения управленческих решений становится одним из важнейших процессов управления предприятием. Активное изучение методов управления рисками началось после второй мировой войны и продолжается уже более 70 лет. Основу теории управления рисками положили ученые, которые разработали методы решения определенных типов проблем, связанных с возникающими рисками в промышленном и коммерческом мире [1].

В 2009 году Международная Организация по Стандартизации выпускает стандарт ISO 31000 – 1000, в котором дается определение термина, как влияние неопределенности на цели. В связи с этим был создан ряд международных стандартов по управлению рисками AIRMIC, ALARM, IRM: 2002, ISO/DIS 31000, PMI, AS/NZS 4360: 2004, «Enterprise Risk Management – Integrated Framework» - COSO 2004 и др.), на государственном уровне был введен ряд документов по управлению рисками (в США – закон Сарбейнса – Оксли; в Российской Федерации – государственный стандарт по управлению рисками

(ГОСТ Р 51897 – 2011)) [2]. В 2003 году Общества актуарных исследований в области страхования от случайных происшествий (CAS), определило концепцию управление рисками предприятия (ERM) как дисциплину с помощью, которой организация, относящаяся к любой отрасли, оценивает структуру управления, финансовую структуру и возможные риски на основании информации поступающей из всех возможных источников, для увеличения краткосрочной и долгосрочной ценности. В основе данной концепции лежит утверждение, что целью каждой организации является максимизация прибыли. Так же стоит учитывать, что все организации в процессе хозяйственной деятельности сталкиваются с неопределенностью, и задачей руководства является определить, объем неопределенности, который сможет принять на себя организация.

В настоящее время большинство крупных компаний в России развивают методы и инструменты управления рисками. На современный российский рынок методы управления рисками пришли в качестве требований от иностранных компаний, являющихся инвесторами или партнерами при реализации различных проектов. Управление рисками получило широкое распространение в предприятиях нефтегазовой, транспортной, строительной отраслей, финансовом и банковском секторах. Примерами таких компаний служат Лукойл, Газпром и другие. В большинстве компаний введены внутренние стандарты организаций по управлению рисками [3].

### Метод аналитических сетей

В работе предлагается использовать метод аналитических сетей (МАС) для принятия решений на предприятии в условиях риска. На рис. 1 представлена структура иерархической сетевой модели риска, где свойства системы влияют на состояние системы, а в свою очередь состояние системы влияет само на себя, на свойства системы и риски.

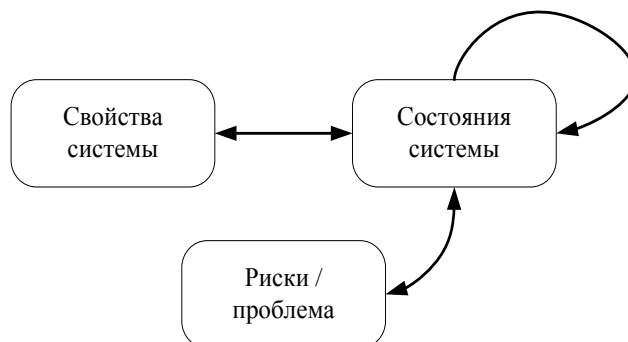


Рис. 1 Структура иерархической сетевой модели риска

Стрелки обозначают вклад либо влияние на элементы компонента (например, состояний) в элементы этого же или другого компонента (например, в свойства). Все элементы сравниваются между собой, т.е. в рассматриваемой паре определяется элемент, оказывающий большее воздействие. Эксперты сравнивают элементы, отвечая на вопросы: на какой из двух сравниваемых элементов внешний элемент влияет сильнее? Преимуществом МАС является то, что вопросы, задаваемые экспертам, недвусмысленны и хорошо понятны.

После составления структуры модели проводится расчет по каждому парам компонентов для получения локальных приоритетов по известной процедуре:

- 1) проводится оценка компонентов собственного вектора каждого состояния (формула 1):

$$y_i = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^N a_{ij}} ; \quad (1)$$

где  $\alpha_{ij}$  – значение приоритетов состояний, обычно для экспертной оценки принято

использовать шкалу предпочтений от 0 до 9.

- 2) проводится нормализация оценок, которая показывает вклад каждого состояния в решении проблемы (формула 2):

$$y_{in} = \frac{y_i}{\sum_{i=1}^N y_i}; \quad (2)$$

где  $y_{in}$  – нормализованный коэффициент значимости, показывающий вклад каждого состояния в решении проблемы;

- 3) оценка согласованности матрицы (формула 3, 4):

$$y_{\max} = \sum_{i=1}^N \lambda_i; \quad (3)$$

$$\lambda_i = \sum_{i=1}^N a_{ij} * y_i; \quad (4)$$

где  $\alpha_{ij}$  – сумма каждого состояния по столбцу,  $y_{in}$  – нормализованный вектор каждого состояния;

- 4) вычисление максимального собственного числа матрицы (формула 5):

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^N \lambda_i \Rightarrow \lambda_{\max}; \quad (5)$$

- 5) вычисление индекса согласованности (формула 6):

$$ИС = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}; \quad (6)$$

где  $n$  – количество состояний;

- 6) вычисление оценки согласованности (ИС) (формула 7):

$$ОС = ИС / СС; \quad (7)$$

где СС - случайная согласованность;

Таблица 1

Значения случайной согласованности (СС)

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
СС	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Процедура вычисления глобальных приоритетов сводится к построению суперматрицы, в столбцы которой записываются локальные векторы приоритетов и представляется в следующем виде (рис. 2).

$$\begin{array}{l} \text{Риски/проблема} \\ \text{Состояния} \\ \text{Свойства} \end{array} \left\| \begin{array}{ccc} \text{Риски/проблема} & \text{Состояния} & \text{Свойства} \\ 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & I \end{array} \right\|$$

Рис. 2. Суперматрица

$W_{21}$  и  $W_{32}$  – матрицы-блоки. Фактически  $W_{21}$  – это вектор, который представляет воздействие рисков/проблемы на состояния системы, а  $W_{32}$  – матрица, содержащая

приоритеты воздействия состояний системы на каждую из свойств системы.  $W$  называется суперматрицей, потому что ее элементами являются матрицы. Если критерии зависят друг от друг, то матрица  $W_{22}$  будет ненулевой.

Возведение суперматрицы в предельные целочисленные степени дает оценку совокупного (нелинейного) влияния каждого элемента на все остальные элементы, с которыми он взаимодействует.

Предельные приоритеты можно получить из решения задачи о собственном значении (формула 8).

$$\begin{vmatrix} 0 & \alpha_1 W_{12} \\ W_{21} & \alpha_2 W_{22} \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} w_1 \\ w_2 \end{vmatrix}; \quad (8)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$  – весовые коэффициенты;

Решением задачи является вектор, содержащий компоненты (формула 9).

$$w_2 = \left[ \lim_{k \rightarrow \infty} (\alpha_1 W_{21} W_{12} + \alpha_2 W_{22})^k \right] e; \quad (9)$$

где  $e = (1, \dots, 1)^T$ , и  $w_1 = \alpha_1 W_{12} w_2$ ;

### Применение МАС на практике

В работе рассматривается задача с определенными состояниями и свойствами системы. Суть задачи в том, что необходимо составить модель риска и принять решение о продолжении или прекращении деятельности предприятия при определенных финансовых состояниях. Экспертно были определены следующие состояния системы: абсолютная финансовая устойчивость, нормальная финансовая устойчивость, неустойчивое финансовое состояние и критическое финансовое состояние. Показатели работы предприятия (свойства системы) известны: собственный капитал (СК), страховые резервы (СР), кредиторская задолженность (КЗ), ценовая политика (ЦП) и инфляция (И). Все полученные результаты сводятся в суперматрицу, которая принимает вид (таблица 2):

Таблица 2

Суперматрица взаимовлияния свойств системы на состояния

		Состояния системы				Свойства				
		абс	норм	неус	крит	СК	СР	КЗ	ЦП	И
Состояния	абс	0	0	0	0	0,22	0,04	0,04	0,04	0,04
	норм	0	0	0	0	0,18	0,04	0,04	0,04	0,04
	неус	0	0	0	0	0,05	0,12	0,12	0,1	0,11
	крит	0	0	0	0	0,03	0,3	0,3	0,31	0,31
Свойства	СК	0,01	0,04	0,02	0,02	0	0,02	0,01	0,01	0,01
	СР	0,14	0,04	0,22	0,12	0,01	0,02	0,11	0,06	0,03
	КЗ	0,07	0,04	0,26	0,41	0,04	0,02	0,13	0,2	0,05
	ЦП	0,22	0,2	0,22	0,2	0,11	0,1	0,11	0,1	0,1
	И	0,68	0,69	0,26	0,24	0,34	0,34	0,13	0,12	0,3

При выбранных  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  ( $\alpha_1 = \alpha_2 = 0,5$ ), получим:

$$w_1 = \{0,016; 0,078; 0,173; 0,141; 0,259\};$$

$$w_2 = \{0,029; 0,018; 0,074; 0,202\};$$

Для определения риска на последнем этапе необходимо перемножить соответствующий вектор весовых коэффициентов на матрицу риски/проблема.

После всех необходимых вычислений получаем результат о необходимости прекращения деятельности предприятия, т.к. приоритет прекращения деятельности предприятия (П) больше приоритета продолжения (НП) –  $P=0,8$ ;  $NP=0,2$ .

После проведенного изучения и анализа метода аналитических сетей можно сделать вывод, что он также является оптимальным инструментом для принятия решений на предприятии в условиях риска.

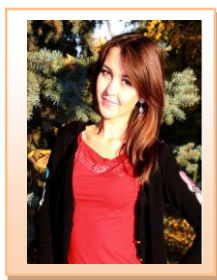
### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О принятии решений [Электронный ресурс]: процесс принятия и реализации управленческих решений – Режим доступа: <http://quality.eup.ru/MATERIALY3/ppur.htm>. (20.01.2017)

2. История управления рисками [Электронный ресурс]: история развития практики и исследований в области управления рисками – Режим доступа: <http://moluch.ru/archive/79/13887/>. (19.01.2017)

3. Андрейчиков, А. В. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимо-стях и обратных связях: Аналитические сети: учебник / Пер. с англ. / Науч. ред. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

### ОБ АВТОРАХ



**Мирсояпова Алина Радиковна**, магистр кафедры автоматизированных систем управления УГАТУ, дипл. бакалавра по прикладной информатике (УГАТУ, 2015). Иссл. в обл. информационных технологий и реинжиниринга бизнес-процессов.

e-mail: [mirsoyapova\\_alin@mail.ru](mailto:mirsoyapova_alin@mail.ru)



**Абдулнагимов Ансаф Ирекович**, доц. каф. автоматизированных систем управления УГАТУ, дипл. бакалавра техн. и технол. (УГАТУ, 2005), дипл. магистра техн. и технол. (УГАТУ, 2007), канд. техн. наук по сист. анализу и управлению (УГАТУ, 2012). Иссл. в обл. управления, контроля и диагностики сложных динамическими систем, информационных технологий, принятия решений в условиях неопределенности.

e-mail: [abdunagimov@gmail.com](mailto:abdunagimov@gmail.com)

УДК (004.023)

### СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ПРОИЗВОДСТВА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Симонов И. С.

**Аннотация.** Рассматривается формальный подход к исследованию стратегических карт на основе аппарата схем сопряжения. Предлагаемый подход создает основу для сравнительного анализа альтернатив стратегических карт, а также выделения нового класса задач, связанных с прогнозированием последствий ошибок и сбоев, возникающих при реализации компонентов стратегической карты.

**Ключевые слова:** стратегическая карта; структурный анализ; схема сопряжения; формализация; граф; матрица смежности.

Стратегическая карта – это один из широко используемых инструментов информационной поддержки стратегического управления производством сложных технических систем ответственного назначения.

Создание стратегической карты – важный шаг для определения перспектив и целей и показателей, а также выявления причинно-следственных связей между ними. Стратегическая карта позволяет донести до каждого сотрудника отдельного подразделения организации их роль в реализации стратегии.

Стратегическая карта является основой для развития любой организации. Для того чтобы достичь стратегическую цель организации необходимо плодотворно работать и совершенствоваться в различных направлениях.

В настоящее время в соответствующих литературных источниках приведено описание большого количества стратегических карт, которые обеспечивают развитие разным организациям в различных сферах деятельности [1]. Ввиду того, что в известной литературе не рассматривается задача сравнительного анализа альтернатив стратегических карт, составляющие основу деятельности организации, выдвигается важная задача разработки методов сравнительного анализа альтернативных вариантов стратегических карт. Важность такой задачи обусловлена тем, что любая стратегическая карта представляет собой отображение субъективного понимания проблемной ситуации экспертов, участвующих в ее разработке.

Разработка формальных процедур анализа стратегических карт создает базу для сравнения альтернативных вариантов стратегических карт. Разработка таких процедур осложняется тем, что сложно получить универсальную методику оценки стратегических карт, так как каждая карта по-своему уникальна. Использование формальных процедур анализа стратегических карт позволит повысить объективность результатов сравнительного анализа и, как следствие, обоснованность стратегических решений.

Особенностью решения задачи сравнительного анализа является высокая степень неопределенности относительно внешней и внутренней сред реализации стратегии.

В настоящей статье рассматриваются формальные процедуры исследования стратегической карты на основе аппарата схем сопряжения.

## **ОПИСАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ОСНОВЕ АППАРАТА СХЕМ СОПРЯЖЕНИЯ**

Стратегическая карта представляет собой взаимосвязанную совокупность целей, ассоциированных с разными точками зрения на организацию [1]: финансы; клиенты; внутренние бизнес-процессы; персонал и развитие.

Для прогноза последствий, в случае возникновения разного рода отказов и сбоев в компонентах стратегической карты, необходимо иметь модель причинно-следственных связей компонентов карты. Основанием для построения таких моделей может служить схема сопряжения. Аппарат схем сопряжения широко используется для анализа свойств технических систем [2], однако до настоящего времени не описаны формальные приемы анализа качества стратегических карт на основе схем сопряжения. Поэтому представляет интерес адаптация аппарата схем сопряжения применительно к стратегическим картам целей.

Рассмотрим каждую компоненту стратегической карты как элемент, имеющий входы и выходы. На каждый вход в любой момент времени входной сигнал  $x(t)$ , имеющий



компоненты («элементарные сигналы»)  $x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t)$ . На выходе элемента формируются элементарные выходные сигналы  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_r(t)$ . Иными словами, стратегическая карта представляется как совокупность элементов, обменивающихся сигналами. Математической моделью элемента  $C_j$ , используемой для формального описания сопряжения его с другими элементами стратегической карты и с внешней средой, является пара множеств  $[X_i^{(j)}]_1^m; [Y_l^{(j)}]_1^r$  (описание элементов выполнено в нотации, предложенной в [2]). Соблюдения базового условия, состоящее в том, что к входящему контакту любого элемента  $C_j$  подключается не более чем один элементарный канал, в то время как к выходящему контакту может быть подключено любое конечное число элементарных каналов, что позволяет сформировать однозначные операторы сопряжения (1), с областью определения в множестве (2) и областью значений в множестве (3) и оператор сопряжения  $R$  представляют схему сопряжения:

$$Y_l^{(k)} = R(X_i^{(j)}); \quad (1)$$

$$\cup_{j=0}^N [X_i^{(j)}]_1^{m_j}; \quad (2)$$

$$\cup_{j=0}^N [Y_l^{(k)}]_1^{r_j}. \quad (3)$$

Одной из форм оператора сопряжения является матрица смежности ориентированных графов [2], вершинами которого являются контакты, а ребрами – элементарные каналы. Это делает возможным использование аппарата теории графов для исследования стратегических карт.

В качестве примера использования аппарата схем сопряжения, применительно к стратегическим картам, рассмотрим фрагмент стратегической карты, представленный на рисунке 1 (фрагмент соответствует стратегической карте предприятия, выпускающего сложные технические системы). Входами для данного фрагмента являются переменные  $x_1, x_2, x_3$ , а выходами –  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ .



Рис. 1. – Фрагмент стратегической карты

Описание содержания некоторых компонентов стратегической карты представлено в таблице 1.

Таблица 1

Описание компонентов

Наименование компонента в карте	Код	Содержание компоненты стратегической карты
Развитие системы менеджмента качества и непрерывное совершенствование	ВП1	Цель ориентирована на повышение эффективности бизнес-процессов на предприятиях в соответствии с принципами бережливого производства на производственных площадках, а также обеспечение оптимальной логистики в рамках кооперации и техперевооружения и интеграции СМК предприятий.
Эффективная система кооперации, специализации и техперевооружения	ВП3	Цель направлена на развитие внутригрупповой кооперации предприятий в части реорганизации производственных процессов на площадках в виде создания центров специализации и передачи производства деталей и узлов по кооперации соответствующим центрам при сокращении дублирующих производственных мощностей, и централизации внедрения новых технологий для обеспечения инвестиционной эффективности.
Эффективное управление поставщиками	ВП7	Разработка и внедрение системы управления поставщиками, направленной на повышение эффективности системы договорных отношений, а также поиск, оценку, контроль и развитие поставщиков для обеспечения необходимой доли аутсорсинга.

Каждое отношение компонентов характеризуется множеством признаков (атрибутов). Рассматриваемому примеру соответствуют отношения и атрибуты, описание части которых представлено в таблице 2.

Таблица 2

## Атрибуты и отношения

Отношение	Содержание отношения	Множество атрибутов
ВП1-ВП3	описание ожидаемых результатов	<требования к результатам>
	описание сроков выполнения работ	<требования к срокам>
	описание порядка приема результатов	<требования к процедуре приема результатов>
X1-ВП1	описание необходимого уровня квалификации персонала	<требования к персоналу>
X2-ВП2	описание системы производственного учета	<требования к системе производственного учета>
X3-ВП6	описание необходимого уровня оптимизации структуры компании	<требования к уровню оптимизации структуры компании>
ВП7-У1	описание необходимого уровня конкурентноспособности	<требования к уровню конкурентноспособности>
ВП7-У2	описание взаимодействия с поставщиками	<требования к взаимодействию с поставщиками>
ВП8-У3	описание предоставляемых услуг сервиса и ремонта	<требования к предоставляемым услугам сервиса и ремонта>
ВП8-У4	описание необходимого уровня обособления групп/цехов	<требования к обособлению групп/цехов >
ВП8-У5	описание необходимого уровня специализации групп/цехов	<требования к специализации групп/цехов>

С учетом атрибутов, соответствующих каждому из отношений, фрагменту стратегической карты, представленному на рисунке 1, можно поставить в соответствие схему сопряжения, представленную на рисунке 2.

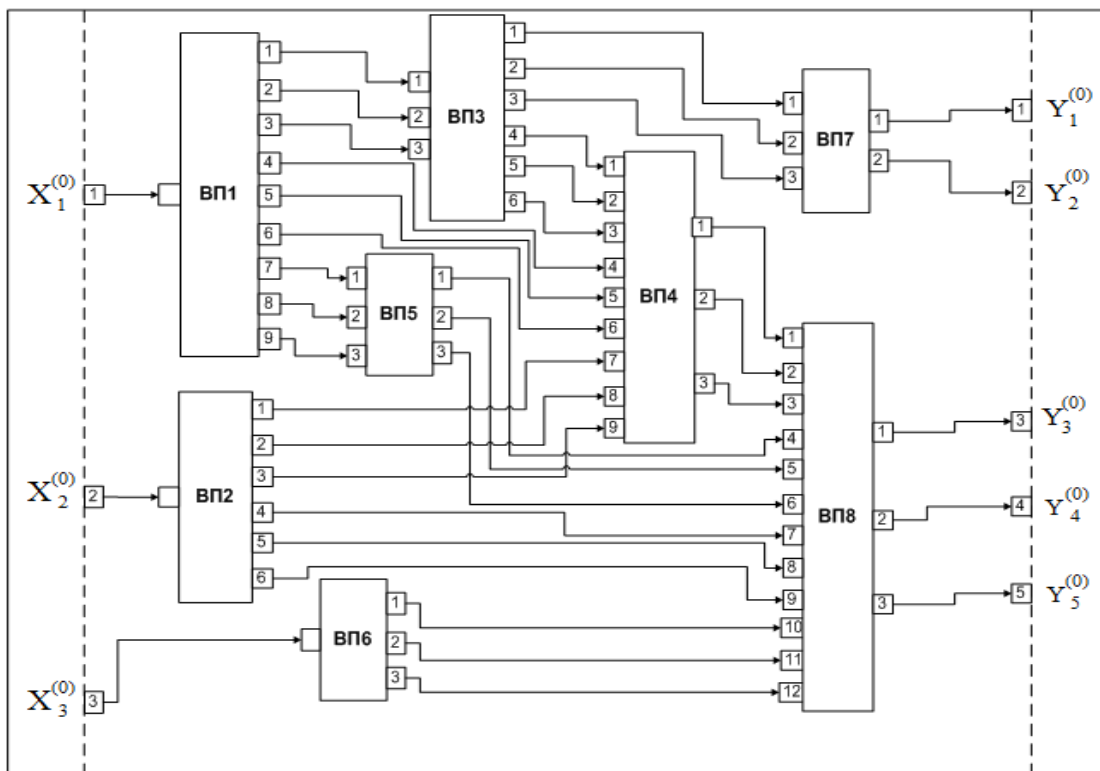


Рис. 2. – Схема сопряжения, соответствующая фрагменту стратегической карты

Оператор сопряжения можно задать в виде таблицы (таблица 3), в которой на пересечении строк с номерами элементов  $j$  и столбцов с номерами контактов  $i$  располагаются пары чисел  $(k, l)$ , указывающие номер элемента  $k$  и номер контакта  $l$ , с которым соединен контакт  $X_i^{(j)}$ .

Таблица 3

Оператор сопряжения

$j \backslash i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	7,1	7,2	8,1	8,2	8,3							
1	0,1											
2	0,2											
3	1,1	1,2	1,3									
4	3,4	3,5	3,6	1,4	1,5	1,6	2,1	2,2	2,3			
5	1,7	1,8	1,9									
6	0,3											
7	3,1	3,2	3,3									
8	4,1	4,2	4,3	5,1	5,2	5,3	2,4	2,5	2,6	6,1	6,2	6,3

Если столбцы и строки такой таблицы пронумеровать двойными индексами  $(j, i)$  и  $(k, l)$  соответственно, а на пересечениях помещать 1 для контактов  $X_i^{(j)}$  и  $Y_l^{(k)}$ , соединенных элементарным каналом, и ноль в противном случае, то получится матрица смежности ориентированных графов, вершинами которой являются контакты, а ребрами – элементы.

Фрагмент матрицы смежности, соответствующий схеме сопряжения на рисунке 2, представлен в таблице 4.

Таблица 4

Фрагмент матрицы смежности ориентированного графа

		$j, i$														
		7,1	7,2	7,3	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	8,10	8,11	8,12
$k, l$	3,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Формальное преобразование стратегической карты к виду матрицы смежности делает возможным в дальнейшем использовать для исследования её свойств аппарат теории графов. А именно, позволяет поставить в соответствие метрические характеристики, что в свою очередь создает предпосылки для сравнительного анализа различных (альтернативных) вариантов стратегических карт на основе количественных показателей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию: пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 1986.
2. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Изд. 2-е, М.: Наука, 1978.
3. Нивен П. «Сбалансированная система показателей: шаг за шагом: максимальное повышение эффективности и закрепление полученных результатов: пер. с англ. Днепропетровск: Баланс бизнес букс, 2004.
4. Хервик Ф., Вальтер Ш. Сбалансированная система показателей: руководство по внедрению: пер. с англ. М.: Омега-Л, 2006.
5. Касти Дж. Большие системы: связность, сложность, катастрофы: пер. с англ. М.: Мир, 1982.
6. Черкесов Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов: учебное пособие. М. и др.: Питер, 2005.
7. Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. Технология системного моделирования. М.: Машиностроение; Берлин: Техника, 1988.

#### ОБ АВТОРАХ



**Симонов Илья Сергеевич**, магистрант каф. технической кибернетики УГАТУ, бакалавр по направлению «Информатика и вычислительная техника» (УГАТУ, 2015).

e-mail: [ilyasimonow@gmail.com](mailto:ilyasimonow@gmail.com)

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЧЕТА ПРОСРОЧЕННЫХ ДОГОВОРОВ С ЗАКАЗЧИКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ «ИСКРА-ПРО»

Чебаева О. П.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрена деятельность компании ООО «Искра-Про». Описывается необходимость проектирования отчета в системе 1С с целью сокращения времени обработки и получения оперативных данных для принятия решений для главного бухгалтера предприятия.

**Ключевые слова:** автоматизация процесса; ИТС; 1С: Предприятие; создание сложных отчетов; схема компоновки данных (СКД).

Компания ООО «Искра-Про» является сертифицированным партнером фирмы «1С» и оказывает профессиональные услуги по внедрению и сопровождению информационных систем на базе «1С:Предприятие»: программирование, настройка, перенос данных, обновление, обучение и консультирование. На сегодняшний день в сеть «1С» входит около 2300 компаний. 1С франчайзинг не имеет схожих аналогов в России и возглавляет число самых известных в России франшиз. Программный продукт «1С:Предприятие» на сегодняшний день считается стандартом своего рода систем, применяемых в России. Она предоставляет мелким и крупным фирмам, предприятиям и учреждениям множество способов ведения автоматизированного учета, в независимости от их вида деятельности и формы собственности, с разной степенью сложности учета. Программные продукты 1С позволяют осуществить эффективный бухгалтерский, кадровый, складской и производственный учет, расчет заработной платы и др. Наиболее популярными модульными решениями системы 1С являются бухгалтерия, управление торговлей, кадровый учёт и управление производственным предприятием(УПП).

Одним из первенствующих направлений функционирования фирмы «Искра-Про» является регулярное сопровождение и обслуживание программных продуктов и внедрение сервисов 1С. Дерево продуктов и услуг компании представлено на рис. 1.

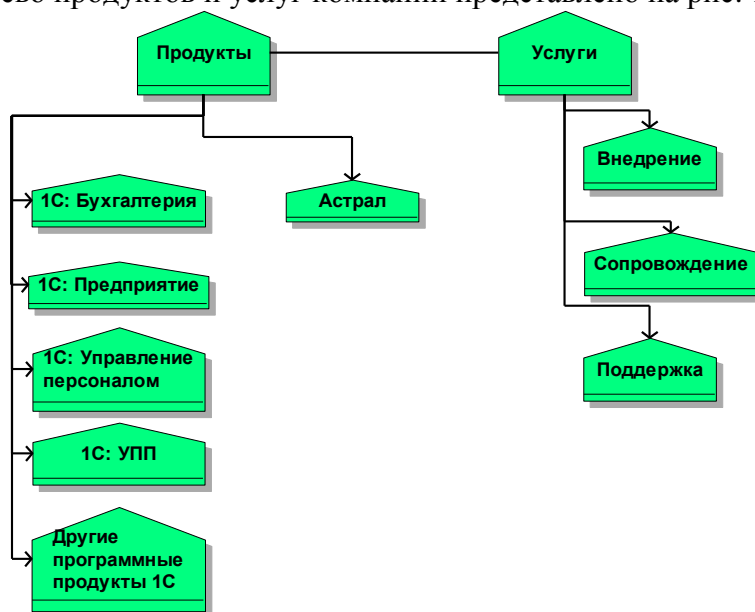


Рис. 1 Дерево продуктов и услуг

В штате компании числится около 40 человек, и все они успешные специалисты по программным продуктам 1С, консультанты, разработчики и руководители проектов (рис. 2). Система менеджмента компании «Искра-Про» соответствует международному

стандарту качества ISO 9001:2008.



Рис. 2 Организационная структура ООО "Искра-Про"

В ходе анализа деятельности данного предприятия было обнаружено, что в работе главного бухгалтера необходимо автоматизировать процесс учёта расчетов с заказчиками, а конкретнее учета просроченных договоров информационно-технологического сопровождения (ИТС) с клиентами, поскольку таким образом, как на данный момент выполняются проводки, тяжело отслеживать состояние счета каждого должника.

Информационно-технологическое сопровождение (ИТС) – это такая комплексная поддержка, которую компания «1С» и компаньоны предлагают пользователям программ «1С:Предприятие». Для клиентов, которые заключили договор информационно-технологического сопровождения (ИТС) с компанией «Искра-Про», предоставляются сервисы, позволяющие иметь работоспособную учетную систему и непрерывную консультацию сертифицированных профессионалов. Среди таких сервисов: 1С:обновление программ, 1С-Бухфон, 1С-Линк, 1С-Отчетность, 1С-Контрагент, 1С-ЭДО, 1С-Лекторий, 1С-Подпись и другие сервисы, включающие облачные сервисы и консультации экспертов 1С. Помимо подключений сервисов, при заключении договора клиент получает журнал последних обновлений программы с описанием новых возможностей и диск со справочным ресурсом.

Особенность предоставления компанией услуги информационно-технологического сопровождения заключается в том, что договор заключается с клиентом сроком на 1 год, а при дальнейшем продлении договора, клиенту необходимо своевременно продлить договор и внести сумму, иначе на него будут возложены штрафные санкции. При таком подходе, клиенту выгодно иметь непрерывную поддержку и экономить свои средства, а у компании всегда будет клиент. Однако данный процесс необходимо автоматизировать, поскольку бухгалтеру тяжело отслеживать состояния договоров с каждым клиентом, а также подсчитывать стоимость продления договора с учетом штрафных санкций, если договор не был продлен вовремя. Сложность заключается ещё и в том, что штрафные санкции рассчитываются с учетом не календарных, а рабочих дней. На рис. 3 выделен фрагмент, на котором изображены бизнес-процессы контроля сроков оплаты договора ИТС, подлежащие автоматизации.

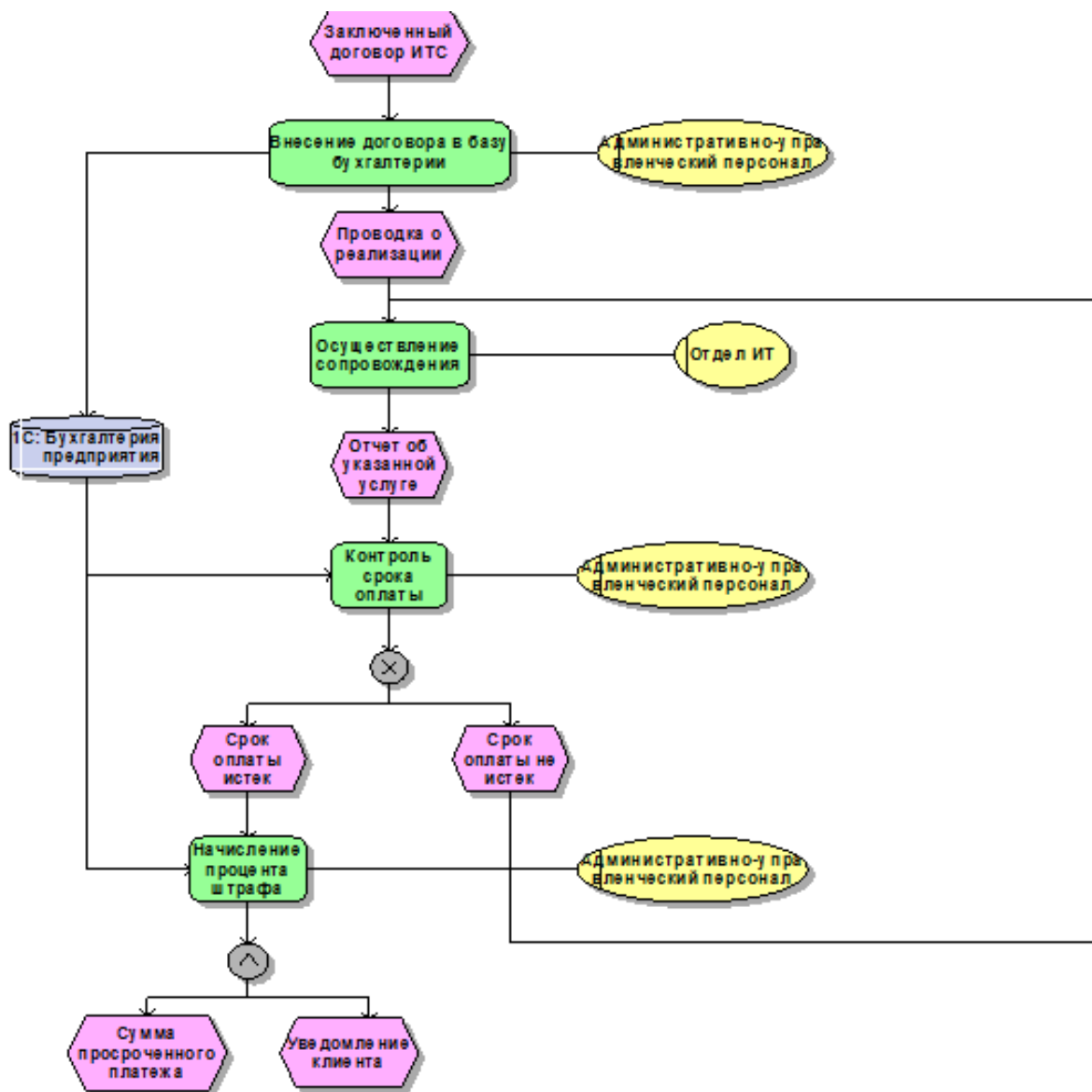


Рис. 3 Диаграмма EPC контроля срока оплаты

Поскольку вручную контролировать эти процессы не рационально, то необходимо устранить рутинную проверку договоров с клиентами путём автоматизации учета просроченных платежей.

Решением этой проблемы, на мой взгляд, может быть внешний отчет, разработанный с помощью схемы компоновки данных в конфигураторе платформы «1С: Предприятие», на базе конфигурации «1С: Бухгалтерия Предприятия». Такой отчет должен будет выводить информацию об оплате услуг в определенный период по всем договорам заказчиков, с учетом даты оформления договора, стоимостью оказанной услуги, даты оплаты, количеством дней просрочки платежа (с учетом того, что в расчет берутся только рабочие дни). Это будет внешний отчет, который будет показывать по какому договору сколько дней просрочено. Данная автоматизация необходима для улучшения показателей качества обработки информации, т.е. для сокращения времени обработки и получения оперативных данных для принятия решений. Разработанный отчет позволит главному бухгалтеру экономить время и оптимизировать процесс учета просроченных платежей.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. 1С: Франчайзи - ООО Искра-Про - Уфа [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://iskrapro.ru] – 25.07.2016
2. Хочу знать 1С. Онлайн обучение 1С [электронный ресурс]. Режим доступа: [http://howknow1c.ru/programmirovanie-1c/skd-1s.html] – 04.08.2016
3. Хрусталева Е.Ю., Разработка сложных отчетов в 1С: Предприятии 8. Схема компоновки данных. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2008

**ОБ АВТОРЕ**

**Чебаева Ольга Петровна**, студент 4 курса каф. экон. информатики УГАТУ.

e-mail: [olyachebaeva@mail.ru](mailto:olyachebaeva@mail.ru)

УДК 621.3.083

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ УСТЬЕВОГО ШТОКА СКВАЖИННЫХ ШТАНГОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК И ИХ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

**Бикбулатов Р. И., Тимофеев А. О., Усов Н. А., Ясовеев В. Х.**

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос измерения линейного перемещения устьевого штока при помощи датчиков перемещения, выполненного на основе интегрального акселерометра и гироскопа. Показана реализация первичных преобразователей и их основные характеристики. Проведен сравнительный анализ исходя из полученных графиков.

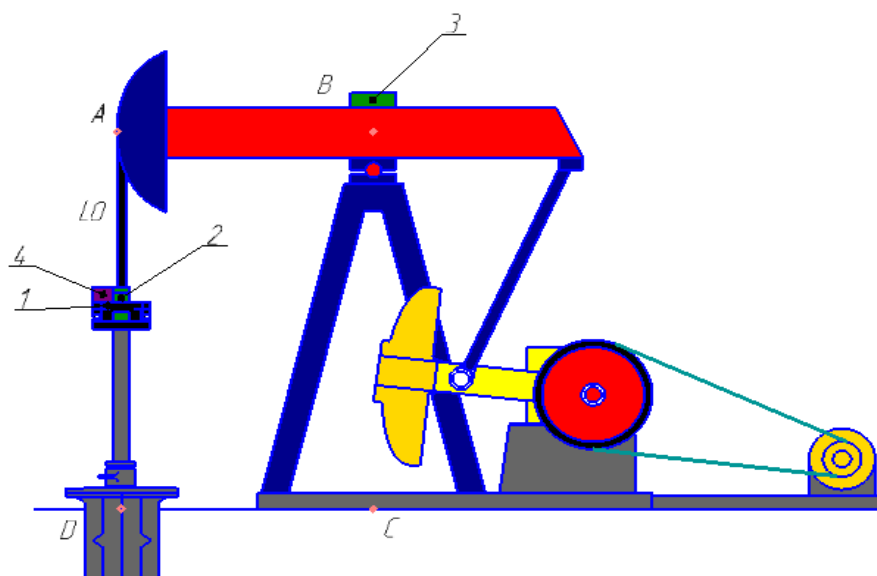
**Ключевые слова:** датчик перемещения; устьевой шток; скважинная штанговая насосная установка.

Одним из главных компонентов автоматизации процесса нефтедобычи является техническая диагностика состояния скважинных штанговых насосных установок (СШНУ). Суть диагностики заключается в получении параметров текущего состояния СШНУ и их сравнения с эталонными значениями.

При проведении диагностики скважинных штанговых насосных установок необходимо построение ваттметрограмм и динамограмм, а необходимым условием для их построения является определение параметров движения устьевого штока СШНУ. При оценке перемещения штока необходимо учитывать внешний шум, и вводить дополнительные программно-аппаратные способы фильтрации сигналов с первичных преобразователей перемещения.

На рис. 1 показаны расположения первичных преобразователей на станке-качалки. 1-канатная подвеска; 2-сальниковый шток; 3-гироскоп; 4-акселерометр;  $L_0$ -начальная длина металлического троса; А, В, С, D - точки для дальнейшего расчета геометрического преобразования.





**Рис. 1.** Расположение первичных преобразователей на станке-качалке

Для измерения параметров движения штока станка-качалки в настоящее время существует множество различных первичных преобразователей, выполненных на интегральных микросхемах. В данной работе рассматриваются следующие варианты реализации датчиков перемещения:

1. датчик угла наклона на базе гироскопа;
2. акселерометр как датчик линейных ускорений.

Реализация датчика перемещения устьевого штока на базе гироскопа имеет следующий вид: датчик располагается на балансира станка-качалки в его центре симметрии и измеряет угол поворота балансира (см. рисунок 1). Исходя из геометрических размеров станка-качалки, на основе измеренного углового перемещения балансира вычисляется текущее положение штока.

В качестве первичного преобразователя используется MEMS (Microelectromechanical systems) гироскоп L3GD20. Данная микросхема имеет встроенный датчик температуры, ФНЧ и ФВЧ с настраиваемым частотным диапазоном, а также поддерживает интерфейсы I2C и SPI.

**Таблица 1**

**Технические характеристики гироскопа L3GD20**

Оси измерения	X,Y,Z
Разрешение, бит	16
Чувствительность, dps/digit	0.07
Нелинейность, %	0.2
Дрейф нуля, dps/°C	0.03
Интерфейс	I2C, SPI
$V_{dd}$ , В	от 2.4 до 3.6
$I_{dd}$ , мА	6.1
$T_{op}$ , °C	от -40 до +85

Достоинством такого способа реализации датчика является простота конструкции, а также удобство расположения самого датчика. К недостаткам такого решения следует отнести необходимость введения фильтрации сигналов, а также невозможность размещения на станках-качалках безбалансириного типа, например, на установках с цепным приводом.

Реализация датчика перемещения, выполненного на основе интегрального акселерометра имеет следующий вид: датчик закреплен на канатной подвеске и вычисляет перемещение сальникового штока, путем двойного интегрирования измеренного ускорения

(см. рисунок 1). В качестве первичного преобразователя была выбрана интегральная микросхема: MEMS акселерометр LIS331DLH. Данный преобразователь измеряет ускорения по трем осям с относительно высокой точностью и поддерживает цифровые интерфейсы ввода-вывода (I2C, SPI). Также имеется возможность программирования данной микросхемы: устанавливать задержки и прерывания. Более подробное функциональное описание данной микросхемы содержится в таблице 2.

Таблица 2

Технические характеристики акселерометра LIS331DLH

Оси измерения	X,Y,Z
Разрешение, бит	16
Измеряемые диапазоны, g	±2, ±4, ±8
Чувствительность, mg/digit	0,9...1,1
Интерфейс	SPI, I2C
V <sub>CC</sub> , В	от 2.16 до 3.6
Корпус	LGA-16
T <sub>оп</sub> , °С	От -40 до +85

Достоинством такого способа реализации датчика является универсальность и простота конструкции. Однако для обеспечения высокой точности, необходима дополнительная фильтрация сигналов, так как процесс качания балансира протекает намного медленнее по сравнению с возникающими в процессе качания вибрациями, которые вносят существенные искажения.

Вычисление значения перемещения производится по следующей формуле:

$$x = \iint a dt = \int v dt = \frac{1}{2} * at^2, \quad (1)$$

где  $x$  – перемещение,  $a$  – ускорение,  $t$  – время,  $v$  – скорость.

Для повышения точности измеренных значений ускорения, из массива измеренных значений ускорения определяют среднюю скорость перемещения, исходя из формулы:

$$v_{cp} = \frac{\sum_1^m \int a_m dt}{m} \quad (2)$$

где  $m$  – номер измерения.

Затем, те значения скорости  $v$ , которые превышают среднее значение  $v_{cp}$  минимум на 10% - отбрасываются.

Для апробирования разработанных датчиков, был создан макет станка-качалки, к которому крепились платы с датчиками. Обработка сигналов проводилась при помощи микроконтроллера отладочной платы STM32F4 Discovery.

На рисунках 2 и 3 показаны полученные значения перемещения и скорости, с учетом указанных корректировок.

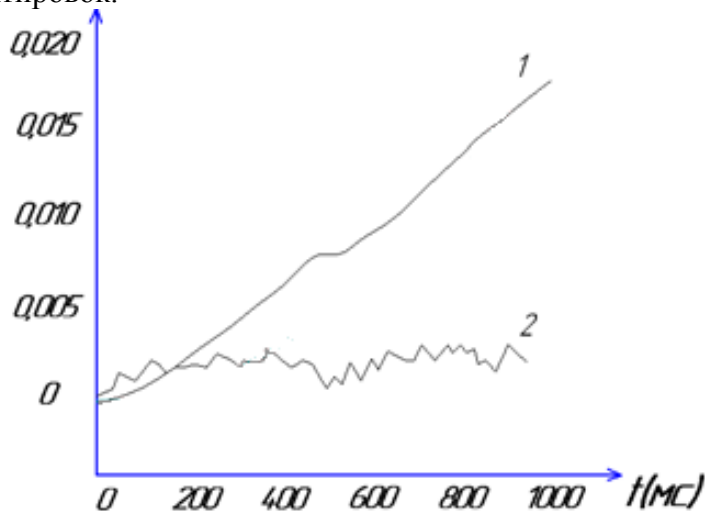
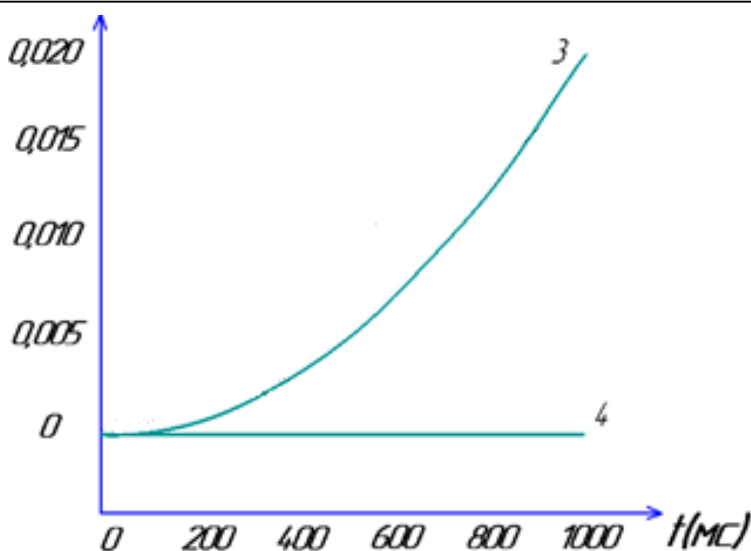


Рис. 2. Значения перемещения (1) и скорости (2), полученные при помощи схемы, содержащей акселерометр



**Рис. 3.** Значения перемещения (3) и скорости (4), полученные при помощи схемы, содержащей гироскоп

Как видно из рисунков 2 и 3, акселерометр более чувствителен к шумам, вызванным вибрациями конструкции макета. Однако гироскоп не позволяет получить значения скорости перемещения штока.

Таким образом, были рассмотрены два варианта реализации датчиков перемещения: первый – на базе гироскопа L3GD20, второй – на базе акселерометра LIS331DLH. Был проведен анализ работы датчиков на макете станка-качалки, который показал высокую чувствительность датчика с акселерометром к шумам, вызванным вибрациями конструкции макета. Анализ работы датчика на базе гироскопа показал, что такой датчик является намного более помехоустойчивым, однако менее информативным – он не позволяет получить значения скорости перемещения штока станка-качалки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Хакимьянов М.И., Ковшов В.Д., Сакаев А.Ф.** Датчик параметров движения штанговых глубиннонасосных установок на основе интегрального акселерометра. Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». Уфа, 2007 г.
2. **Ковшов В.Д., Хакимьянов М.И., Сакаев А.Ф.** Датчик угла наклона на основе интегрального акселерометра: реализация и исследование характеристик. Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий: Межвузовский сборник научных статей/ Редкол.: Шабанов В.А. и др.- Уфа: Изд-во УГНТУ, 2005



### ОБ АВТОРАХ

**Бикбулатов Рашид Илдарович**, Студент гр. П-405, кафедры информационно-измерительной техники УГАТУ.

e-mail: [rashid1995bik@mail.ru](mailto:rashid1995bik@mail.ru)



**Тимофеев Александр Олегович**, аспирант инф.-измер. техн.. Дипл. маг-инж. (УГАТУ, 2013). Исследования в области диагностики состояния штангового скважинного насосного оборудования.

e-mail: [aleck07@mail.ru](mailto:aleck07@mail.ru)



**Усов Никита Александрович**, Студент гр. П-405, кафедры информационно-измерительной техники УГАТУ.

e-mail: [n.usov@yandex.ru](mailto:n.usov@yandex.ru)



**Ясовеев Васих Хаматович**, зав. каф. инф.-измер. техн. УГАТУ, дипл. инж.-э/мех. (УГАТУ, 1975). Д-р техн. наук по элементам и устройствам вычислительной техники и систем управления (УГАТУ, 2002). Исследование в области датчиков и преобразователей информации

e-mail: [yasov@mail.ru](mailto:yasov@mail.ru)

УДК 621.311

## ПРИМЕНЕНИЕ PSCAD В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Гарафутдинов Р. Р., Саттаров Р. Р.**

**Аннотация:** Рассмотрены основные методы проведения лабораторных работ и дан их сравнительный анализ. Приведены основные модели электроэнергетических систем, используемые при теоретическом и практическом изучении электромагнитных переходных процессов. Предложен программный комплекс PSCAD в качестве инструмента моделирования энергосистем для проведения лабораторных работ. Приведены примеры выполнения базовых экспериментов по электромагнитным переходным процессам в PSCAD.

**Ключевые слова:** PSCAD, переходные процессы, лабораторный практикум, моделирование, электроэнергетические системы.

Современное образование подразумевает получение теоретических и практических умений и навыков в рамках обучаемой специальности. Практические

навыки являются важнейшими, базовыми компонентами процесса обучения при подготовке инженерных кадров. Одной из важнейших форм практических занятий являются лабораторные работы. Цели проведения лабораторного практикума – это помощь в усвоении теоретического материала, изучение экспериментальных методик и способов обработки полученных результатов. Кроме того, в процессе работы происходит знакомство с конкретными приборами, установками, электрическими схемами, которые используются в инженерной работе [1].

Существуют несколько методов проведения лабораторного практикума:

- с использованием физических моделей;
- с использованием математических моделей.

Лабораторные работы с использованием физических моделей подразумевают непосредственный контакт с оборудованием, которое в свою очередь является подобием простых электроэнергетических систем. Использование такого подхода дает возможность увидеть, «почувствовать» данное оборудование; получаемые в процессе выполнения результаты имеют естественную физическую природу. Но это приводит к возникновению некоторых трудностей в плане точности эксперимента и безопасности его проведения: результаты исследований подвержены влиянию ненадежных контактных соединений, обрыву проводов, нарушению изоляции, ненадежности и недостаточной точности измерительных приборов; присутствует риск перегрузки и выхода из строя оборудования; сложность реализации на стендах аварийных режимов. Тем не менее, такой метод проведения лабораторных работ широко распространен, так как дает возможность продемонстрировать простые процессы, протекающие в электроэнергетической сети [2].

Лабораторные работы с использованием математических моделей в свою очередь также делятся на:

- аналитические методы;
- компьютерные (численные) методы [3].

Аналитические методы заключаются в расчетах теоретическими законами и методами, которые позволяют объяснять протекающие процессы и, следовательно, позволяют считать электроэнергетические сети. Использование таких методов позволяет получить навыки расчета. С помощью такого метода можно произвести расчет простой сети, однако, расчет сложных сетей становится весьма трудоемким. Кроме того, отсутствует визуализация процессов (цифры не могут наглядно показать протекание процессов). Таким образом, аналитические методы не могут дать полного представления о процессах, протекающих в электроэнергетических системах [4].

Компьютерные методы проведения лабораторных работ заключаются в использовании программных комплексов на ЭВМ. При создании программных продуктов особое внимание уделяется на реализацию процедуры математического моделирования, расчета и оптимизации изучаемых объектов или процессов. В результате, мы получаем возможность производить достаточно точные и анализировать результаты так, как мы это могли делать на лабораторных стендах. При этом исключается возможность появления погрешностей, повреждения оборудования и опасность проведения эксперимента [5]. Таким образом, математическое моделирование позволяет моделировать сложные схемы, различные режимы сети, в том числе аварийные, быстро и эффективно подойти к пониманию природы изучаемого процесса. Порой математическое моделирование является единственным способом учебного исследования сложных объектов или процессов в технике. Еще одним преимуществом является легкость внесения изменений в рабочей среде (т.е. изменение конфигурации сети, изменение ее параметров, замена места аварии или добавление новых) [6].

В свою очередь, программные комплексы условно можно разделить на:

- универсальные математические, предназначены для расчета и результатом являются числовые выражения (Maple, MathCAD, Scilab);

– специализированные предметно-ориентированные имитационные или визуальные, предназначены для построения наглядной модели сети и моделирования ее режимов на ЭВМ (MatLab, ANSYS, ELCUT, PSCAD, RastrWin).

Особенность математических программных комплексов заключается в том, что они на основе заложенных в них методов расчета дают численный результат. Такие результаты сложно анализировать и делать на их основе какие-либо выводы.

Имитационные программные комплексы позволяют не только выполнять численный расчет, но и визуализировать процесс таким образом, чтобы он был максимально приближен к реальному эксперименту, т.е. предусмотрены измерительные приборы, коммутационные аппараты и др. С помощью таких комплексов появляется возможность исследовать те процессы, которые недоступны для классических стендов [7].

Очевидно, что для обучения предпочтительными будут программные комплексы, которые позволяют наглядно показать протекающие процессы. Одними из самых распространенных программных продуктов для моделирования и расчета являются MatLab и RastrWin. Но MatLab обладает недостаточным функционалом по части моделирования энергосистем. Также возникают сложности с построением схемы – отсутствие требуемых блоков для построения схемы. А RastrWin не дает возможности моделирования переходных процессов. Требуется программный комплекс, моделирующий систему в режиме реального времени и позволяющий получать значения в любой момент времени, который при этом будет максимально удобен в области электроэнергетики.

Этим требованиям удовлетворяет программный комплекс для моделирования энергосистем PSCAD. Программа позволяет схематически создавать электрическую сеть, запускать моделирование, анализировать результаты и управлять настройками с возможностью изменения системных параметров в процессе моделирования [8].

Особенно актуальным программный комплекс становится при исследовании переходных процессов, так как они имеют очень малую продолжительность и уловить его на лабораторных стендах достаточно сложно. Важность переходных процессов очевидна в виду того, что именно в момент его протекания могут произойти события, влияющие на энергосистему (например, возникновение ударного тока при коротких замыканиях).

Переходные процессы делятся на:

- электромагнитные переходные процессы, характеризуются изменением только электромагнитных величин электроустановки;
- электромеханические переходные процессы, характеризуются одновременным изменением значений электромагнитных и механических величин, определяющих состояние электроустановки [9].

Учитывая сравнительную простоту и эффективность моделирования переходных процессов в программном комплексе, можно сделать вывод, что такой вид исследований предпочтителен.

В качестве примера покажем реализацию лабораторных работ для дисциплины: «Электромагнитные переходные процессы» в программном комплексе PSCAD. Из всего многообразия переходных процессов в лабораторном практикуме обычно изучают следующие:

- Исследования коротких замыканий в простейшей системе с источником бесконечной мощности (рис.1);
- Исследование способов заземления нейтралей при однофазном КЗ на землю (рис.2);
- Исследование броска тока намагничивания (рис.3);
- Исследование включения трансформатора на КЗ (рис.5).

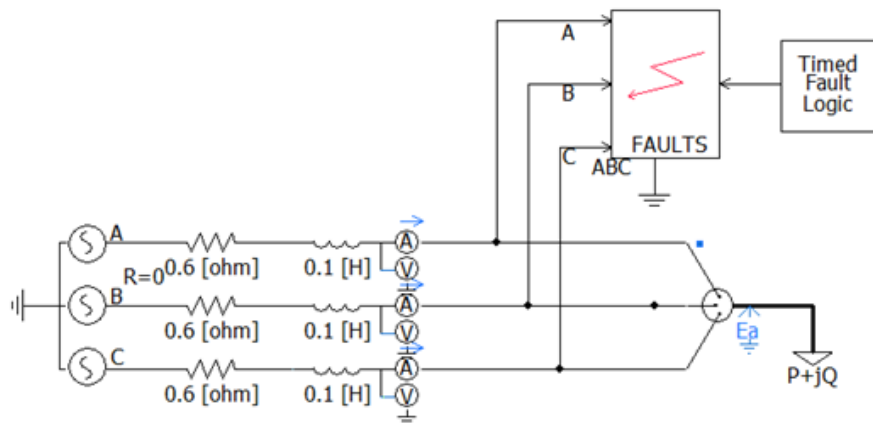


Рисунок 1 – Схема простейшей сети с источником бесконечной мощности

Схема на рисунке 1 позволяет наблюдать протекание переходного процесса при различных видах коротких замыканий. Также можно анализировать зависимость переходного процесса от времени возникновения короткого замыкания.

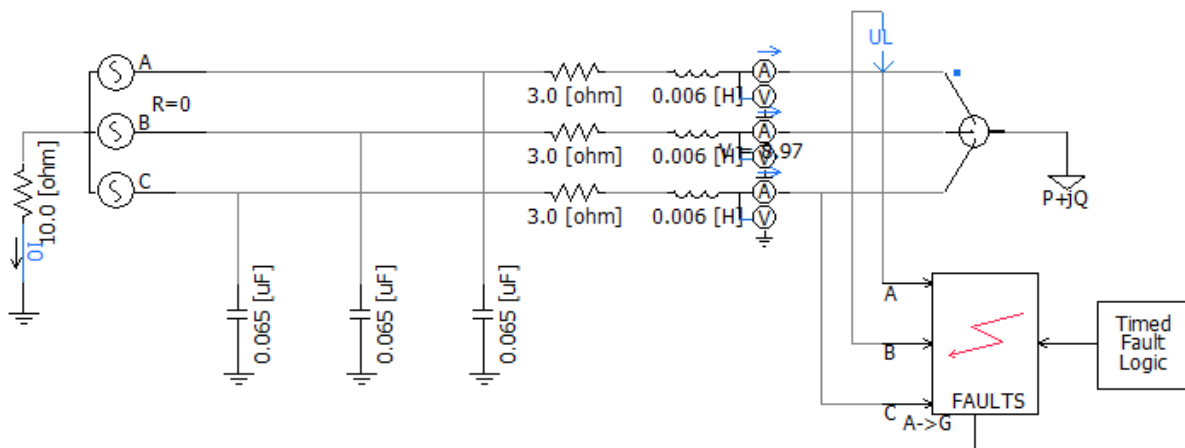


Рисунок 2 – Схема для исследования нейтралей при однофазном коротком замыкании на землю

На рисунке 2 схема позволяет анализировать изменение кривых тока и напряжения при однофазном замыкании на землю от способа заземления нейтрали и от значения проводимостей фаз. Измерительные приборы позволяют измерять параметры в каждой фазе, нулевом проводе и междуфазное напряжение.

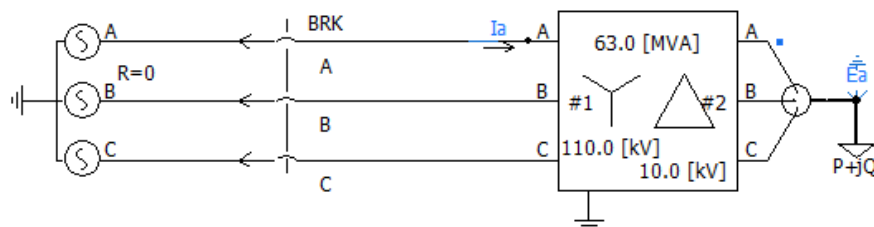


Рисунок 3 – Схема для исследования броска тока намагничивания

Схема на рисунке 3 позволяет исследовать переходные процессы при включении трансформатора и анализировать изменения при различных параметрах. Параметры трансформатора задаются в окне настройки параметров (рис.4).

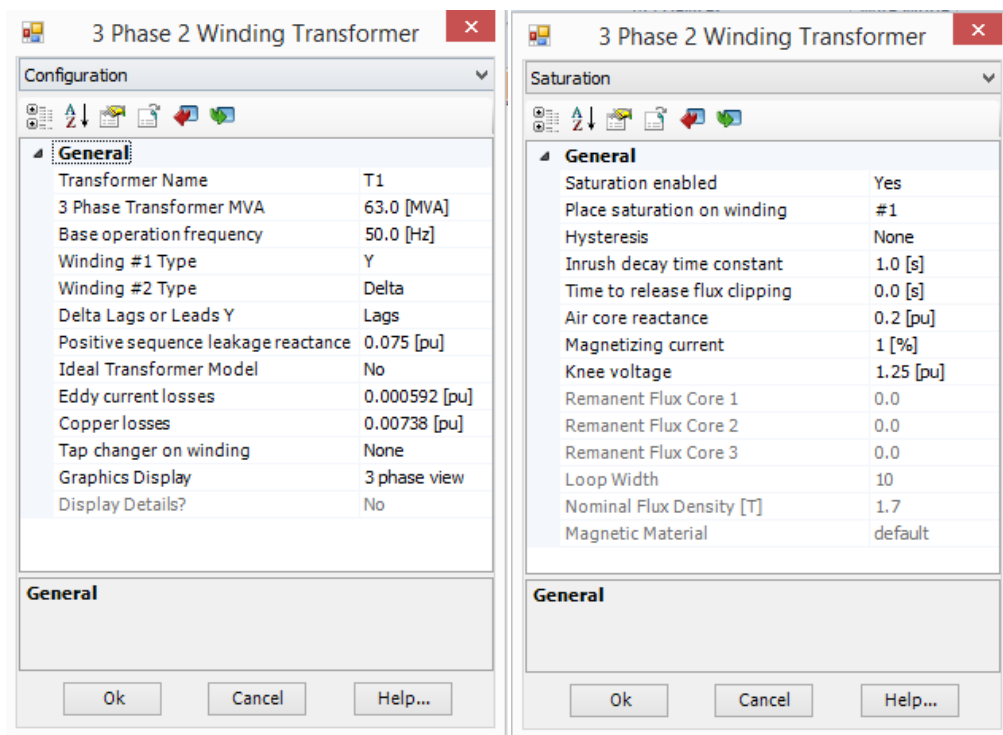


Рисунок 4 – Параметры трехфазного двухобмоточного трансформатора

На рисунке 5 показана схема, которая позволяет смоделировать включение трансформатора на существующее короткое замыкание (включение короткозамкнутого трансформатора). Также можно моделировать замыкание одной или двух фаз.

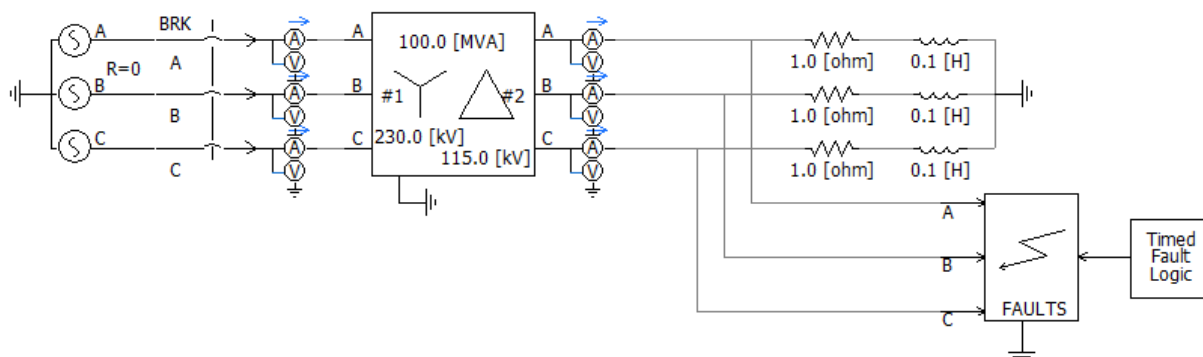


Рисунок 5 – Схема для исследования включения трансформатора на короткое замыкание

Программная среда PSCAD имеет множество средств отображения результатов моделирования: векторные диаграммы, осциллограммы, числовые значения и др.

Для примера покажем реализацию лабораторной работы изображенной на рисунке 1. Для данной лабораторной работы требуются показания токов и напряжений в каждой фазе, и также векторные диаграммы. Короткое замыкание произошло момент времени 0.1 с. Вид короткого замыкания выбирается в блоке «FAULTS», а время и длительность задается в логическом блоке «Timed Fault Logic» (рис.6).



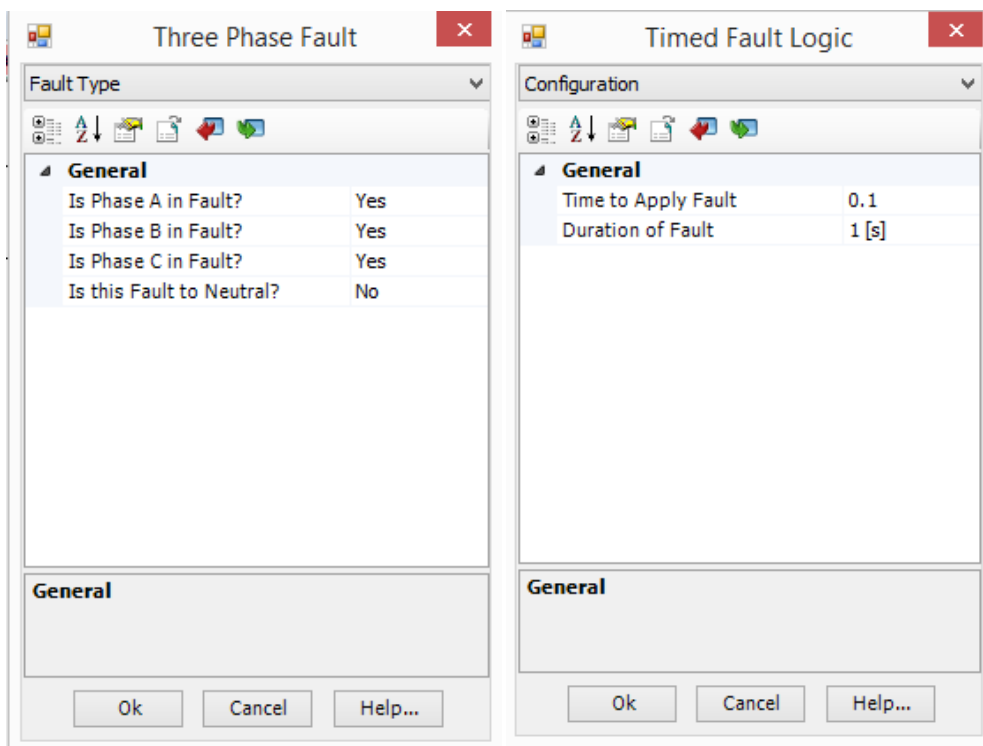


Рисунок 6 – Параметры настройки блока «FAULTS»

Из примера видно, что осциллограммы токов (рис.7) и напряжений (рис.8), а также векторная диаграмма (рис.9) достаточно наглядно показывают протекание переходного процесса, что является преимуществом по сравнению с классическими стендами, где на основе полученных данных еще предстоит построить соответствующие кривые [10].

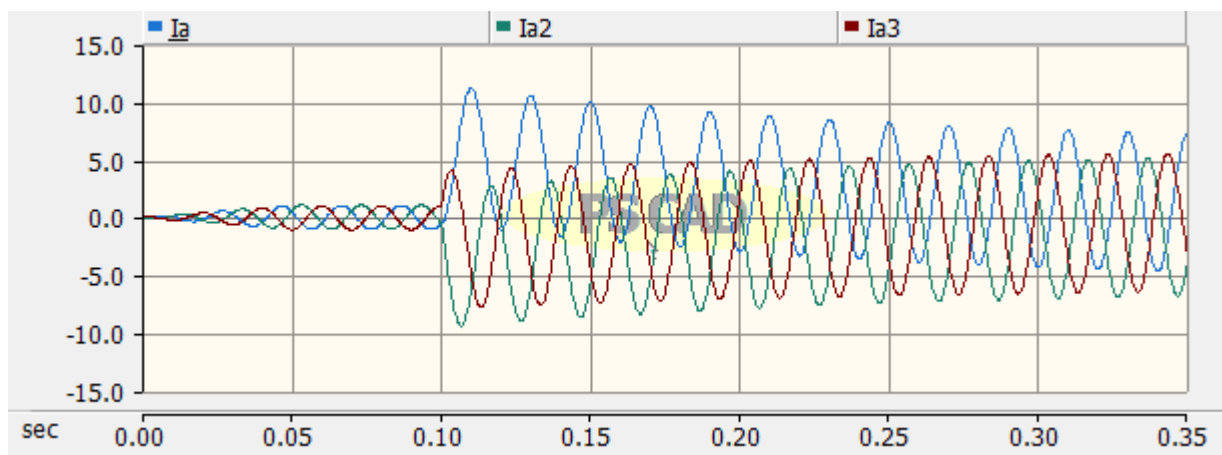


Рисунок 7 – Осциллограммы токов при трехфазном коротком замыкании

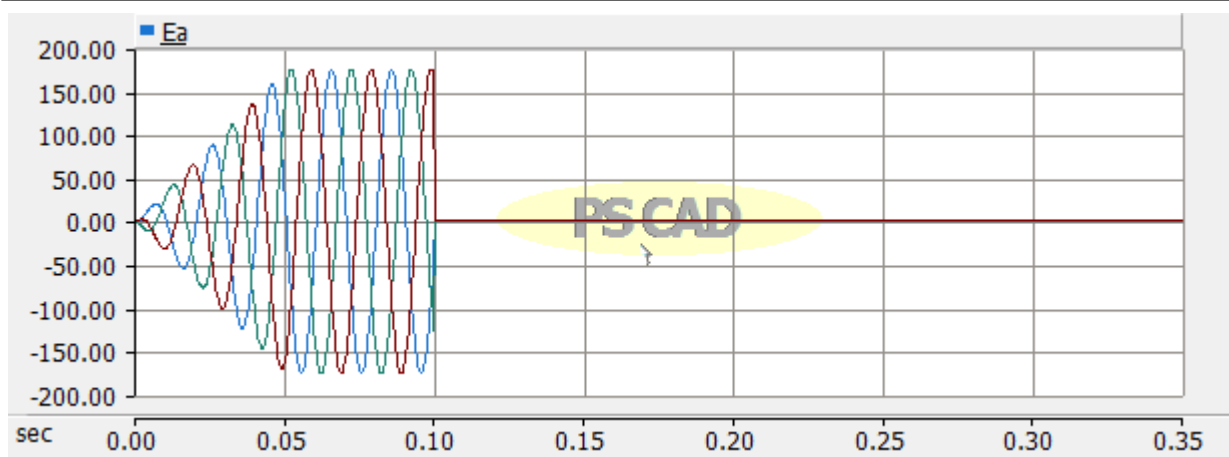


Рисунок 8 – Осциллограммы напряжений при трехфазном коротком замыкании

На рисунке 9 векторная диаграмма показана для установившегося короткого замыкания, но также есть возможность анализировать ее в любой момент времени, для любого режима сети.

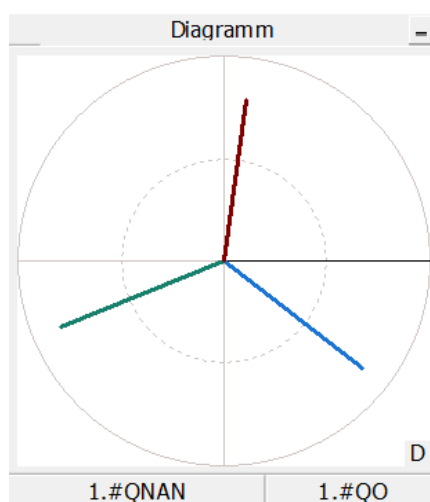


Рисунок 9 – Векторная диаграмма токов при трехфазном коротком замыкании

Таким образом, можно однозначно сказать, что компьютерное моделирование имеет множество преимуществ по сравнению со стендами. Но главными достоинствами можно назвать безопасность проведения исследований: отсутствуют ограничения по «железу» (можно построить модель сети любой сложности и конфигурации), позволяет проводить комплексные исследования. На основе уже имеющихся схем можно наращивать их функционал и моделировать другие процессы, например, релейную защиту, так как современный персонал в работе большую часть времени также имеет дело с компьютерными программами для измерения и записи информации, с измерительными системами SCADA.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. N. Hosseinzadeh, M. R. Hesamzadeh, M. Korke Role of laboratory in the education of modern power systems // Power and Energy Society General Meeting, 2011 IEEE.
2. Jackson Jane, Dukerich Larry, Hestenes David Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education Science Educator; Johnson City 17.1 (Spring 2008): 10-17.
3. Гарафутдинов Р.Р., Саттаров Р.Р. Современные методы экспериментальных исследований переходных процессов в электроэнергетических системах для применения в лабораторных практикумах // Электротехнические комплексы и системы: материалы

международной научно-практической конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа:РИК УГАТУ, 2016. – с 248-251.

4. M. Kezunovic Teaching the smart grid fundamentals using modeling, simulation, and hands-on laboratory experiments// Power and Energy Society General Meeting, 2010 IEEE.

5. A.M. Gole, O.B. Nayak, T.S. Sidhu, M.S. Sachdev A graphical electromagnetic simulation laboratory for power systems engineering programs // IEEE Transactions on Power Systems ( Volume: 11, Issue: 2, May 1996 ).

6. Веников В.А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики), Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, доп. и перераб. М., «Высш. школа», 1976. – 479с.

7. Дубровин В.С. Использование виртуальных лабораторных работ - как элемент повышения качества подготовки специалистов // High technologies in Earth space research №2-2012 с.11-13.

8. Гарафутдинов Р.Р., Саттаров Р.Р. Применение PSCAD для исследования электромагнитных переходных процессов в электроэнергетических системах и сетях // Мавлютовские чтения: материалы X Всероссийской молодежной научной конференции / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: РИК УГАТУ, 2016. – 1 CD-ROOM.

9. Иванов-Смоленский А.В. Электромагнитные поля и процессы в электрических машинах и их физическое моделирование М., «Энергия», 1969. – 304с.

10. Перевод документации по PSCAD [Электронный ресурс] // EnnLab/ URL: <http://www.ennlab.ru/rus/news/48> (дата обращения 03.09.2016).

#### ОБ АВТОРАХ



**Гарафутдинов Рустам Разифович**, студент кафедры электромеханики УГАТУ, Исследования в области компьютерного моделирования энергосистем.

e-mail: garafutdinov\_r\_r@mail.ru



**Саттаров Роберт Радилович**, проф. каф. электромеханики. Дипл. физик-геофизик (БГУ, 1996). Д-р. техн. наук по элементам и системам управления (УГАТУ, 2011). Иссл. в области электромеханических и электроэнергетических систем

e-mail: sattar.rb@gmail.com

## ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ AL-6%MG-0,3%SC СПЛАВА ПОДВЕРГНУТОГО ВСЕСТОРОННЕЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КОВКЕ

Гарипова Р. Н., Мухаметдинова О. Э., Автократова Е. В., Ситдииков О. Ш.

**Аннотация.** Исследована эволюция структуры горячепрессованного и отожженного сплава 1570 системы Al-Mg-Sc при всесторонней изотермической ковке (ВИК), проводимой при 325°C (~0,6  $T_{пл}$ ) и  $10^{-2} \text{ с}^{-1}$  до степени деформации 12,6. В исходном состоянии сплав имел частично рекристаллизованную структуру с долей большеугловых границ ~0,39, состоящую на ~65% из крупных вытянутых зерен с развитой субструктурой и на 35% из мелких зерен размером ~4 мкм. На ранних стадиях ВИК вдоль границ исходных крупных зерен формировались области новых мелких (суб)зерен, окруженных мало- и большеугловыми границами, и с ростом степени деформации их объемная доля увеличивалась, приводя к формированию однородной структуры со средним размером зерен ~1,5 мкм и долей большеугловых границ ~0,8. Показано сильное взаимодействие между решеточными дислокациями и/или границами (суб)зерен и присутствующими в сплаве наноразмерными частицами  $\text{Al}_3\text{Sc}$ . Дисперсные частицы даже при столь высокой температуре деформации эффективно сдерживали миграцию границ зерен, а также последовательно обеспечивали накопление дислокаций, образование субграниц высокой плотности и их трансформацию в большеугловые границы с формированием мелкозернистой структуры. Анализ характера зависимостей параметров формирующейся структуры от степени деформации показал, что измельчение зерен осуществлялось в соответствии с механизмом непрерывной динамической рекристаллизации.

**Ключевые слова:** алюминиевый сплав, всесторонняя ковка, эволюция микроструктуры, непрерывная динамическая рекристаллизация.

Целью работы являлось изучение эволюции структуры промышленного полуфабриката сплава 1570 при всесторонней изотермической ковке (ВИК) [1-4] при 325°C (0,6 $T_{пл}$ ), а также оценка возможности получения (ультра)мелкозернистых заготовок в условиях высокотемпературной обработки [2, 5]. Проблема обусловлена тем, что сплав содержит высокую плотность наноразмерных когерентных дисперсных выделений  $\text{Al}_3\text{Sc}$  и относится к труднодеформируемым комплексно-легированным термонеупрочняемым алюминиевым сплавам [5-10]. При этом он легко обрабатывается давлением при высоких температурах, и в мелкозернистом состоянии демонстрирует высокие показатели сверхпластичности [8, 9]. В то же время его холодная деформация вызывает трудности из-за высоких напряжений течения и сравнительно низкой технологической пластичности [7, 8, 10].

Сплав 1570, использованный в данной работе, имел химический состав Al-6%Mg-0,4%Mn-0,3%Sc-0,1%Fe-0,2%Si (вес. %) и представлял собой пруток, прессованный до  $\epsilon=0,7$  при 390°C и отожженный при 400°C в течение 1 часа. Образцы для ВИК в форме параллелепипедов с соотношением сторон 1,8 (X) : 1,7 (Y) : 1 (Z) вырезали так, чтобы первая ось сжатия (X) была параллельна оси прессования прутка. ВИК до истинной суммарной степени деформации  $\epsilon \sim 12,6$  проводили с постоянной скоростью деформирования при  $T = 325^\circ\text{C}$  и начальной скорости деформации  $10^{-2} \text{ с}^{-1}$ . Образцы деформировали последовательно вдоль каждой оси заготовки (т.е.  $X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow \dots$ ) со степенью однократной осадки  $\sim 0,7$ . Для фиксации структурных изменений во время деформации, после каждого сжатия образцы охлаждали в воде.

Структуру сплава после различных степеней ВИК исследовали в центральной части образцов (в пределах 2/3 ширины образца от центра) в сечении, параллельном последней оси сжатия. Применяли методы сканирующей электронной микроскопии, в том числе метод

автоматического анализа картин дифракции обратно рассеянных электронов (EBSD анализ), а также просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Угловые параметры структуры (средний угол разориентировки межкристаллитных границ,  $\theta_{ave}$ , и долю большеугловых границ,  $f_{БУГ}$ ) оценивали по данным EBSD анализа. При этом границы с углом разориентировки менее  $2^\circ$  в расчет не принимали. Средний размер субзерна определяли методом эквивалентного диаметра с измерением всех кристаллитов на ПЭМ снимках, а средний размер зерна – по EBSD картам только для кристаллитов, окруженных большеугловыми (с  $\theta$  от  $15^\circ$ ) границами. Микротвердость измеряли по методу Виккерса при комнатной температуре при нагрузке 0,5 Н.

Микроструктурные исследования показали, что сплав в состоянии поставки содержал крупные вытянутые зерна с развитой субструктурой, формирующейся в теле зерен, и значительной фракцией мелких рекристаллизованных зерен - в регионах мантии (рис. 1а) [10]. Параметры указанной микроструктуры представлены на рис. 3 (при  $\epsilon = 0$ ). Видно, что обычные методы термомеханической обработки, включающие прессование и отжиг при температуре  $\sim 400^\circ\text{C}$ , не позволяют получить в данном сплаве полностью рекристаллизованную однородную мелкозернистую структуру. В первую очередь это обусловлено наличием в исходной структуре материала нанодисперсных алюминидов переходных металлов  $\text{Al}_3\text{Sc}$  [10], препятствующих развитию процессов статической рекристаллизации после относительно невысоких степеней деформации [11, 12].

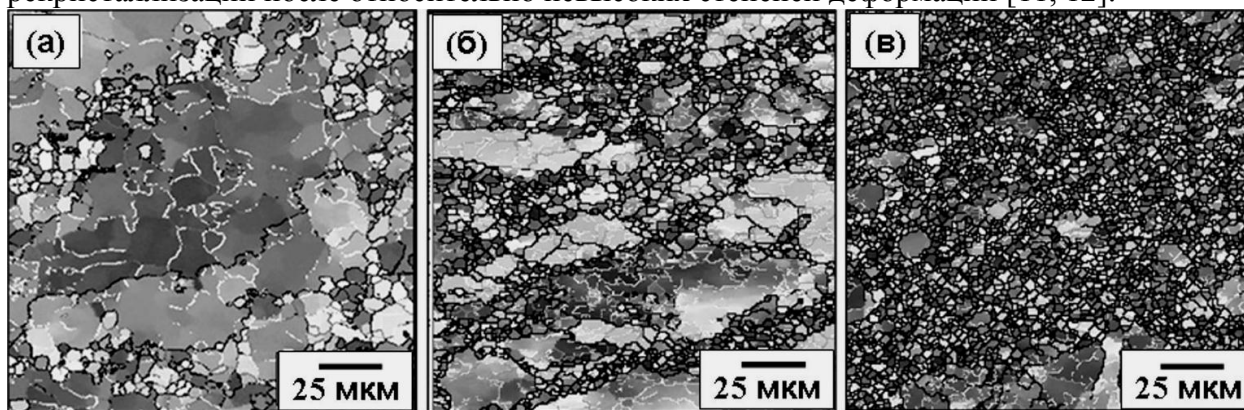


Рис. 1. Изменение микроструктуры сплава 1570 в процессе ВИК: (а)  $\epsilon=0$ ; (б)  $\epsilon=2,1$ ; (в)  $\epsilon=12,6$  (границы с мало- и большеугловой разориентировкой обозначены, соответственно, белыми и черными линиями). Последняя ось сжатия при ВИК располагалась вертикально.

Последующая ВИК такого предварительно деформированного сплава, проводимая при  $325^\circ\text{C}$ , обеспечивала постепенное измельчение зеренной структуры (рис. 1б, в). Области новых зерен формировались сначала в регионах мантии, а затем с увеличением степени деформации распространялись внутрь исходных зерен. А именно, на ранних стадиях ВИК новые ультрамелкие зерна, окруженные большеугловыми ( $\theta \geq 15^\circ$ ) границами, и субзерна с преимущественной малоугловой ( $\theta < 15^\circ$ ) разориентировкой формировались, соответственно, вблизи исходных зеренных границ и в теле исходных зерен. При более высоких степенях деформации большинство межкристаллитных границ приобретали большеугловую разориентировку, что приводило к образованию ультрамелкозернистой микроструктуры со средним размером зерен  $\sim 1-1,5$  мкм практически во всем объеме материала (рис. 1 в).

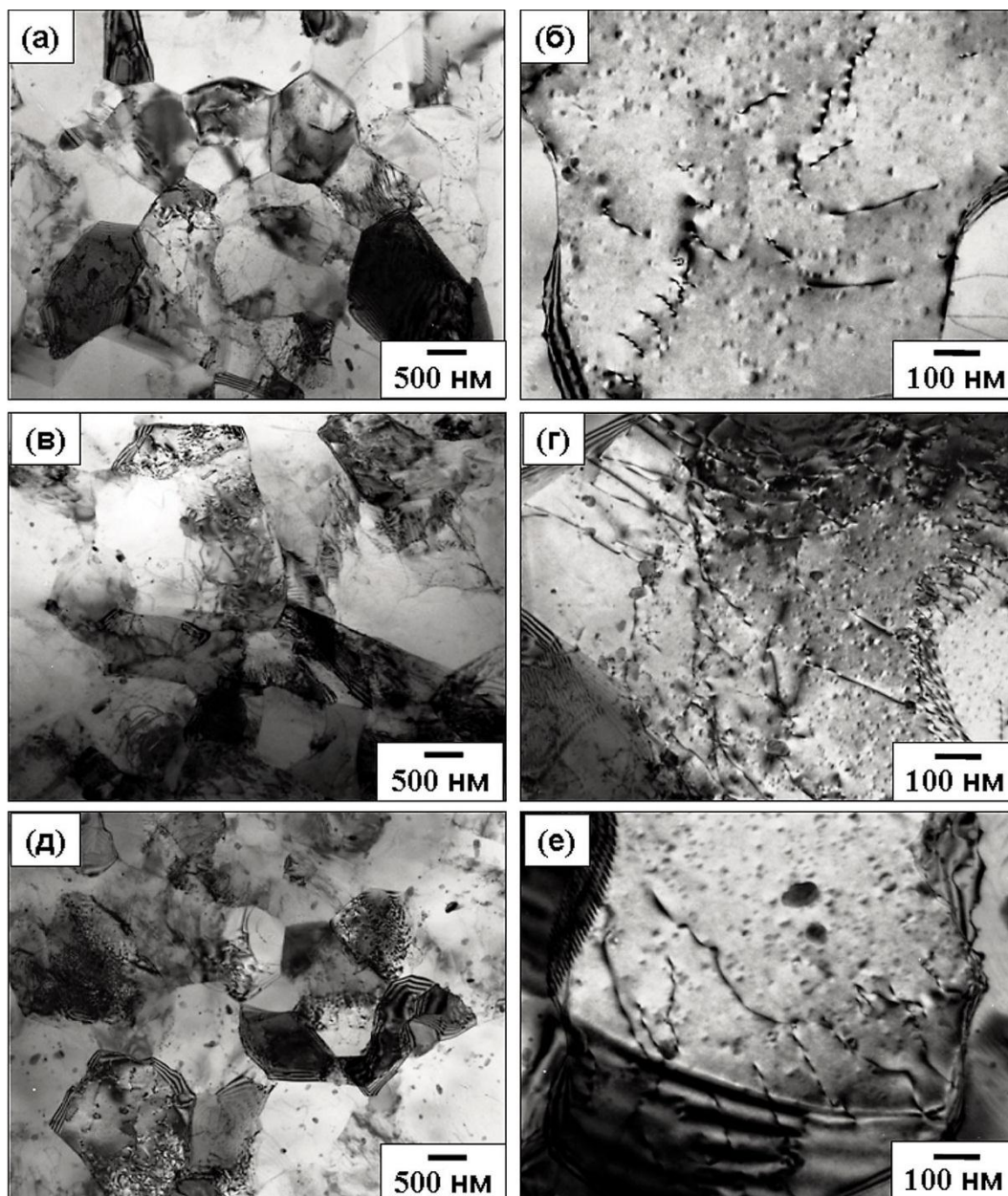


Рис. 2. ПЭМ структура сплава 1570: (а, б)  $\epsilon=2,1$ ; (в, г)  $\epsilon = 4,2$ ; (д, е)  $\epsilon = 12,6$

Исследования тонкой структуры методом ПЭМ (рис. 2) показали, что большинство кристаллитов ((суб)зерен), формирующихся на ранних стадиях ВИК (рис. 2а - г), имели неравноосную форму и были окружены дислокационными границами, демонстрирующими неравномерный экстинкционный контраст. Структура внутри (суб)зерен характеризовалась относительно низкой плотностью и неоднородным распределением решеточных дислокаций. При больших степенях деформации (рис. 2д, е) формировалась более однородная и равновесная структура с углами в тройных стыках границ (суб)зерен, близкими к  $120^\circ$ . Следует отметить, что в структуре сплава после ВИК по-прежнему наблюдалась высокая плотность нанодисперсных частиц  $Al_3Sc$ , которые, судя по дельта-нулевому контрасту на ПЭМ изображениях (рис. 2 б, г, е), сохраняли когерентность с алюминиевой матрицей [9-11]. Также можно видеть (рис. 2 б, г, е), что имело место взаимодействие между дислокациями и/или границами (суб)зерен и частицами вторых фаз. Это предполагает, что частицы могли эффективно сдерживать миграцию границ кристаллитов, а также ограничивать переползание решеточных дислокаций на большие дистанции и их аннигиляцию в процессе динамического возврата [10-13]. Таким образом, даже при повышенных температурах становилось возможным накопление дислокаций,

формирование дислокационных границ высокой плотности и их трансформация в большеугловые границы зерен, что обеспечивало образование новой мелкозернистой структуры [2, 10].

Зависимости (а) средней разориентировки межкристаллитных границ,  $\Theta_{ave}$ ; (б) доли большеугловых границ в формирующейся структуре,  $f_{БУГ}$ ; и (в) среднего размера (суб)зерен,  $d_{умз}$  (субзерен – из ПЭМ, зерен – из EBSD) от степени деформации представлены на рисунке 3. Как  $\Theta_{ave}$ , так и  $f_{БУГ}$ , начинали увеличиваться с  $18,7^\circ$  и  $0,39$ , соответственно, достигали величин  $23,1^\circ$  и  $0,56$  при  $\epsilon = 2,1$  и затем возрастали с почти постоянной скоростью до значений  $32,8^\circ$  и  $0,8$  при  $\epsilon = 12,6$ . Средний размер зерен, быстро уменьшался в процессе ВИК с  $\sim 3,8$  мкм при  $\epsilon = 0$  и достигал  $\sim 1,5$  мкм при  $\epsilon \geq 2$ , приближаясь к среднему размеру субзерен. Такой характер зависимости параметров микроструктуры от степени деформации, когда средний размер новых зерен приблизительно соответствовал размеру субзерен, а средняя разориентировка деформационно-индуцированных границ непрерывно увеличивалась во время деформации (рис. 3), позволяет заключить, что измельчение зерен в данном сплаве в процессе ВИК осуществлялось в соответствии с механизмом непрерывной динамической рекристаллизации [2,10,13].

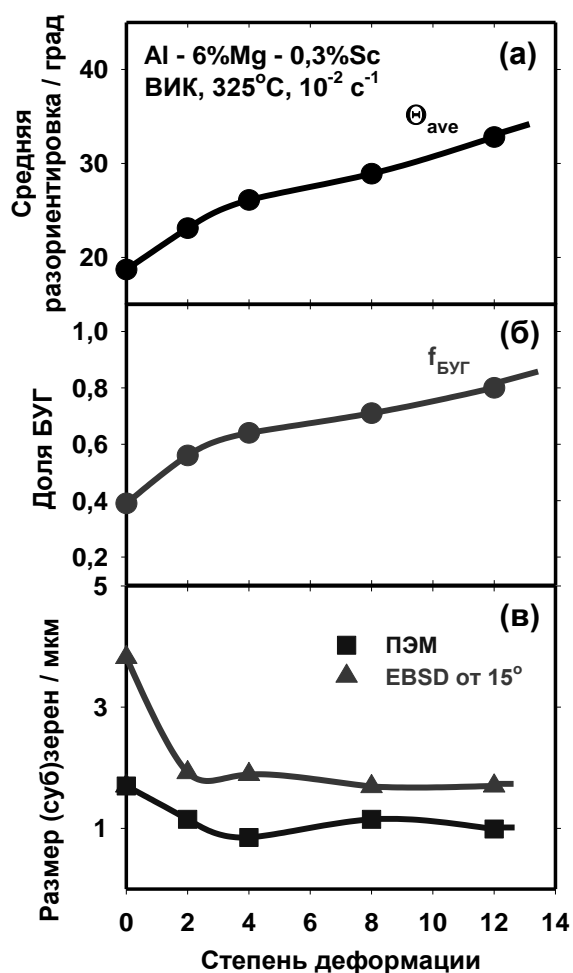


Рис. 3. Изменение параметров микроструктуры сплава 1570 в процессе ВИК

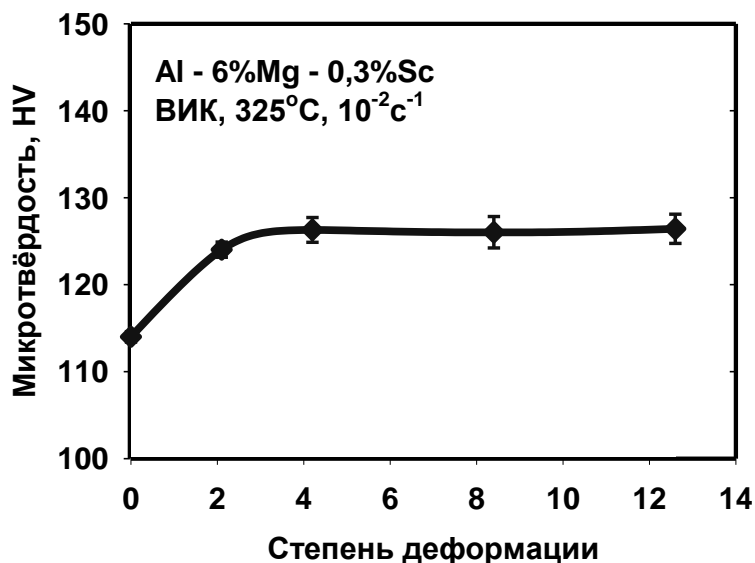


Рис. 4. Зависимость микротвердости сплава 1570 от степени деформации при ВИК

Изменение микротвердости в процессе ВИК показано на рисунке 4. Важно отметить, что сплав не терял высокие прочностные свойства после высокотемпературной обработки вплоть до больших степеней деформации, что, по-видимому, в значительной мере было обусловлено сохранением в его структуре равномерно распределенных нанодисперсных когерентных частиц  $Al_3Sc$  (см. рис. 2). Более того, твердость сплава дополнительно увеличивалась в процессе ВИК от величины  $\sim 115$  до  $\sim 125$  HV. Форма кривой HV -  $\epsilon$  свидетельствовала об упрочнении, имеющем место на ранних стадиях ВИК ( $\epsilon = 0 - 2$ ), с последующим понижением скорости упрочнения при увеличении степени деформации ( $\epsilon = 2 - 4$ ) и достижением практически нулевого упрочнения при больших степенях деформации ( $\epsilon > 4$ ). А именно, на начальных стадиях ВИК (температура которой была меньше температуры предварительной термомеханической обработки) в сплаве 1570 формировалась деформационная структура с более неравновесными границами и меньшим размером (суб)зерен, что вызывало упрочнение [10, 13, 14]. Затем в процессе обработки развивалась более стабильная структура (рис. 2д и 3в) и достигалось динамическое равновесие между скоростью генерации дефектов кристаллической решетки и скоростью их аннигиляции в процессе непрерывной рекристаллизации, контролируемой динамическим возвратом. Последнее обуславливало переход на «установившуюся стадию» HV с увеличением степени деформации [14].

### Заключение

Таким образом, показано, что (ультра)мелкозернистая структура может быть получена в сильнолегированном труднодеформируемом сплаве 1570 методом ВИК, проводимой при температуре  $T > 0,5 T_{пл}$ , при сохранении его прочностных свойств после обработки. Это свидетельствует в пользу того, что имеется большой потенциал для измельчения зерен в данном сплаве при повышенных температурах, облегчающих его обработку в процессе интенсивной пластической деформации.

Анализ характера зависимости параметров микроструктуры от степени деформации показал, что измельчение зерен в сплаве 1570 в процессе ВИК осуществлялось в соответствии с механизмом непрерывной динамической рекристаллизации.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта РФФИ № 16-08-01189 А).**



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Humphreys F.J., Prangnell P.B., Bowen J.R., Gholinia A., Harris C. Developing stable fine-grain microstructures by large strain deformation // *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A*. 1999. V. 357. P. 1663-1681.
2. Sitdikov O., Sakai T., Goloborodko A., Miura H., Kaibyshev R. Grain refinement in coarse-grained 7475 Al alloy during severe hot forging // *Philos. Mag.* 2005. V. 85. P. 1159-1175.
3. Мулюков Р.Р., Назаров А.А., Имаев Р.М. Деформационные методы наноструктурирования материалов: предпосылки, история, настоящее и перспективы // *Известия вузов. Физика*. 2008. т. 51. С. 4759.
4. Маркушев М.В. К вопросу об эффективности некоторых методов интенсивной пластической деформации, предназначенных для получения объемных наноструктурных материалов // *Письма о материалах*. 2011. т.1. №1. С. 36-42.
5. Yamashita A., Yamaguchi D., Horita Z., Langdon T. G. Influence of pressing temperature on microstructural development in equal-channel angular pressing // *Mater. Sci. Eng. A*. 2000. V. 287. P. 100-106.
6. Davydov V.G., Rostova T.D., Zakharov V.V., Filatov Yu. A., Yelagin V.I. Scientific principles of making an alloying addition of scandium to aluminium alloys // *Mater. Sci. Eng. A*. 2000. V. 280. P. 30-36.
7. Filatov Y.A., Yelagin V.I., Zakharov V.V. New Al-Mg-Sc alloys // *Mater. Sci. Eng. A*. 2000. V. 280. P. 97-101.
8. Nieh T.G., Hsiung L.M., Wadsworth J., Kaibyshev R. High strain rate superplasticity in a continuously recrystallized Al-6%Mg-0.3%Sc alloy // *Acta Mater.* 1998. V. 46. P. 2789-2800.
9. Avtokratova E., Sitdikov O., Markushev M., Mulyukov R. Extraordinary high-strain rate superplasticity of severely deformed Al-Mg-Sc-Zr alloy // *Mater. Sci. Eng. A*. 2012. V. 538. P. 386-390.
10. Sitdikov O., Avtokratova E., Sakai T., Tsuzaki K. Ultrafine-grain structure formation in an Al-Mg-Sc alloy during warm ECAP // *Met. Mat. Trans. A*. 2013. V. 44. P.1087-1100.
11. Wouters O., Al - Sc Alloys. Chapter 4. In: *Plasticity in Aluminum Alloys at Various Length Scales*. Doctoral Thesis, 2006. 150 p. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.rug.nl/research/portal/files/2828799/c4.pdf>
12. Apps P.J., Berta M., Prangnell P.B. The effect of dispersoids on the grain refinement mechanisms during deformation of aluminium alloys to ultra-high strains // *Acta Mater.* 2005. V. 53. P. 499-511.
13. Humphreys F.J., Hatherly M. *Recrystallization and Related Annealing Phenomena*, 2nd ed. - Amsterdam: Elsevier. 2004. 658 p.
14. Russell A., Lee K.L. *Structure - Property Relations in Nonferrous Metals*. - John Wiley & Sons. 2005. 440 p.

## ОБ АВТОРАХ



**Гарипова Расиля Надировна**, студент 3 курса ИАТМ УГАТУ, специальность МиФМ.

e-mail: [rasilyakrosh@mail.ru](mailto:rasilyakrosh@mail.ru)



**Мухаметдинова Оксана Эдуардовна**, стажер-исследователь, аспирант, Институт проблем сверхпластичности металлов РАН.

e-mail: [oksana@imsp.ru](mailto:oksana@imsp.ru)



**Автократова Елена Викторовна**, старший научный сотрудник, к.т.н. Институт проблем сверхпластичности металлов РАН.

e-mail: [avtokratova@imsp.ru](mailto:avtokratova@imsp.ru)



**Ситдиков Олег Шамилевич**, старший научный сотрудник, к. ф. - м. н. Институт проблем сверхпластичности металлов РАН.

e-mail: [sitdikov@nm.ru](mailto:sitdikov@nm.ru)

УДК 615.47

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

**Даминова Э. А., Мирина Т. В.**

**Аннотация.** Развитие отечественного приборостроения в области медицины позволяет сочетать традиционные методы изучения опорно-двигательного аппарата (ОДА) человека и достижения в области микроэлектроники. В статье приведен обзор сочетания методики изучения ОДА человека современных микроэлектронных компонентов. Также рассмотрен конкретный результат такого сочетания – устройство для пространственно-временного определения зон стопы. Рассмотрена структурная схема разрабатываемого устройства и его основные функциональные узлы.

**Ключевые слова:** датчик, медицинская техника, ортопедия, подография, постурология, плоскостопие, сенсор, синдром диабетической стопы

Внедрение современных технологий в медицину в настоящее время является успешным и очень полезным. Современную медицину невозможно представить без технических новшеств. Интеграция в области медицины и инженерной мысли сегодня очень обширна, эффективна и воплощена в приборах и системах медицинского назначения. Внедряясь во все новые и новые отделы медицины, приборы и системы затронули и

проведение диагностических исследований, что позволило получать больше диагностической информации, производить высокоточную дальнейшую ее обработку и надежное хранение.

Опорно-двигательная система человека – одна из главных жизненно важных систем человека. Однако, нередки случаи нарушений в работе этой системы. Для их обнаружения используют различные диагностические методы и средства. Причем, к диагностике каждой отдельной подсистемы опорно-двигательной системы человека имеется свой подход. Одним из таких подходов является пространственно-временное определение зон стопы. Данный диагностический метод применяется в медицине сравнительно недавно – с середины прошлого века. Однако наиболее больших результатов наука в этой области достигла в последние 2 десятилетия и, в то же время, не достигла своей конечной точки. Этим объясняется актуальность данного подхода.

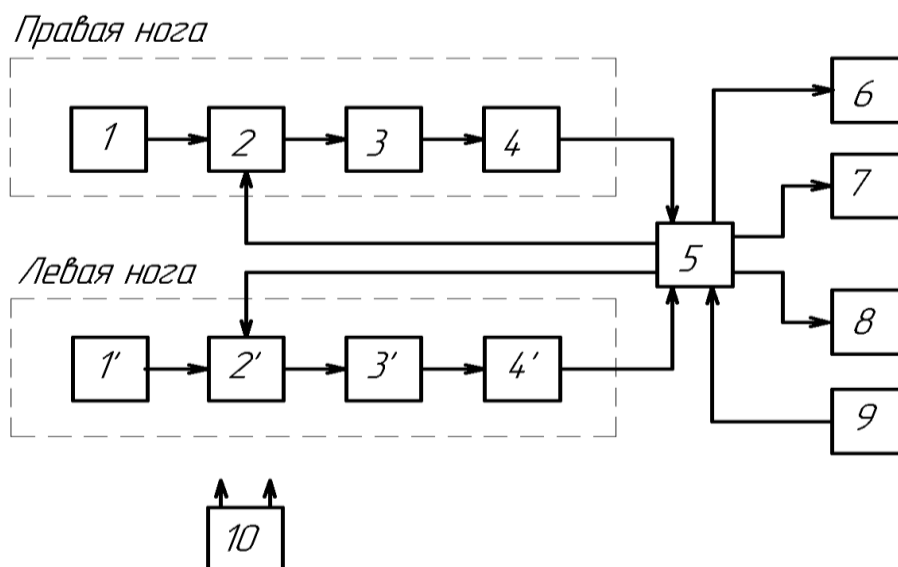
Стопа как целое выполняет функции опоры, передвижения и смягчения толчков при ходьбе, беге, прыжках и т. п. Стопа имеет сводчатое строение и выполняет роль амортизатора, дополняя в этой функции изгибы позвоночного столба, тазобедренный, коленный и голеностопный суставы.

Рассмотрим методики исследования ходьбы. Кинематические особенности ходьбы изучают с помощью гониометрии (с использованием контактных и бесконтактных датчиков измерения углов в суставах), с применением гироскопов – приборов, позволяющих определить угол наклона сегмента тела относительно линии гравитации, а также циклографии – метода, основанного на регистрации координат светящихся точек, располагаемых на сегментах тела человека [1].

Динамические характеристики ходьбы изучают с применением динамографической (силовой) платформы. При опоре силовую платформу регистрируют вертикальную реакцию опоры, а также горизонтальные ее составляющие. Эта область диагностических приборов развита довольно хорошо, особенно на территории нашей страны, т.к. стабилметрические платформы выпускаются как минимум тремя предприятиями («ВНИИМП-ВИТА» г.Москва, «МБН» г.Москва, «ОКБ Ритм» г.Таганрог), причем приборы по своим техническим характеристикам не уступают зарубежным производителям, и при этом стоимость отечественных приборов существенно ниже, чем у зарубежных [2]. Физиологические параметры ходьбы можно регистрировать с помощью электромиографии – методики регистрации биопотенциалов мышц. При сопоставлении данных, полученных с помощью электромиографических исследований, с данными методик оценки временной характеристики, кинематики и динамики ходьбы, является возможным проведение биомеханического и инервационного анализа ходьбы.

Известно, что давление, оказываемое весом человека, на стопу велико как в состоянии покоя, так и при физических нагрузках. В связи с этим, нарушения в работе стопы, в строении ее костной и мышечной систем приводят к нарушению в работе всей опорно-двигательной системы человека. В то же время, стопа может отражать состояние и других органов и систем. Например, синдром диабетической стопы (СДС). Синдром диабетической стопы – это главным образом гнойно-деструктивные поражения нижних конечностей вследствие сахарного диабета. Около 85% этих поражений составляют трофические язвы стоп, оставшуюся часть – абсцесс, флегмона, остеомиелит, тендовагинит, гнойный артрит и другие процессы, развивающиеся либо как осложнение трофической язвы, либо первично, без предшествующей язвы. Кроме того, к СДС относится негнойное деструктивное поражение скелета конечностей – диабетическая остеоартропатия, которую важно отличать от более частого остеопороза костей стоп. К СДС относят также стойкие

последствия названных процессов разного уровня ампутации нижних конечностей и др.



**Рис. 1.** Структурная схема разрабатываемого устройства

1, 1' – блоки датчиков для правой и левой ног соответственно, 2, 2' – мультиплексоры, 3, 3' – фильтры низких частот, 4, 4' – аналогово-цифровые преобразователи, 5 – микроконтроллер, 6 – слот для карт памяти, 7 – USB-интерфейс, 8 – клавиатура, 9 – устройство визуализации, 10 – аккумулятор

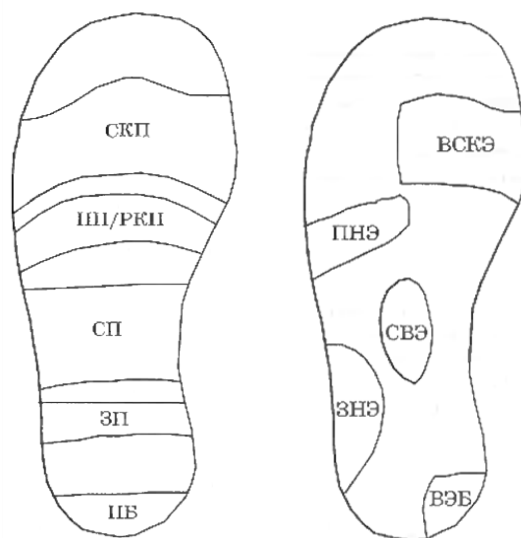
Другим распространенным заболеванием, диагностика которого имеет полезный эффект, является плоскостопие. Плоскостопие – деформация стопы, характеризующаяся уплощением ее сводов.

Различают поперечное и продольное плоскостопие, возможно сочетание обеих форм. При поперечном плоскостопии уплощается поперечный свод стопы, ее передний отдел опирается на головки всех пяти плюсневых костей, а не на 1 и 5, как это бывает в норме. При продольном плоскостопии уплощен продольный свод и стопа соприкасается с полом почти всей площадью подошвы.

Приведем упрощенную структурную схему разрабатываемого устройства (рис.1). Представленная структурная схема содержит два измерительных канала: для правой и левой ноги пациента. Каждый канал состоит из идентичного набора элементов: блока датчиков 1, расположенных на обувной стельке, мультиплексора 2, фильтра низких частот 3 и аналогово-цифрового преобразователя 4. При этом фильтр низких частот сопряжен со схемой смещения нуля, т.к. того требует схема включения датчиков. Мультиплексоры управляются микроконтроллером 5, который, в свою очередь, позволяет подключать устройство к ЭВМ, записывать информацию на съемный носитель 6, осуществлять управление режимами работы устройства, а также позволяет визуализировать процесс измерения. Устройство является портативным и поэтому питается от сменного аккумулятора 10, который, в свою очередь, может подзаряжаться от сети.

Особенно интересен вопрос о размещении датчиков на стельке. Исходя из особенностей анатомии стопы, логичным было бы размещение датчиков в соответствии со строением стопы человека, однако при проведении анализа литературы был найден новый

подход к размещению датчиков.



**Рис. 2.** Пояса и элементы постуральной стимуляции

В книге авторы особое внимание уделяют взаимосвязи тонических реакций и нарушениях вертикального положения тела человека. Исходя из основных концепций и идей, изложенных в указанном источнике, можно предположить, что разрабатываемое устройство могло бы выдавать ту же информацию, что и стабилметрическая платформа, или же информацию, интерпретировав и обработав которую соответственным образом, можно было бы получить результат схожий со стабилметрическими платформами. Поэтому расположить датчики на стельке следует в соответствии с поясами и элементами постуральной стимуляции. Выделяют пояса: субкапитальный (СКП), передний (ПП/РКП), срединный (СП), задний (ЗП), пояс под бугристостью пяточной кости (ПБ). Элементы – это локальные структуры, а именно: внутренний субкапитальный (ВСКЭ), передненааружный (ПНЭ), средневнутренний (СВЭ), задневнутренний (ЗНЭ), внутренний (ВЭБ) (рис.2) [3].

Таким образом, разрабатываемое устройство в соответствии с предложенной структурной схемой обладает многими положительными качествами, среди которых: портативность, возможность постановки диагноза, дальнейшая перспектива в использовании для производства ортопедических стелек на 3D-принтере. Устройство основано на современной элементной базе и построено по модульному принципу, что позволяет производить быстрый ремонт и замену вышедших из строя частей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика: учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 463с.
2. Слива С.С. Отечественная компьютерная стабилография: технический уровень, функциональные возможности и области применения. Мед техника 2005; 1: 32—36.
3. Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека. СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2008. – 316 с.

## ОБ АВТОРАХ



**Даминова Эмилия Айратовна**, магистрант каф. электроники и биомедицинских технологий УГАТУ, дипл. бакалавра. по биотехническим системам и технологиям (УГАТУ, 2015). Иссл. в обл. инф.-изм. систем, мед. техники.

e-mail: [11ed@mail.ru](mailto:11ed@mail.ru)



**Мирина Татьяна Владимировна**, доц. каф. электроники и биомедицинских технологий, инж.-элект. по инф.-изм. и упр. системам УГАТУ, 1991). Канд. техн. наук (там же, 2006). Иссл. в обл. инф.-изм. систем, мед. техники.

e-mail: [petrov@gmail.com](mailto:petrov@gmail.com)

УДК 621.9.06:513.(07)

### ДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРОТЕКАЮЩИЕ В МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕМ СТАНКЕ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ

**Омельчак А. Г., Фецак С. И., Идрисова Ю. В.**

**Аннотация.** Проведены экспериментальные исследование высокоскоростной токарной обработки деталей из титанового сплава ВТ9. Проанализированы динамические процессы, протекающие при резании титанового сплава ВТ9 резцом из твердого сплава ВК60М.

**Ключевые слова:** Автоколебания, динамическая характеристика, процесс резания.

Внедрение высокоскоростной обработки деталей в машиностроительное производство характеризуется определенной проблемой: наибольшая точность и производительность оборудования достигается на отдельных операциях технологического процесса при конкретном сочетании обрабатываемый материал – инструмент – режимы резания.

Для обеспечения надежной работы современных высокоскоростных станков необходимо проводить мероприятия по исследованию динамических характеристик технологической системы (ТС) станочного оборудования [1].

Современные конструкционные материалы (нержавеющие и жаропрочные стали и сплавы, титан и его сплавы) находят широкое применение в современном машиностроении и авиастроении. Эти материалы обладают высокими эксплуатационными свойствами, но характеризуются трудной обрабатываемостью, связанной с высокой интенсивностью износа режущего инструмента.

Целью экспериментальных исследований динамических характеристик оборудования является разработка метода оценки влияния процессов, протекающих в упругой системе станка на интенсивность износа режущего инструмента.

Для реализации поставленной цели решены следующие задачи:

1. Собрана экспериментальная установка на базе токарного многоцелевого станка фирмы *Mori Seiki NL1500SY* и измерительной системы для регистрации и записи виброметрической информации;
2. Составлен план эксперимента, согласно которому производилась обработка заготовки (таблица 1);
3. На основании полученной экспериментальной информации построены зависимости износа инструмента от величин колебаний в системе СПИД;

Таблица 1

План эксперимента

Номер эксперимента	$D$ , мм	$n$ , об/мин	$V$ , м/мин	$S$ , мм/об	$t$ , мм
1	2	3	4	5	6
1	97	4594,163	1400	0,1	0,5
2	97	4922,318	1500		
3	96	5305,165	1600		
4	96	5636,738	1700		
5	96	4310,446	1300		
6	96	3978,874	1200		
7	96	3647,301	1100		
8	96	3315,728	1000		
9	96	2984,155	900		
10	96	2818,369	850	0,1	0,5
11	96	2652,582	800		
12	96	2387,324	720		
13	96	2321,010	700		
14	96	1989,437	600		
15	96	1657,864	500		
16	96	1591,549	480		
17	96	1326,291	400		
18	96	994,718	300		
19	96	828,932	250		
20	96	663,146	200		
21	92	518,984	150		
22	90	353,678	100		
23	87	219,524	60		
24	82	194,091	50		
25	77	165,356	40		

Проведение эксперимента.

В таблице 2 представлена информация по процессу резания и износу режущего инструмента. Обработка проводилась на различных скоростях резания. Величины подачи и глубины резания для всех экспериментов одинаковы:

$$S = 0,1 \text{ мм/об};$$

$$t = 0,5 \text{ мм}.$$

Интенсивность изнашивания была определена по формуле:

$$J_h = \frac{h_3}{L},$$

где  $h_3$  – величина фаски износа по задней поверхности, мм;

$L$  – длина пути резания, мм.

Таблица 2

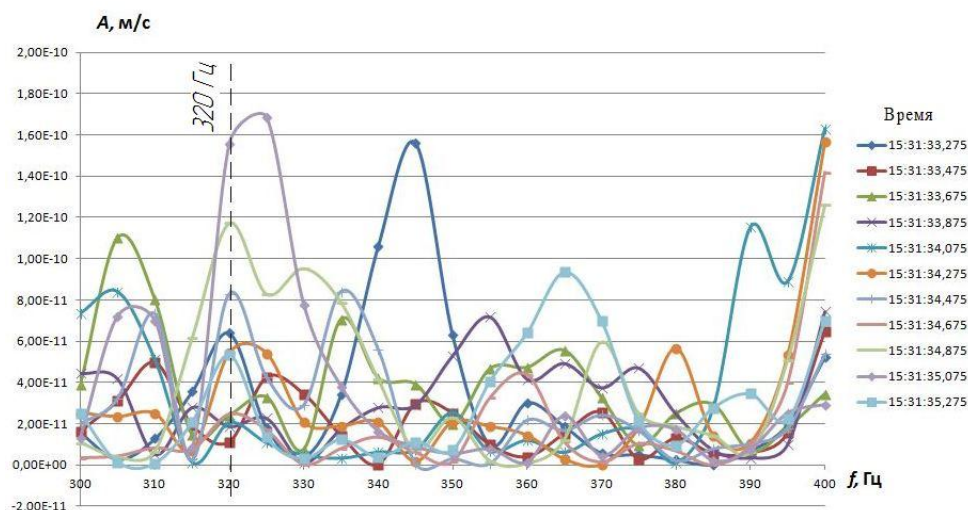
## Информация по процессу резания и износу режущего инструмента

Номер эксп-та	$D$ , мм	$n$ , об/мин	$V$ , м/мин	Длина пути резания $L$ от начала, мм	Износ, мм	Обрабатываемая длина на заготовке $l$ , мм	$J_h \cdot 10^6$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	96	5305,165	1600	10000	1,10	3,316	110,00
2	97	4922,318	1500	8500	1,00	2,789	117,65
3	97	4594,163	1400	10000	1,00	3,282	100,00
4	96	4310,446	1300	10000	1,20	3,316	120,00
5	96	3978,874	1200	10000	1,20	3,316	120,00
6	96	3647,301	1100	10000	1,40	3,316	140,00
7	96	3315,728	1000	10000	1,20	3,316	120,00
8	96	2984,155	900	10000	0,90	3,316	90,00
9	96	2818,369	850	10000	0,90	3,316	90,00
10	96	2652,582	800	10000	1,00	3,316	100,00
11	96	2387,324	720	10000	1,00	3,316	100,00
12	96	2321,010	700	10000	0,90	3,316	90,00
13	96	1989,437	600	10000	1,15	3,316	115,00
14	96	1657,864	500	10000	0,80	3,316	80,00
15	96	1591,549	480	10000	0,80	3,316	80,00
16	96	1326,291	400	10000	0,60	3,316	60,00
17	96	994,718	300	50000	0,60	3,316	12,00
18	96	828,932	250	160000	0,70	13,263	4,38
19	94	677,255	200	200000	0,60	27,090	3,00
20	94	507,941	150	354000	0,40	55,874	1,13
21	88	361,716	100	2154000	0,50	146,133	0,23
22	87	219,524	60	400000	0,00	146,349	0,00

На рис. 1 показан фрагмент АЧХ, на котором наглядно видно проявление автоколебательного режима на частоте 320 Гц, которой соответствует одна из собственных частот оборудования (обмотка ротора электрической части шпинделя) [2, 3].

Поскольку на частоте 320 Гц наиболее отчетливо проявляется режим автоколебаний, все дальнейшие расчеты по установлению зависимости износа инструмента и амплитуды относительных колебаний инструмента и заготовки от скорости резания было решено проводить именно для этой частоты.





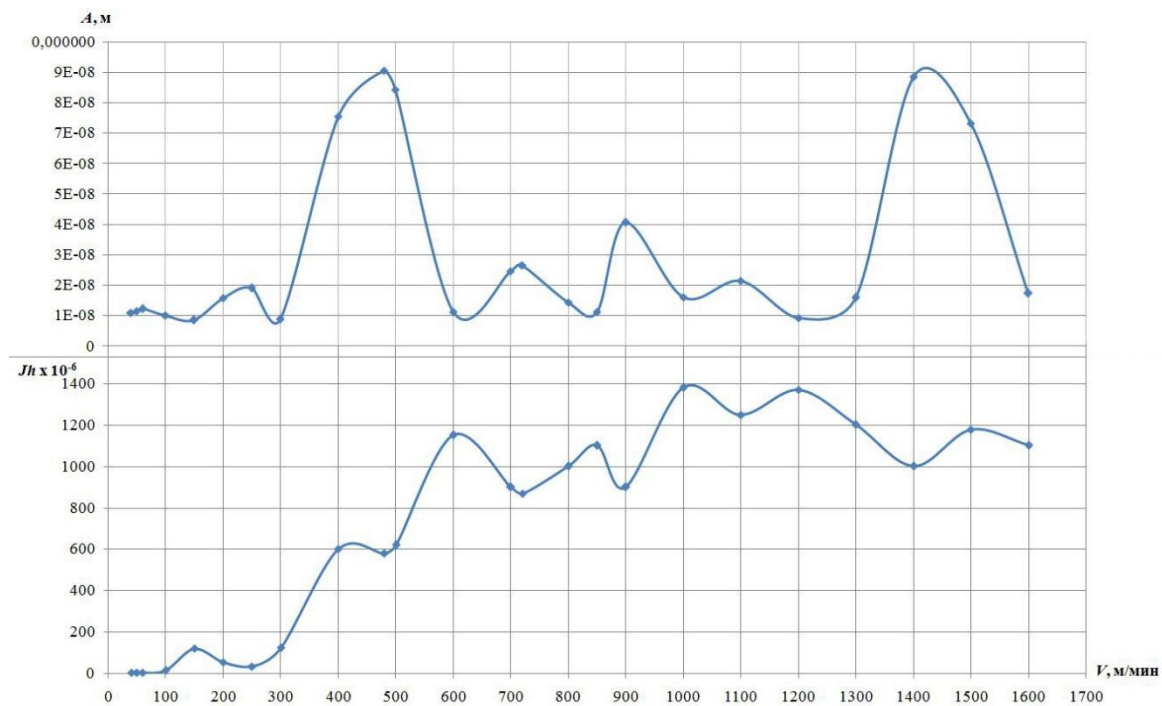
**Рис. 1.** Фрагмент АЧХ. Изменение амплитуды колебаний с течением времени на частоте колебаний 320 Гц

Для каждой скорости резания были подсчитаны среднеквадратичные значения амплитуды виброперемещений на частоте 320 Гц от каждого значения виброперемещения на всех зарегистрированных моментах времени. Среднеквадратичные значения амплитуды виброперемещений и значения интенсивности изнашивания для всех скоростей резания представлены в таблице 3. По данным таблицы 3 была построена диаграмма зависимости интенсивности износа инструмента и амплитуды вибрации в зоне резания от скорости резания (рис. 2). Пример измерения износа режущего инструмента представлен на рисунке 3.

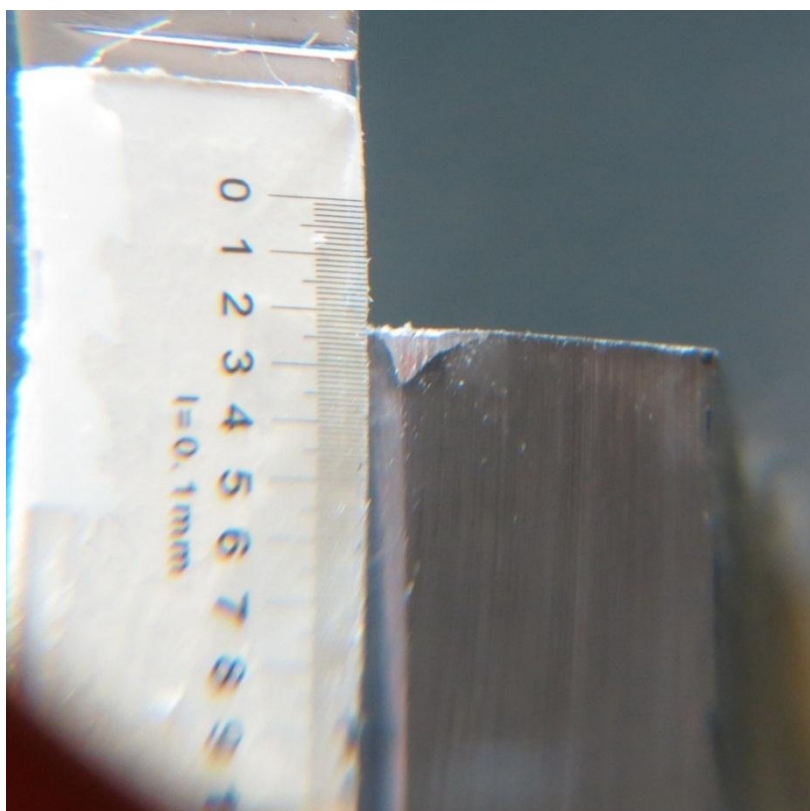
**Таблица 3**

**Зависимости значений экспериментальных данных от скорости резания**

№	$V$ , м/мин	$A$ , мм	$J_h \cdot 10^6$
1	60	1,22E-08	3,51
2	100	9,98E-09	15,83
3	150	8,52E-09	120,07
5	200	1,58E-08	55,46
6	250	1,91E-08	34,58
7	300	8,75E-09	125,67
8	400	7,55E-08	600,00
9	480	9,05E-08	580,00
10	500	8,43E-08	620,00
11	600	1,12E-08	1150,00
12	700	2,46E-08	900,00
13	720	2,66E-08	870,00
14	800	1,43E-08	1000,00
15	850	1,13E-08	1100,00
16	900	4,06E-08	900,00
17	1000	1,61E-08	1380,00
18	1100	2,15E-08	1250,00
19	1200	9,18E-09	1370,00
20	1300	1,59E-08	1200,00
21	1400	8,86E-08	1000,00
22	1500	7,32E-08	1176,47
23	1600	1,74E-08	1100,00



**Рис. 2.** График интенсивности износа инструмента и амплитуды вибрации в зоне резания от скорости резания



**Рис. 3.** Износ токарного резца 1,0 мм при обработке заготовки на скорости 720 м/мин

Анализ результатов эксперимента.

Проведя анализ влияния амплитуды колебаний и скорости резания на интенсивность износа инструмента (рис. 2), выявлено, что существует критическая величина интенсивности колебаний, при превышении которой резко увеличивается интенсивность износа режущего инструмента.

Установлено, что амплитуда колебаний имеет максимальное значение при скорости резания, соответствующей минимальной интенсивности износа инструмента.

Каждый последующий минимум интенсивности износа инструмента (максимум амплитуды колебаний) наблюдаются при скоростях резания кратных 60 м/мин (60 м/мин, 240 м/мин, 480 м/мин, 720 м/мин, 960 м/мин и т.д.).

### Выводы

1. В результате исследований интенсивности износа инструмента в совокупности с динамическими процессами, протекающими при резании в диапазоне умеренных, нормальных, форсированных и высоких скоростей резания установлено, что максимум амплитуды колебаний соответствует минимуму интенсивности износа на всем диапазоне изменения скорости резания. Представляет практический интерес и тот факт, что каждый последующий минимум интенсивности износа инструмента (максимум амплитуды колебаний) наблюдается при скоростях резания кратных 60 м/мин (60 м/мин, 240 м/мин, 480 м/мин, 720 м/мин, 960 м/мин и т.д. (рис. 2)).

2. Полученные зависимости позволяют назначить форсированные режимы резания, при которых сочетание качество поверхности и износ инструмента будут оптимальными.

3. С увеличением экстремального значения скорости резания изменяется интенсивность износа в соотношении:

$$60 : 240 : 480 : 720 : 960 = 1 : 10,8 : 165,2 : 247,9 : 356,1.$$

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Постнов В. В., Идрисова Ю. В., Фецак С. И.** Взаимосвязь изнашивания режущего инструмента с динамическими процессами, протекающими в станочной системе при резании, СТИН, №6, 2015 - С. 2 – 6.
2. **Фецак С.И., Идрисова Ю.В., Кудояров Р.Г., Латыпов Р.Р., Омельчак А.Г.** Исследование динамических процессов, протекающих в металлорежущем станке при высокоскоростной обработке деталей, СТИН, №11, 2016 - С. 11 – 13.
3. **Omelchak, A[leksandr]; Fecak, S[I.] & Idrisova, U[V.]** (2016). Dynamic Processes in a Machine-Tool at High-Speed Machining, Chapter 16 in DAAAM International Scientific Book 2016, pp.175-182, B. Katalinic (Ed.), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-09-9, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria.

### ОБ АВТОРАХ



**Омельчак Александр Геннадьевич**, магистрант каф. Мехатронные станочные системы УГАТУ, дипл. бакалавр по мехатронике и робототехнике (УГАТУ, 2015). Исследования процессов, протекающих в металлорежущих станках при высокоскоростной обработке титановых сплавов

e-mail: [alexisom@yandex.ru](mailto:alexisom@yandex.ru)



**Фецак Сергей Игоревич**, к.т.н., доц. каф. Мехатронные станочные системы УГАТУ. Исследования процессов, протекающих в металлорежущих станках при высокоскоростной обработке титановых сплавов

e-mail: [format\\_invest@mail.ru](mailto:format_invest@mail.ru)



**Идрисова Юлия Валерьевна**, к.т.н., доц. каф. Мехатронные станочные системы УГАТУ. Исследования процессов, протекающих в металлорежущих станках при высокоскоростной обработке титановых сплавов

e-mail: [yu.v.idrisova@mail.ru](mailto:yu.v.idrisova@mail.ru)

УДК 608.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ШИН ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ И СИСТЕМАХ

**Пронин Р. В.**

**Аннотация.** Проектирование перспективного бортового оборудования относится сегодня к приоритетным направлениям развития авиационной промышленности Российской Федерации. В рамках данной работы рассматриваются как уже используемые бортовые шины информационного обмена, так и перспективные, еще не внедренные, по следующим критериям: возможные типы, объем, достоверность передаваемой информации. Описывается выбор шины информационного обмена для каждого уровня передачи информации на борту самолета. Разработаны рекомендации по применению определенных шин информационного обмена применительно к авиационному оборудованию летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** бортовые системы обмена, ARINC-429, STANAG-3910, шины информационного обмена, MIL-STD-1553B, ARINC-629.

Оценим возможные типы, объем и достоверность передаваемой информации по шинам данных. В шинах ARINC-429, MIL-STD-1553B, RS-485, STANAG-3910 невозможна передача звуковой, графической и видеоинформации. В ARINC-629 частично появляется эта возможность. AFDX, SCI, InfiniBand, Fiber Channel поддерживают передачу такой информации. Объем передаваемой информации ограничивается пропускной способностью шин. У каждой шины она разная, начиная с 12,5Кбит/с в ARINC-429 и заканчивая 30Гбит/с в InfiniBand. Для проверки достоверности в шинах используются разные методы. Если в ARINC-429 даже нет подтверждения принятия информации, то в ARINC-629 уже появляется древовидный контроль. В перспективных шинах используются контрольная

сумма, циклические коды и другие методы.

Исследованы скорости обмена на различных ступенях передачи информации, допустимые длины кабелей, надежность в системе информационного обмена, полнота и глубина контроля передаваемой информации при применении существующих шин, и с учетом перспективы развития каналов информационного обмена. Данные представлены в таблицах 1 и 2.

На нижнем уровне связи (между датчиками и блоками сбора информации) достаточно скоростей 10Кбит/с – 1Мбит/с. На 2 уровне (передача информации от блоков сбора информации к центральному вычислителю) желательна скорость от 1Мбит/с. На верхнем уровне связи (передача информации от центрального вычислителя к системе индикации) желательно иметь скорость, измеряемую гигабитами в секунду.

Длина кабелей зависит от типа применяемых проводов. При использовании оптоволокна в перспективных шинах максимальная длина связей достигает 100 километров.

Для каждого уровня передачи информации была выбрана лучшая шина методом анализа иерархий.

Выбор шины нижнего уровня происходил по критериям: скорость обмена, полнота и глубина контроля информации, количество подключаемых абонентов, стоимость интерфейсного оборудования, сложность организации обмена. MIL-STD-1553B является приоритетной шиной нижнего уровня, затем следует ARINC-429, далее STANAG-3910.

Выбор шины 2-го уровня (от блоков сбора информации к центральному вычислителю) происходил по критериям: скорость обмена, полнота и глубина контроля информации, количество подключаемых абонентов, стоимость интерфейсного оборудования, методы исключения наложения информации. ARINC-629 является приоритетной шиной второго уровня, затем следует STANAG-3910, и только потом MIL-STD-1553B.

Выбор шины для соединения центрального вычислителя с системой индикации происходил по критериям: скорость обмена, полнота и глубина контроля информации, пригодность для авиации (наличие стандартов), стоимость интерфейсного оборудования, передача графической, звуковой, видеоинформации. Fiber channel является приоритетной шиной для соединения центрального вычислителя с системой индикации, затем следует AFDX, за ней идет InfiniBand и на последнем месте SCI.

Таблица 1

## Сравнительная характеристика действующих бортовых шин

Шины Критерии	RS-485	STANAG-3910	ARINC-429	MIL-STD 1553B	ARINC-629 (DATAC)
Скорость обмена	100 кбит/с — 10 Мбит/с	10 –кбит/с – 1 мб/с	12,5-14 или 100 Кбит/с	До 1 Мбит/с	До 2Мбит/с
Методы исключения наложения информации	Протоколы OSI (Modbus, DCON, DN485)	Арбитраж доступа по принципу приоритета	Невозможно возникнове ие коллизий, радиальная шина	Исключение наложения обеспечивает контроллер, как единственное средство информационного обмена в шине	Временное регулирование с помощью 3-х таймеров
Полнота и глубина контроля информации и устройств, участвующих в обмене	Возможно переключение по сигналу или автоматически , с проверкой состояния линии и без.	Контроль передачи, дополняющие биты, контрольная сумма, контроль значений полей при приёме	Биты паритета, матрица признаков или статуса	Двойная избыточная линия передачи информации, полудуплексный протокол «команда-ответ», бит четности	Контрольная сумма, слово состояния

Таблица 2

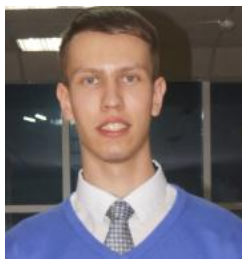
## Сравнительная характеристика действующих бортовых шин

Шины Критерии	AFDX	Fibre Channel	Infiniband	SCI	Eth пром
Скорость обмена	До 10Гбит/с	от 133 Мбит/с до 4 Гбит/с	2,5/10/30 Гбит/с	Максимальная скорость передачи — 1 Гбит/с	До 10Гбит/с
Методы исключения наложения информации	Используется полнодуплексный Ethernet и топология «звезда»	Методика простого перемещения данных из буфера передатчика в буфер приемника	Архитектура коммутации соединений типа "точка-точка".	В любом кольце один из узлов выполняет административные функции	Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD).
Полнота и глубина контроля информации и устройств, участвующих в обмене	Переключатель контролирует целостность передаваемой информации	32-х разрядный контрольный циклический код и ограничитель кадров, встроенные протоколы для поддержания канальных операций	Связь на базе коммутации пакетов с сохранением целостности данных	«Гарантированная доставка данных», 16-битный контрольный код CRC	Код CRC (4 байта) для проверки ошибок передачи

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 18977-79. Последовательный канал информационного обмена.
2. ГОСТ Р 52070-2003. Интерфейс магистральный последовательный системы электронных модулей. Общие требования.
3. Гурьев Д.Е., Демьянов П.Ю., Миронов Н.Ю., Харин В.А. Разработка устройств сопряжения мультиплексного канала обмена (MIL-STD-1553) // Мир авионики. - 2004. - №1. - С. 36-39.
4. Джанджгава Г.И. Авионика пятого поколения: новые задачи - новая структура // Вестник авиации и космонавтики. - 2011. - № 5. - С. 8-10.

## ОБ АВТОРАХ



**Пронин Роман Васильевич**, магистрант каф. управления инновациями УГАТУ, дипл. бакалавра по вычислительной технике и защите информации (УГАТУ, 2016). Исследования в области шин информационного обмена в бортовых вычислительных комплексах и системах.

e-mail: [romawww08@gmail.com](mailto:romawww08@gmail.com)

## СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ

Чуйков А. В., Вульфин А. М.

**Аннотация.** Целью исследования является повышение эффективности систем распознавания жестов на основе нейросетевых алгоритмов анализа изображений. Выполнен аналитический обзор существующих на сегодняшний день программных решений и подходов к реализации систем распознавания жестов, включающих в себя стадии обнаружения, отслеживания и распознавания. Разработана структурная схема системы распознавания жестов, разработан алгоритм распознавания на основе нейросетевых технологий, выбраны подходящие дескрипторы образцов и структура классификаторов для достижения наилучших результатов. Для снижения размерности вектора признаков использована ассоциативная сеть с узким горлом и многослойный перцептрон [АМВ1] с вероятностным методом главных компонент. Также произведена оценка эффективности программного модуля распознавания жестов.

**Ключевые слова:** распознавание жестов, нейросетевые технологии, метод опорных векторов, локальные бинарные шаблоны, алгоритм адаптивного усиления классификаторов, гистограмма направленных градиентов, OpenCV, MATLAB.

Развитие человеко-машинных интерфейсов является актуальной задачей на сегодняшний день, поскольку внедрение таких систем позволяет приблизить взаимодействие между пользователем и компьютером к обычному взаимодействию между людьми.

В области управления посредством жестов на сегодняшний день существует достаточное количество технологий:

-приложения, которые позволяют управлять компьютером, используя простые жесты (Flutter, NPointer[1], EyeSight PC[2], Control Air[3]);

-бесконтактные сенсоры, которые реализуют технологию распознавания жестов различной сложности (Microsoft Kinect, LeapMotion[4], Ractiv Touch+[5], SoftKinetic[6], Xtion Pro[7]).

Несмотря на достигнутые успехи в данной области, существует и ряд недостатков[8], ограничивающих эти технологии в использовании, как в массовом сегменте, так и в узкоспециализированном, например, в военной технике.

При построении систем распознавания жестов требуется дорогостоящая аппаратная часть. Относительно алгоритмической части возникает потребность в сложных алгоритмах машинного зрения и методах обработки и оптимизации информационных потоков.

Технология распознавания как динамических, так и статических жестов все еще не достигла достаточного уровня по совокупности качества распознавания, скорости работы и требуемых вычислительных и аппаратных ресурсов. Поэтому можно сказать, что на сегодняшний день актуальной задачей является разработка и совершенствование новых алгоритмов и методов распознавания жестов, которые в дальнейшем могут быть внедрены в системы эффективного естественного взаимодействия человека и машины. Исходя из этого, была поставлена цель работы - повысить точность алгоритмов распознавания жестов на основе анализа двумерной модели пространства с помощью нейросетевых технологий.

В ходе анализа алгоритмов обнаружения объектов [9,10,11,12,13] было установлено, что они просты в реализации, но большая часть из них обладают малой точностью и сильно зависят от внешних факторов, таких как: освещение, фон, размер объекта и прочее. Для того чтобы повысить точность данной группы методов, необходимо совмещать их, поскольку это позволит повысить точность локализации объекта на изображении.

В методах отслеживания объектов [14,15,16] существует различный набор

преимущество, однако превалирует вычислительная сложность алгоритмов и необходимость соблюдения определенных условий. Данные алгоритмы также целесообразно сочетать с методами обнаружения, для получения корректной степени отслеживания.

В процессе исследования методов распознавания объектов [17-26] были установлены предпочитаемые качественные характеристики, такие как: точность распознавания и скорость работы.

В предлагаемом методе для детектирования и распознавания руки используются методы машинного обучения, поскольку данные, получаемые с Web-камеры, имеют высокий уровень шумов – это делает методы обнаружения руки неэффективными без использования особых условий, что нецелесообразно в нашем случае.

Оценка эффективности системы распознавания жестов производится на изображениях и в видеопоследовательности путем анализа матриц неточностей, которые позволяют оценить количество допускаемых ошибок.

Предлагаемая структурная схема системы распознавания жестов (СРЖ) с использованием web-камеры приведена на рис. 1.

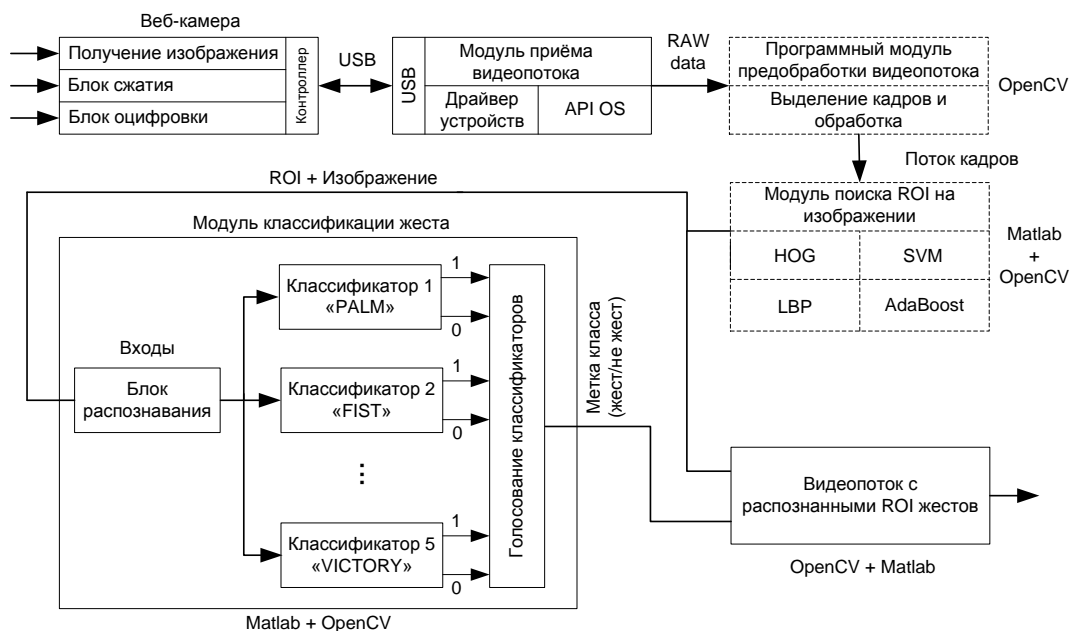


Рис. 1 Структурная схема системы СРЖ

Система состоит из web-камеры, прикладной программы с нейросетевым модулем распознавания и устройством вывода информации. После снятия изображения в работу включается блок оцифровки, который занимается преобразованием аналогового электрического сигнала, сформированного матрицей web-камеры, в цифровой формат. Блок сжатия web-камеры выполняет компрессию оцифрованного видеосигнала в один из форматов сжатия (JPEG, MJPEG, MPEG-1/2/4, Wavelet). Благодаря этому сокращается общий размер кадра, либо видеопоследовательности. Данный этап необходим для хранения и передачи фото/видеоизображения. На контроллере web-камеры осуществляются операции по выводу оцифрованного и сжатого изображения на интерфейс USB. После того, как изображение поступает на USB шину, происходит его загрузка в модуль приёма видеопотока, который далее передает необработанные кадры (raw data) в программный модуль предобработки видеопотока. После предобработки происходит выделение кадров и их обработка для поиска области интереса (ROI) на изображении. Как только ROI найдена, осуществляется поиск признаков HOG или LBP для дальнейшей классификации жеста в модуле. Набор признаков должен быть достаточным для идентификации класса объекта, и он представляется в виде n-мерного вектора. Сам классификатор выдаст «1», если жест распознан, «0» если нет. Голосование классификаторов выполняется выбором



классификатора с максимальным откликом, затем полученный результат выводится на экран компьютера.

Системы распознавания жестов функционирует по предложенному алгоритму и приведена на рис. 2. Далее раскрыты основные этапы алгоритма.



**Рис. 2** Алгоритм распознавания жестов

На этапе предобработки осуществляется подготовка двух обучающих выборок: позитивной и негативной. Дополнительно на данном шаге осуществляется перевод цветного изображения в оттенки серого, и выравнивание гистограммы, если жест распознается в видеопоследовательности.

Генерация признаков для классификаторов является важным этапом, на котором формируется вектор признаков. В данном случае в качестве признаков используется гистограмма направленных градиентов (HOG) и локальные бинарные шаблоны (LBP).

Гистограмма направленных градиентов (histogram of oriented gradients) – главной концепцией алгоритма является возможность представления объекта на изображении описанием распространения интенсивности градиентов или направлением краёв[27].

Локальные бинарные шаблоны (local binary patterns) – являются описанием окрестности пикселя на изображении в двоичном представлении. При этом задействованный оператор локального бинарного шаблона использует восемь пикселей, которые окружают центральный, принимая значение интенсивности пикселя в центре в качестве некоторого «порогового значения»[28].

При отборе значимых признаков существуют два подхода: когда нет необходимости в отборе значимых признаков, и когда такая необходимость есть. Первый подразумевает, что жест будет найден на изображении как область интереса и идентифицирован одним из нескольких классификаторов. В таком случае целесообразно использовать метод опорных векторов (support vector machine), поскольку SVM [29] может обработать все признаки HOG дескриптора целиком. Либо алгоритмы усиления композиции классификаторов (AdaBoost) [30], которые справляются с большим количеством признаков локальных бинарных шаблонов.

Во втором случае из большого объема признаков получается компактный вектор, который будет использоваться в качестве признаков. Также стоит учесть, что выбираются наиболее подходящие из всех, причем, неподходящие не удаляются, а используются при дальнейших отборах.

Для достижения лучших результатов выбраны следующие дескрипторы и классификаторы: HOG+SVM и LBP+AdaBoost. Для снижения размерности вектора признаков решено использовать ассоциативную сеть с узким горлом и многослойный перцептрон (МЛП) с вероятностным методом главных компонент.

Тестирование спроектированной системы распознавания жестов производилось в

два этапа: сначала тестировался метод опорных векторов на множестве фотографий. Затем тестировался классификатор локальных бинарных шаблонов на нескольких видеопоследовательностях, причем в самом видео менялась скорость смены жестов с целью проверки эффективности определения жестов в динамичных сценах. Фото и видео были сделаны в меняющихся условиях освещения и под разными углами наклона объекта.

На практике оценивать эффективность классификатора удобнее посредством матрицы неточностей, поскольку данный подход позволяет наглядно представить результаты классификации.

Количество ошибок ( $E$ ) при распознавании жестов путем классификации гистограмм направленных градиентов с помощью SVM. Результаты представлены далее (таблица 1).

Таблица 1

### Оценка количества ошибок классификации с помощью SVM

		Предсказанный				
		Класс	1	2	3	4
Настоящий	1	<b>98</b>	0	0	0	3
	2	0	<b>97</b>	1	2	0
	3	0	0	<b>98</b>	0	0
	4	2	1	0	<b>96</b>	0
	5	0	2	1	2	<b>97</b>

Количество ошибок при распознавании жестов составляет:

$$E_1 = \frac{98 + 97 + 98 + 96 + 97}{100 * 5} \times 100\% = \frac{486}{500} \times 100\% = 97,2\% - 100\% = 2,8\% ; \quad (1)$$

Качество распознавания с помощью алгоритма адаптивного усиления и локальных бинарных шаблонов оценивалось в видеопоследовательности (таблица 2). Было записано пять разных видео продолжительностью 30 секунд. При 10 кадрах в секунду получим 300 кадров в каждом из видео.

Таблица 2

### Оценка количества ошибок классификации с помощью AdaBoost

		Предсказанный				
		Класс	1	2	3	4
Настоящий	1	<b>292</b>	3	0	4	2
	2	4	<b>293</b>	2	5	0
	3	0	2	<b>295</b>	0	6
	4	2	0	0	<b>291</b>	2
	5	2	2	3	0	<b>290</b>

Общий уровень ошибок при распознавании жестов в видеопоследовательности составляет:

$$E_2 = \frac{292 + 293 + 295 + 291 + 290}{300 * 5} \times 100\% = \frac{1461}{1500} \times 100\% = 97,4\% - 100\% = 2,6\% ; \quad (2)$$

В результате численных экспериментов было установлено, что разработанный алгоритм уменьшает количество ошибок во время распознавания жестов. Он является универсальным, поскольку может быть дополнен базой зашумленных изображений для увеличения точности распознавания на сложных изображениях и в видеопоследовательности.

В работе [31] количество ошибок при распознавании в видеопоследовательности составило 6,6%, в [32] 8,2%, а в [33] 8%. В нашем случае в результате применения HOG+SVM количество ошибок составило 2,8% и 2,6% при использовании LBP+AdaBoost[AMB2]. Предложенный алгоритм снизил уровень ошибок при распознавании жестов в видеопоследовательности web-камеры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Как управлять компьютером жестами с помощью веб-камеры [Электронный ресурс] URL: <http://www.lookatme.ru/mag/how-to/inspiration-howitworks/199949-gesture-control> (дата обращения 16.01.2017).
2. Embedded computer vision [Электронный ресурс] URL: <http://www.eyesight-tech.com/> (дата обращения 16.01.2017).
3. How to control your Mac with hand gestures [Электронный ресурс] URL: <http://www.macworld.co.uk/how-to/mac-software/control-you-mac-with-hand-gestures-3598714/> (дата обращения 16.01.2017).
4. Leap Motion, Kinect, Oculus [Электронный ресурс] URL: <https://vc.ru/p/natural-user-interfaces> (дата обращения 16.01.2017).
5. Touch+ make any surface multitouch and more [Электронный ресурс] URL: <http://www.ractiv.com/> (дата обращения 16.01.2017).
6. Softkinetic, Wikipedia [Электронный ресурс] URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Softkinetic> (дата обращения 16.01.2017).
7. Xtion PRO [Электронный ресурс] URL: [https://www.asus.com/3D-Sensor/Xtion\\_PRO/](https://www.asus.com/3D-Sensor/Xtion_PRO/) (дата обращения 16.01.2017).
8. Алгоритм и методы обнаружения и распознавания жестов руки на видео в режиме реального времени [Электронный ресурс]: электрон. журн. 2014. № 97. URL: <http://sj.kubsau.ru/2014/03/20.pdf> (дата обращения 28.09.2016).
9. Нахождение контуров и операции с ними [Электронный ресурс]: OpenCV шаг за шагом. URL: <http://robocraft.ru/blog/computervision/640.html> (дата обращения 28.09.2016).
10. Vision-based Hand Gesture Recognition for Human-Computer Interaction [Электронный ресурс] URL: <http://www.ics.forth.gr> (дата обращения 28.09.2016).
11. Кузнецов А.И., Сурков А.В., Рудь М.Н. Использование машинного зрения в целях автоматизации и контроля в технических системах [Электронный ресурс] URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/16932> (дата обращения 28.09.2016).
12. Determining optical flow [Электронный ресурс] URL: [http://image.diku.dk/imagecanon/material/HornSchunckOptical\\_Flow.pdf](http://image.diku.dk/imagecanon/material/HornSchunckOptical_Flow.pdf) (дата обращения 28.09.2016).
13. Шальнов Е., Кононов В., Конушин В. Алгоритм вычитания фона, основанный на поблочных классификаторах // Труды 21-й Международной конференции по компьютерной графике и зрению ГрафиКон'2011. — GraphiCon. — МАКС Пресс Москва, 2011.
14. Background subtraction techniques: a review [Электронный ресурс] URL: [http://profs.sci.univr.it/~cristanm/teaching/sar\\_files/lezione4/Piccardi.pdf](http://profs.sci.univr.it/~cristanm/teaching/sar_files/lezione4/Piccardi.pdf) (дата обращения 2.10.2016).
15. Towards Ubiquitous Document Scanning [Электронный ресурс] URL: [https://robau.files.wordpress.com/2010/06/final\\_report\\_00012.pdf](https://robau.files.wordpress.com/2010/06/final_report_00012.pdf) (дата обращения 2.10.2016).
16. Анализ изображений и видео Лекция 8: Сегментация изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://compscicenter.ru/media/slides/> (дата обращения 2.10.2016).
17. Перевод книги Learning OpenCV [Электронный ресурс]. URL: <http://roboforum.ru/forum51/topic9153.html> (дата обращения 2.10.2016).
18. Гистограмма направленных градиентов [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма\\_направленных\\_градиентов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма_направленных_градиентов) (дата обращения 2.10.2016).
19. Алгоритм машинного обучения AdaBoost [Электронный ресурс]. URL: <http://www.machinelearning.ru> (дата обращения 2.10.2016).
20. Классификация данных методом опорных векторов [Электронный ресурс]. URL: <https://habrahabr.ru/post/105220/> (дата обращения 2.10.2016).
21. Уменьшение размерности в данных [Электронный ресурс]. URL: <http://courses.graphicon.ru/files/courses/smisa/2009/lectures/lecture12.pdf> (дата обращения 2.10.2016).

15.10.2016).

22. Искусственная нейронная сеть [Электронный.ресурс].URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная\\_нейронная\\_сеть](https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть) (дата обращения 15.10.2016).

23. Maraqa M., Al-Zboun F., Dhyabat M., Zitar R.A. Recognition of Arabic Sign Language (ArSL) Using Recurrent Neural Networks // Journal of Intelligent Learning Systems and Applications, volume 4, 2012.

24. Murakami K., Taguchi H. Gesture Recognition using Recurrent Neural Networks // ACM Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Reaching through technology (CHI '91), 1999.

25. Преимущества нейронных сетей [Электронный.ресурс].URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/advantages.html> (дата обращения 22.10.2016).

26. Скрытая марковская модель [Электронный.ресурс].URL: [ru.wikipedia.org/wiki/Скрытая\\_марковская\\_модель](ru.wikipedia.org/wiki/Скрытая_марковская_модель) (дата обращения 22.10.2016).

27. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection [Электронный.ресурс].URL: <https://lear.inrialpes.fr/people/triggs/pubs/Dalal-cvpr05.pdf> (дата обращения 22.10.2016).

28. Local binary pattern [Электронный.ресурс].URL: <http://docs.opencv.org/2.4/modules/> (дата обращения 22.10.2016).

29. Классификация данных методом опорных векторов [Электронный.ресурс].URL: <https://habrahabr.ru/post/105220/> (дата обращения 2.10.2016).

30. Adaptive boosting [Электронный.ресурс].URL: <https://habrahabr.ru/post/80323/> (дата обращения 10.10.2016).

31. Nianjun Liu, Brian C. Lovell, Gesture Classification Using Hidden Markov Models and Viterbi Path Counting [Электронный.ресурс].URL: <http://staff.itee.uq.edu.au/lovell/aprs/dicta2003/pdf/0273.pdf36>. (дата обращения 15.10.2016).

32. Распознавание жестов на видеопоследовательности в режиме реального времени на основе применения метода Виолы - Джонса, алгоритма CAMShift, вейвлет-преобразования и метода главных компонент [Электронный.ресурс].URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/4244> (дата обращения 15.10.2016).

33. Нгуен Тоан Тханг, В.Г. Спицын, Алгоритмическое и программное обеспечение для распознавания формы руки в реальном времени с использованием SURF дескрипторов и нейронной сети [Электронный.ресурс].URL: [http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin\\_TPU/2012/v320/i5/09.pdf](http://www.lib.tpu.ru/fulltext/v/Bulletin_TPU/2012/v320/i5/09.pdf) (дата обращения 15.10.2016).

## ОБ АВТОРАХ



**Чуйков Артём Валерьевич**, студент каф. ВТиЗИ УГАТУ, дипл. бакалавра по направлению: вычислительные машины, комплексы, системы и сети (УГАТУ, 2016). Исследования в области нейросетевых технологий и компьютерного зрения.

e-mail: [artem.guy@gmail.com](mailto:artem.guy@gmail.com)



**Вульфин Алексей Михайлович**, доцент каф. ВТиЗИ УГАТУ, диплом инженера-программиста (УГНТУ, 2008). Кандидат технических наук по системному анализу, управлению и обработке информации (УГАТУ, 2012). Исследования в области интеллектуального анализа данных и моделирования сложных технических систем.

e-mail: [vulfin.alexey@yandex.ru](mailto:vulfin.alexey@yandex.ru)

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 368

### СТРАХОВОЙ РЫНОК РОССИИ: ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Мигунова К. И., Дзинтер Н. В.

Страховой рынок России является составной частью финансового рынка, на котором страховые компании предлагают услуги по различным видам страхования. При этом страховая компания выступает в роли страховщика, т.е. принимает на себя обязанность возместить страхователю ущерб при наступлении страхового случая.

В России количество компаний, работающих на рынке страхования, сильно изменилось за последнее десятилетие [1]. В начале перестройки, когда только начал формироваться российский рынок страховых услуг, участников рынка было очень много. В начале 2000-х их насчитывалось порядка полутора тысяч. По мере его формирования число участников сократилось в 5 раза, и на конец 2016 года в России насчитывалось 278 страховых компаний. Динамика изменения численности страховых компаний России за 2004 – 2016 г.г. представлена на рисунке 1. С 2004 года по 2016 год количество страховых компаний РФ уменьшилось на 1138.

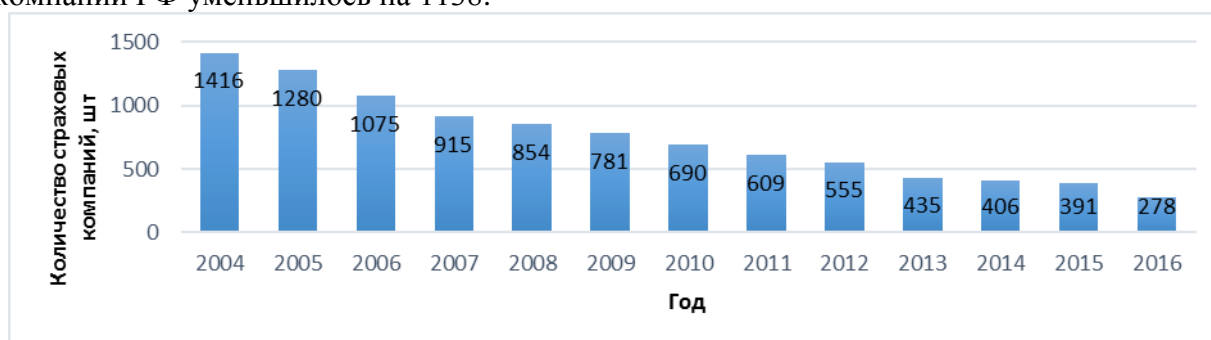
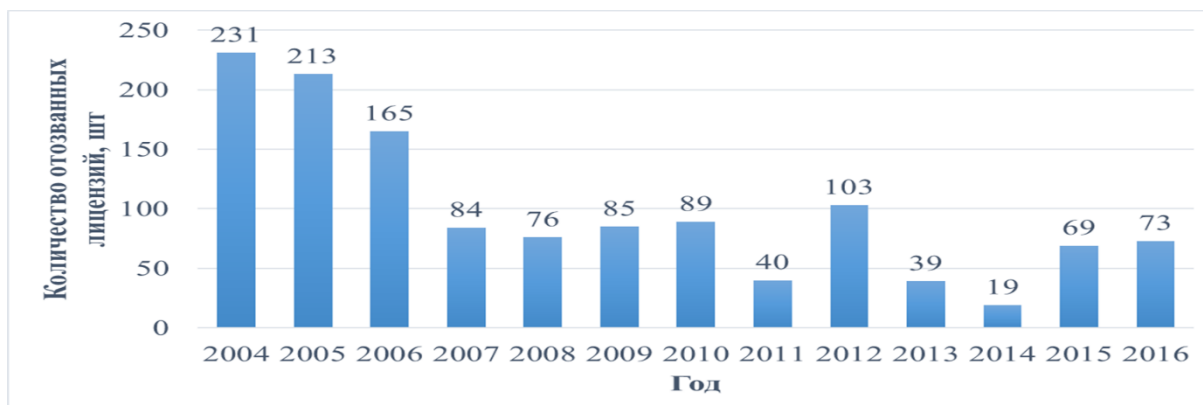


Рисунок 1. Количество страховых компаний в РФ

Причём, как видно из рисунка 1, эта тенденция остаётся неизменной в течение последних 12 лет, и страховой рынок явно демонстрирует сокращение числа участников рынка.

Нельзя утверждать, что эта тенденция обусловлена только конкурентной борьбой на рынке страхования. Тенденция сокращения числа участников рынка осталась прежней и после принятия в 2006 году Федерального закона «О защите конкуренции», целью которого было обеспечение справедливой конкуренции, в том числе и на рынке страхования.

Страхование является лицензируемым видом деятельности и в случае обнаружения серьёзных нарушений в работе компании, она лишается лицензии [2]. На рисунке 2 представлены данные об отозванных лицензиях у страховых компаний на территории РФ за 2004-2016 гг.



**Рисунок 2.** – Отозванные лицензии у страховых компаний в РФ

Ситуация с отзывом лицензий в целом по России не стабильна. В 2012-2014 годах на страховом рынке России наблюдалась обнадёживающая ситуация, когда количество отозванных лицензий резко уменьшалось с 103 в 2012 году до 19 в 2014 году. И с 2014 года опять наблюдается тенденция роста числа отозванных лицензий у страховых компаний России. Так в 2015 году было отозвано 69 лицензий, а в 2016 году отозвано уже 73 лицензии. На апрель 2017 года отозвано 8 лицензий.

Российский рынок страховых услуг представлен компаниями, которые сильно различаются как по размерам, так и по перечню оказываемых услуг. Десятка крупнейших страховых компаний России выглядит следующим образом: Согаз, Росгосстрах, Ингосстрах, РЕСО-Гарантия, АльфаСтрахование, Сбербанк страхование жизни, ВТБ Страхование, ВСК, Росгосстрах-жизнь, Согласие. Перечень страховых услуг, оказываемых этими компаниями, представлен в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Виды страховых услуг, предоставляемые крупнейшими страховыми компаниями РФ**

№	Страховые компании Виды страхования	Согаз	Росгосстрах	Ингосстрах	РЕСО-Гарантия	Альфа Страхование	Сбербанк страхование жизни	ВТБ Страхование	ВСК	Росгосстрах- жизнь	Согласие
1	Добровольное страхование										
2	Страхование жизни на дожитие	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
3	Страхование ренты	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
4	Пенсионное страхование	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
5	Страхование от несчастных случаев и болезней	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6	ДМС	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
7	Страхование имущества	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
8	Автострахование (КАСКО)	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
9	Страхование желдортранспорта	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
10	Страхование воздушного транспорта	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
11	Страхование водного транспорта	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
12	Страхование грузов	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
13	Агрострахование	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
14	Страхование иного имущества юр.лиц	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
15	Страхование иного имущества граждан	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
16	ДСАГО	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+

Продолжение таблицы 1

17	Зеленая карта	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+
18	Страхование ответственности владельцев желдортранспорта	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
19	Страхование ответственности владельцев авиатранспорта	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
20	Страхование ответственности владельцев водного транспорта	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
21	Страхование гражданской ответственности владельцев ОПО (добровольное)	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+
22	Страхование договорной ответственности	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
23	Страхование ответственности производителей за качество	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
24	Страхование ответственности за вред третьим лицам	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
25	Страхование предпринимательских рисков	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
26	Страхование финансовых рисков	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
27	Обязательное страхование (кроме ОМС), всего										
28	Обязательное личное страхование	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
29	Страхование "нежизни"	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
30	Страхование военнослужащих	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
31	ОСАГО	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
32	Страхование ответственности перед авиапассажирами	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	Страхование ОПО	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
34	Иные виды обязательного страхования ответственности	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
35	ОМС	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Как видно из таблицы 1, очень узкий перечень услуг предоставляют две известные российские компании – это «Росгосстрах – жизнь» и «Сбербанк – страхование жизни». Остальные компании предоставляют значительно более широкий перечень страховых услуг.

Почти все перечисленные в таблице 1 компании оказывают услуги по страхованию от несчастных случаев и болезней, а также ОСАГО. Остальные виды страховых услуг оказываются далеко не во всех компаниях. Меньше всего оказывают услуги по страхованию жизни на дожитие (3 компании из 10), страхованию ренты (3 компании из 10), пенсионному страхованию (2 компании из 10), страхованию ответственности владельцев желдортранспорта (2 компании из 10), обязательному личному страхованию (1 компания из 10), страхованию военнослужащих (2 компании из 10).

Из приведенных в таблице 1 видов страхования наиболее убыточными в 2015 году были страхование водного транспорта (убыток у 3 компаний из 7), ДСАГО (убыток у 4 компаний из 8), страхование военнослужащих (убыток у 1 компании из 2-х).

Основная причина закрытия страховых компаний - это невозможность произвести выплаты по страховым случаям.

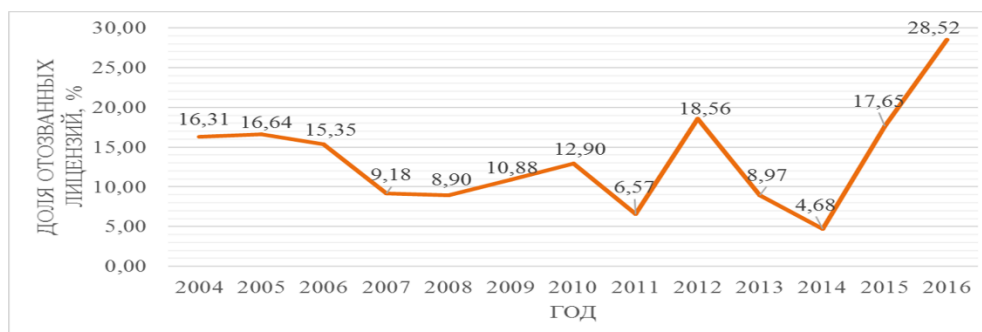
Другой причиной закрытия компаний является несбалансированный портфель, т.е. компания выбирает для себя основной вид страховой деятельности и осуществляет его, не развивая другие виды страхования. Подобный подход использовала страховая группа «МСК», сосредоточив усилия на автостраховании, что в конечном итоге принесло огромные убытки данной компании.

Одной из серьезных проблем страховых компаний является большая убыточность



автострахования. Эти проблемы явились причинами того, что у компаний отзывали или приостановили лицензии.

На рисунке 3 представлены данные о проценте отзыванных лицензий на территории России за 2004-2016 г.г.



**Рисунок 3.** – Доля отзыванных лицензий в РФ

Из рисунка 3 видно, что в 2016 году лицензии отзываны у 28,52 % компаний.

Большая убыточность автострахования (ОСАГО, КАСКО) вынудила многие страховые компании отказаться от данного вида страхования и это вызвало большие проблемы для клиентов. При этом компании занялись развитием альтернативных видов страхования, таких как имущественное страхование, страхование от несчастных случаев, ОНКО-страхование и т.д., что для страхового рынка в целом оказалось положительной тенденцией.

Современное состояние российского рынка страхования – это высокая конкуренция. Это обстоятельство требует от страховой компании комплексного подхода к управлению и решению проблем. Универсальным средством решения указанных задач является метод портфельного анализа.

В работе были собраны материалы, которые представлены в таблице 2, по сборам добровольных и обязательных видов страхования за 2014 и 2015 г.г. десяти крупнейших компаний российского рынка страхования. В процессе анализа были определены доли рынка, темпы роста сборов и относительная доля рынка рассматриваемых страховых компаний.

**Таблица 2.**

**Исходные данные для построения матрицы БКГ**

№	Название СК	Сборы за 2014, тыс.руб	Сборы за 2015, тыс.руб	Доля рынка в 2015	Темп роста	Относительная доля рынка
1	Росгосстрах	129866349	148861999	14,54	1,07	1,21
2	СОГАЗ	105229870	123216958	12,04	1,08	0,83
3	Ресо-Гарантия	65262234	77875308	7,61	1,09	0,52
4	Ингосстрах	65774492	73573028	7,19	1,06	0,49
5	Альфа Страхование	47779953	54008103	5,28	1,06	0,36
6	ВСК	37680235	48084859	4,70	1,13	0,32
7	ВТБ Страхование	36630989	47505220	4,64	1,14	0,32
8	Сбербанк Страхование жизни	36487794	44041733	4,30	1,10	0,30
9	Согласие	33856521	30756381	3,00	0,95	0,21
10	Росгосстрах жизнь	14545532	23869816	2,33	1,28	0,16
ИТОГО по рынку		987772587	1023819318	100	1,02	-

Матрица БКГ имеет типовой вид, где по оси X откладывается относительная доля рынка страховой компании, а по оси Y – темп роста. В матрице БКГ выделяют четыре квадранта:

- 1) верхний слева – «знаки вопроса»;
- 2) верхний справа – «звезды»;
- 3) нижний справа – «дойные коровы»;
- 4) нижний слева – «собаки».

В результате для анализируемых страховых компаний получаем матрицу БКГ, которая изображена на рисунке 4.

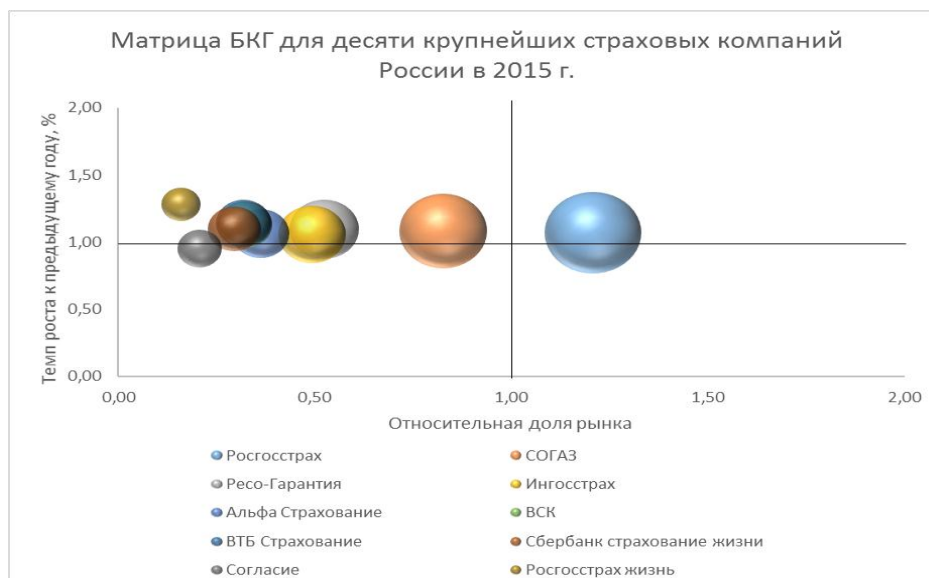


Рисунок 4. – Матрица БКГ

Как видно из рисунка 4, безусловным лидером на рынке страховых услуг является компания Росгосстрах. За ней следом идет СОГАЗ. Остальная «группа преследователей» скопилась в одном месте матрицы БКГ и тяжело понять к какому из квадрантов относится каждая из рассматриваемых компаний. Именно поэтому была построена таблица 3, в которой видно к какой из категорий относится каждая из страховых компаний.

Из рисунка 4 и таблицы 3 видно, что компания Росгосстрах однозначно принадлежит квадранту «звезды». Это означает, что она является лидером в своей отрасли. Поэтому компания должна поддерживать и укреплять свое положение на рынке, увеличивать инвестиции с целью дальнейшего развития.

В квадрант «вопросительные знаки» вошли 8 компаний: СОГАЗ, РЕСО-Гарантия, Ингосстрах, Альфа Страхование, ВСК, ВТБ Страхование, Сбербанк страхование жизни и Росгосстрах жизнь. Среди этих компаний выделяется СОГАЗ, который имеет большую долю рынка по сравнению с другими конкурентами и стремится «догнать» Росгосстрах. Одновременный переход данной компании в квадрант «звезды» маловероятен, если только компания Росгосстрах покажет отрицательные темпы роста. Приблизиться к Росгосстраху весьма возможно, тем более, что СОГАЗ многое для этого делает, в том числе с каждым годом наращивает свои обороты.

Остальные компании в квадранте «вопросительные знаки» показали положительные темпы роста в 2015 году по сравнению с 2014 годом, но имеют относительно маленькую долю рынка по сравнению с Росгосстрахом и СОГАЗом, хотя являются конкурентоспособными компаниями. Некоторым из этих компаний следует:

- пересмотреть свой портфель;
- развивать страховые виды, которые пока не получили должного внимания в других компаниях;
- выборочно принимать клиентов на страхование, тщательно учитывая риски и

экономическую ситуацию в стране, чтобы обеспечить приемлемый для компании финансовый результат.

Таблица 3.

Данные по матрице БКГ

		Знаки вопроса		Звезды	
Темп роста	Высокий	Название	Сборы, тыс.руб.	Название	Сборы, тыс.руб.
		СОГАЗ	123216958	Росгосстрах	148861999
		Ресо-Гарантия	77875308		
		Ингосстрах	73573028		
		Альфа Страхование	54008103		
		ВСК	48084859		
		ВТБ Страхование	47505220		
		Сбербанк Страхование жизни	44041733		
		Росгосстрах жизнь	23869816		
	Низкий	Собаки		Дойные коровы	
Согласие		30756381			
		Низкая		Высокая	
Относительная доля рынка					

В квадрант «собаки» попала компания Согласие. У данной компании в течение нескольких лет наблюдаются отрицательные темпы роста, компания закрывает свои офисы в некоторых регионах, так как их деятельность нерентабельна. Однако, пока, о глобальном сокращении сети речь не идёт.

Для более детального анализа страхового рынка России и выявления его проблем был проведен SWOT-анализ: выявлены сильные и слабые стороны, возможности и угрозы страхового рынка. Результаты SWOT-анализа представлены в таблице 4.

Как видно из таблицы 4, основными угрозами российского страхового рынка являются рост мошенничества, нестабильность на мировом финансовом рынке и низкая финансовая устойчивость страховых компаний. Как говорилось ранее, рост мошенничества получил очень большое распространение в России, в связи с чем многие компании отказываются от некоторых видов страховых услуг, по которым мошенничество развито в большей степени.

Мошенничество на рынке страховых услуг получило распространение не только со стороны клиентов, но также существует большое количество «лже» страховых компаний, которые предлагают различные скидки, чтобы заполучить деньги клиентов, но на самом деле не имеют лицензий на осуществление страховой деятельности. В связи с этим недоверие к страховым компаниям может только вырасти. При этом клиенты страховых компаний часто стремятся застраховаться подешевле, даже не удостоверившись в наличии лицензии у страховой компании. Всё это свидетельствует о низкой финансовой и страховой грамотности населения.

Таблица 4.

**SWOT - анализ страхового рынка России**

<p style="text-align: center;"><b>Возможности</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рост спроса на добровольные виды страховых услуг</li> <li>• Совершенствование стандартов ведения страхового бизнеса</li> <li>• Развитие рынка перестрахования</li> <li>• Рост проникновения страхования</li> <li>• Выход крупных страховых компаний на мировой рынок</li> <li>• Использование зарубежного опыта развития страхового рынка</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Угрозы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Мошенничество со стороны клиентов</li> <li>• Нестабильность на мировом финансовом рынке</li> <li>• Низкая финансовая устойчивость СК</li> <li>• Нестабильное финансовое положение клиентов</li> <li>• Появление на российском страховом рынке иностранных страховых компаний</li> <li>• Демпинг</li> <li>• Отток инвестиций из отрасли</li> <li>• Рост недоверия к страховым компаниям</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Сильные стороны</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Грамотно выстроенное сотрудничество с кредитными организациями</li> <li>• Страхование через интернет</li> <li>• Большое количество различных видов страхования</li> <li>• Относительно недорогое страхование по сравнению с зарубежными странами.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Слабые стороны</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Низкая страховая культура РФ</li> <li>• Риск банкротства СК</li> <li>• Высокие расходы СК</li> <li>• Незрелость добровольных видов страховых услуг</li> <li>• Несбалансированный страховой портфель у многих СК</li> <li>• Множество «лже СК» (мошенников)</li> </ul>

Страховой рынок России продолжает формироваться в соответствии с экономической ситуацией в стране и с учётом мирового опыта страхования. Он должен преодолеть те негативные тенденции, которые свойственны ему сейчас, и перейти на следующий этап своего развития, реализация которого может происходить в части расширения ассортимента видов страхования, качественного маркетингового анализа потребностей клиентов и развития информационных технологий в сфере страховых услуг с целью достижения уровня ведущих страховых компаний зарубежных стран.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Статистические данные по страховым рынкам – Режим доступа: <http://www.insur-info.ru/>;
2. Федеральная служба государственной статистики – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>;
3. Рейтинг страховых компаний – Режим доступа: <http://www.banki.ru/insurance/ratings/>.

**ОБ АВТОРАХ**

**Дзинтер Наталья Витальевна**, старший преподаватель кафедры «Экономика предпринимательства», помощник директора ИНЭК по научно-организационной и научной работе со студентами ИНЭК УГАТУ.

e-mail: [dzinter@inbox.ru](mailto:dzinter@inbox.ru)



**Мигунова Кристина Игоревна**, бакалавр направления «Экономика», профиль «Экономика предприятий и организаций», 4 курс, кафедры «Экономика предпринимательства».

e-mail: [kris\\_mig95@mail.ru](mailto:kris_mig95@mail.ru)

УДК 368

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА СТРАХОВАНИЯ Г.УФЫ

Мигунова К. И., Дзинтер Н. В.

Страховой рынок, как и экономика России в целом, сейчас переживает не лучшие времена. Сложная экономическая ситуация, падение доходов населения и многое другое оказывает огромное влияние на развитие страхового рынка. Несмотря на современную нелегкую ситуацию, рынок страхования продолжает развиваться и становится неотъемлемой частью финансовой системы.

Для изучения особенностей развития рынка страхования города Уфа был проведен предварительный социологический опрос населения. В опросе приняли участие 200 человек в возрасте от 18 лет и старше, среди которых 57% (114 человек) составили женщины и 43% (86 человек) – мужчины.

Возрастная структура опрошенных представлена в таблице 1.

Таблица 1

Возрастная структура опрошенных

Возраст, лет	Доля опрошенных, %
18 - 24	41
25 – 34	21
35 – 44	18
45 - 59	14
Старше 60	6

Как видно из таблицы 1, наибольшую долю опрошенных (41%) составляют лица от 18 до 24 лет. В остальных возрастных группах доля опрошенных представлена убывающей последовательностью. Меньше всего в опросе представлены лица старше 60 лет – 6 % опрошенных. Такая тенденция вполне объяснима, поскольку страхование, как один из видов финансовой деятельности, интересует только активную часть населения. Причём релевантными факторами здесь являются уровень образования и род деятельности. Это обстоятельство тщательным образом учитывалось в проводимых исследованиях. Так на рисунке 1 представлена образовательная структура опрошенных.

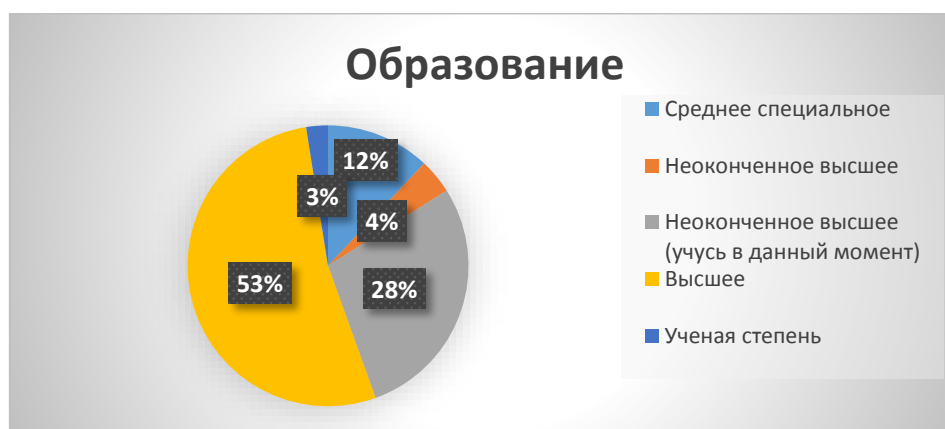


Рисунок 1. - Структура опрошенных с учётом уровня образования

Как следует из результатов проведенного исследования 53% опрошенных имеют высшее образование, 28% обучаются в данный момент в ВУЗе, 12% имеют среднее специальное образование, 4% имеют неоконченное высшее образование и 3% опрошенных

имеют ученую степень. В опросе не принимали участие лица, обучающиеся в школах, гимназиях и лицеях.

Как было указано выше, род деятельности опрошенных является релевантным фактором в проводимом исследовании. На рисунке 2 представлена структура участников социологического опроса по роду деятельности.



**Рисунок 2.** - Род деятельности участников социологического опроса

Из рисунка 2 видно, что значительные группы опрошенных составляют студенты – 30%, а также специалисты / служащие – 24,5%. Далее идут работники социальной сферы – 8,5%, рабочие – 8%, безработные / временно не работающие – 8%, руководители среднего звена управления – 6,5%, владельцы бизнеса и предприниматели – 6,5%. Самые малочисленные группы составляют госслужащие / военнослужащие – 4%, руководители высшего звена управления – 3% и пенсионеры – 1%.

В проводимом исследовании вопрос об осведомленности населения о страховых компаниях, которые предоставляют свои услуги на рынке страхования, являлся одним из первоочередных. Участникам опроса были предложены наиболее известные и крупные страховые компании, которые оказывают страховые услуги на рынке города Уфа. На рисунке 3 представлены результаты исследования по данному вопросу об информированности опрошенных о страховых компаниях.



**Рисунок 3.** – Осведомлённость населения о страховых компаниях

Из рисунка 3 видно, что меньше всего опрашиваемые слышали о компании Энергогарант, Югория и ВСК, 6,5%, 16% и 16,5% опрошенных соответственно.

Такие компании как Росгосстрах, ВТБ страхование, СОГАЗ и Ингосстрах известны 89%, 64,5%, 57,5% и 55,5% опрошенным соответственно.

Из 13 предложенных компаний респонденты в среднем слышали о 4,6 компаниях.

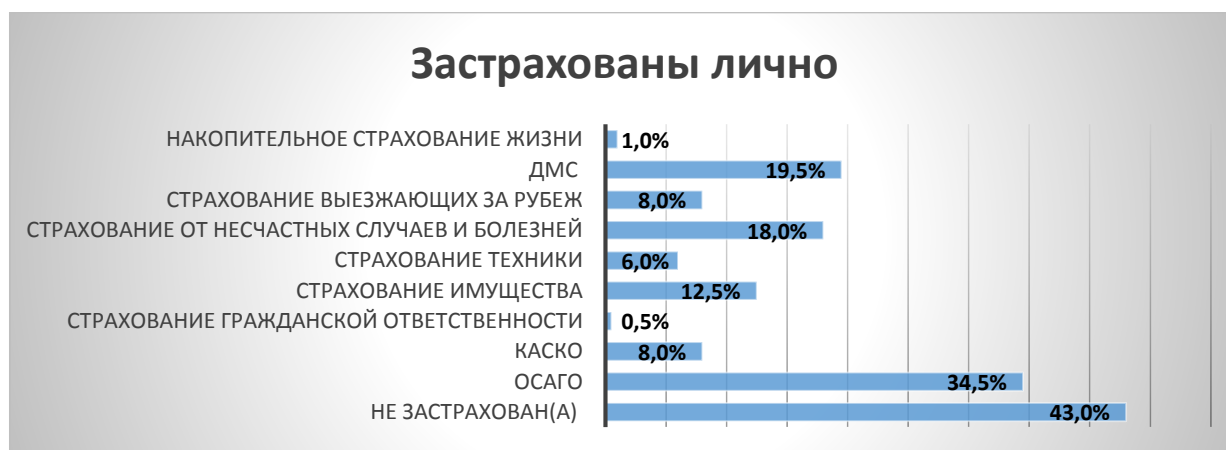
В проведенном социологическом опросе исследовался вопрос осведомленности граждан о наличии различных видов страхования. Результаты этого фрагмента исследования представлены на рисунке 4.



**Рисунок 4.** - Виды страхования, о которых слышали опрошенные

Из рисунка 4 видно, что самыми известными (традиционными) видами страхования являются ОСАГО (90,5%), КАСКО (70,0%), страхование имущества (79%), ДМС (56,0%), страхование от несчастных случаев и болезней (65,0%), страхование выезжающих за рубеж (46,0%). Малоизвестными (сравнительно новыми) для потребителя являются страхование техники (35,5%) и накопительное страхование жизни (20,5%).

Одним из вопросов проводимого исследования был вопрос: по каким видам страхования участники опроса застрахованы лично. Результаты исследования по данному вопросу представлены на рисунке 5.



**Рисунок 5.** - Опрошенные, которые застрахованы лично

Проведенные исследования показали, что 43% опрошенных вообще не пользуются услугами страховых компаний. Наибольший процент застрахованных приходится на автовладельцев. Так по ОСАГО застрахованы 34,5 % опрошенных. При этом КАСКО на слуху у 70% опрошенных, а застрахованы по данному виду только 8% опрошенных. Это может быть связано с достаточно высокой стоимостью страховки. КАСКО используется, как правило, при покупке автомобиля в кредит.

Про ДМС слышали 56% опрошенных, а застрахованы лично только 19,5% Лишь 0,5% опрошенных (1 человек) ответили, что застрахованы по страхованию гражданской ответственности. Опрошенные, которые застрахованы по ОСАГО, не осведомлены о том, что являются страховщиками по гражданской ответственности. В целом, если исключить

обязательные виды страхования из страхования гражданской ответственности, то вывод неутешителен, данный вид страхования почти не развит. Страхование техники осуществляют лишь 6% опрошенных, а накопительное страхование жизни - 1%.

Проведенный социологический опрос позволяет подвести предварительные итоги по оценке возможностей по дальнейшему развитию рынка страхования в г.Уфе. Так по четырём из девяти самых традиционных видов страхования неиспользуемый потенциал чрезвычайно высок (таблица 2) и определяет основные направления дальнейшего развития страхового рынка г.Уфы.

Таблица 2

**Потенциальные возможности страхового рынка г.Уфы**

№	Виды страхования	Неиспользуемый потенциал страхового рынка г.Уфы
1	Накопительное страхование жизни	<b>79,5</b>
2	ДМС	44,0
3	Страхование выезжающих за рубеж	<b>54,0</b>
4	Страхование от несчастных случаев и болезней	35,0
5	Страхование техники	<b>64,5</b>
6	Страхование имущества	21,0
7	Страхование гражданской ответственности	<b>72,0</b>
8	КАСКО	30,0
9	ОСАГО	9,5

Это прежде всего накопительное страхование жизни и страхование гражданской ответственности. Далее идут страхование техники и страхование выезжающих за рубеж. Другие сегменты страхового рынка не так значительны, но тем не менее обладают весьма значительным потенциалом.

Дальнейшее развитие страхового рынка требует, прежде всего, активной работы страховых компаний по продвижению услуг тех сегментов рынка, где неиспользуемый потенциал весьма велик. Самым действенным инструментом здесь, конечно, являются законодательные изменения, когда государство может стимулировать развитие различных видов страхования, сделав их обязательными для определенных групп населения. Необходимы государственные решения, которые создадут благоприятную почву для дальнейшего развития российских страховых компаний.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистические данные по страховым рынкам – Режим доступа: <http://www.insur-nfo.ru/>;
2. Рейтинг страховых компаний – Режим доступа: <http://www.banki.ru/insurance/ratings/>.

### ОБ АВТОРАХ



**Дзинтер Наталья Витальевна**, старший преподаватель кафедры «Экономика предпринимательства», помощник директора ИНЭК по научно-организационной и научной работе со студентами ИНЭК УГАТУ.

e-mail: [dzinter@inbox.ru](mailto:dzinter@inbox.ru)





**Мигунова Кристина Игоревна**, бакалавр направления «Экономика», профиль «Экономика предприятий и организаций», 4 курс, кафедра «Экономика предпринимательства».

e-mail: [kris\\_mig95@mail.ru](mailto:kris_mig95@mail.ru)

УДК 316.422:629.7

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ИМПУЛЬС СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Каримов Т. Р.**

Авиационная отрасль включает в себя широкий спектр сфер деятельности по разработке, производству, эксплуатации, обслуживанию и ремонту летательных аппаратов. На долю авиационной промышленности приходится более 30 процентов общего объема продукции ВПК, более 40 процентов объема военной продукции и 60 процентов объема военного экспорта. Авиационная промышленность России является одной из наиболее наукоемких, высокотехнологичных и системообразующих отраслей промышленности и занимает ведущее место среди оборонных отраслей по численности высококвалифицированных кадров, стоимости основных фондов предприятий, объему производства и продаж продукции.

Значительную часть в авиастроении занимает производство и ремонт двигателей. Значительные доли на российском рынке двигателестроения имеют НПО Сатурн, УМПО, КМПО и Моторостроитель. Емкость рынка авиадвигателей, включая их ремонт, составляла около 40% от уровня сегодняшних в сопоставимых ценах. При этом основными его сегментами стали восстановительный ремонт уже отработавших свой ресурс силовых установок для отечественных заказчиков, а также изготовление новых двигателей в рамках выполнения контрактов на поставку авиатехники на экспорт.

Анализ современного состояния и основных тенденций развития предприятий авиационного моторостроения, позволяют выявить, что на предприятиях авиационной промышленности существует целый комплекс проблем, требующих особого, дополнительного внимания: организация опытно-конструкторских работ, необходимость технической модернизации существующих мощностей, устаревшие двигатели, устанавливаемые на отечественные гражданские лайнеры, неудовлетворяющие принятым в мире экологическим требованиям и др. Финансовый кризис 2008 г. и последовавшее вслед за ним серьезное снижение объемов авиаперевозок в России поставило отечественных авиастроителей в тяжелое положение. Вместе с тем намечены и реализуются проекты, способные вывести предприятия отрасли на новый уровень развития. В настоящее время реализуется Стратегия развития газотурбинного двигателестроения до 2025 г., которая должна способствовать росту объемов производства в двигателестроительной отрасли в 2 раза к 2018 г., в 4 - к 2025 г. При этом производительность труда в отрасли должна вырасти к 2018 г. вдвое, к 2025-му - в 6-8 раз. Целью новой редакции федеральной целевой программы «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 гг. и на период до 2018 г.» является принципиальное изменение стратегической конкурентной позиции гражданского сектора российской авиапромышленности на мировом рынке. Программа ставит задачу завоевать к 2025 году не менее 10% мирового рынка гражданской авиатехники. Достижение такого результата на остро конкурентном и жестко регулируемом рынке требует создания новых конкурентоспособных продуктов, проведения маркетинга и послепродажного обеспечения на качественно новом уровне. В таких условиях от

руководства предприятий авиационного моторостроения требуется принципиально изменить подходы к управлению инновационной деятельностью. Для этого была разработана модель системы управления инновационным процессом при реализации инновационной импульсной стратегии

На основе анализа деятельности должны быть сформированы корректирующие и предупреждающие действия. Процедура корректировки должна включать в себя следующие мероприятия: анализ несоответствий (включая жалобы потребителей); установление причин несоответствий требованиям; оценка необходимости действий для того, чтобы избежать повторных несоответствий; определение и осуществление необходимых действий; анализ результативности предпринятых корректирующих действий.

Применение данной модели позволяет предприятию избежать разрозненных действий, последовательно осуществлять инновационный процесс в соответствии со стандартами качества, что позволит получать высокий результат инновационного процесса и эффективно реализовать инновационную импульсную стратегию.

Методика построения системы целевых показателей реализации инновационной импульсной стратегии предприятий авиационного моторостроения, базирующаяся на концепции сбалансированной системы показателей (B8C). Важнейшим элементом данной методики является система показателей оценки инновационного процесса (таблица 1), которая складывается в результате анализа трех основных информационных потоков.

Предлагаемая система показателей включает в себя: показатели результата процесса (продукта), отражающие степень достижения целей в ходе формирования импульса инновационного развития; показатели эффективности процесса, представляющие собой соотношение между достигнутым результатом и затраченными ресурсами при реализации инновационной импульсной стратегии; показатели, отражающие степень удовлетворенности клиента (потребителя результата процесса) и позволяющие выработать мероприятия поддерживающие импульс.

В таблице 1 представлены примерные показатели, которые должны в дальнейшем уточняться с точки зрения специфики организации, ее целей и реализуемой стратегии. Данная система показателей, основанная на требованиях стандарта 180 9001:2008 и встроенная в сбалансированную систему показателей (B8C) позволяет получать информацию о том, насколько стратегия соответствует ситуации внутри организации, способствует достижению и развитию долговременных конкурентных преимуществ, обеспечивает необходимый уровень результативности и эффективности деятельности предприятия.

На заключительном этапе должны быть созданы условия для дальнейшего развития предприятия. Собственники предприятия должны быть уверены, что после продажи продукта они получают запланированную прибыль. В ходе проектирования и производства новой продукции необходимо проводить внутренний аудит деятельности предприятия.

Таблица 1 - Показатели процесса, продукта и удовлетворенности потребителей  
результатом инновационного процесса

	<b>Стоимостные показатели</b>	<b>Временные показатели</b>	<b>Качественные показатели</b>
<b>Показатели оценки формирования импульса развития</b>	-удельные затраты на приобретение лицензий, патентов, ноу-хау -затраты на приобретение инновационных фирм -удельные затраты на обучение сотрудников подразделения НИОКР	-длительность процесса разработки нового продукта (технологии) -длительность подготовки производства нового продукта -длительность производственного цикла нового продукта -длительность совещаний по обсуждению новых идей	- производительность труда сотрудников, занятых НИОКР -текучесть кадров в отделе НИОКР -состав исследовательских, научно-технических структурных подразделений -состав и стабильность творческих инициативных временных групп
<b>Показатели оценки реализации импульса развития</b>	-доход в расчете на одного работника подразделения НИОКР -удельные затраты на НИОКР в объеме продаж -прибыль на капитал, инвестированный в разработку и производство новой продукции (технологии) (КО!)	-показатель инновационности ТАТ (время от момента осознания спроса до начала продаж) -средний срок выполнения заказа на новую продукцию (технологии)	-% некачественных разработок, не нашедших спроса на рынке -% внедренных рационализаторских предложений в общем объеме
<b>Показатели оценки процесса поддержания импульса</b>	-изменение прибыли на акционерный капитал (КОЕ) в результате производства и сбыта новой продукции (внедрения новой технологии) -изменение экономической добавленной стоимости (ЕУА) в результате производства и сбыта новой продукции (внедрения новой технологии) -% отклонений от плановой себестоимости новой продукции из-за инновационного процесса	-% отклонений от плановых сроков производства новой продукции из-за организации инновационного процесса -% срыва сроков выполнения заказов по новой продукции из-за неэффективной организации инновационного процесса	-количество жалоб потребителей на новую продукцию (технологии) -количество клиентов, перешедших к конкурентам

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валентей С.И. Человеческий потенциал: новые измерители и новые ориентиры// Вопросы экономики. -2013.-№2
2. Денисенко Л.А. Основы образовательной логистики. Из. КГУ-2013.-317с
3. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент: учебник для вузов. - 6-е изд., испр. и доп. - СПб.: 2011. - 448 с.

УДК 331.101:1

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРУДА

Галяутдинова Э. Р.

В переводе с греческого термин “методология” означает “путь познания”. Методологию в общем смысле можно определить как систему принципов и методов (способов) организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.

Если теория представляет собой некий актуальный результат познания, то методология - это логика познания и в этой роли определяет способы достижения и построения этого знания. Методология задает те базисные принципы, или правила, по которым выработанные в теоретическом анализе понятия увязываются между собой в целостную систему. Благодаря этому теория превращается в логически непротиворечивую систему научного знания. Теоретическая связь понятий задает исходную систему координат, в рамках которой интерпретируются эмпирические данные, выдвигаются гипотезы, разрабатывается методический инструментарий. Таким образом, теория через методологию выходит на методику конкретного исследования и интерпретацию полученных эмпирических результатов

Вершину своего классического развития методология получила в немецкой философии, в работах И. Канта и Г. В. Ф. Гегеля (особенно в его “Науке логики”).

В современных работах предлагается рассматривать методологию как многоуровневое образование. В ней, как правило, выделяют следующие три уровня:

1. Общая методология определяет некоторый общий (философский) подход к познанию мира, или, иными словами, общую методологическую ориентацию. Для отечественных исследователей в области социальных наук таковым является диалектико-системный подход.

2. На втором уровне выделяют специальную методологию как связь методологических принципов, используемых в данной области познания. В нашем случае в “сфере труда и предпринимательства” специальная методология - методология труда и предпринимательства - есть применение всеобщих принципов познания к особым объектам исследования («труд» и «предпринимательство»).

3. На третьем уровне методология предстает как совокупность конкретных методических приемов исследования и организации исследовательской деятельности. Обозначается термином «методика». Если методология задает правил организации, прежде всего теоретического знания (сопряжение, соотнесение понятий и т. п.), то методика выполняет аналогичную функцию, но по отношению к эмпирической (фактологической) информации.

В основу логики и теории познания, ученые, стоящие на диалектико-системных позициях, кладут следующие общеметодологические принципы:

- 1). Принцип объективности познания;
- 2). Принцип учета диалектики объективного и субъективного в исследовании;

3). Принцип единства (или всеобщей связи), который требует рассматривать исследуемый объект во взаимосвязи и единстве с другими объектами, то есть в системной целостности;

4). Принцип историзма (развития) - устанавливает подход к действительности как изменяющейся во времени, развивающейся; требует рассматривать объект в его генезисе (в аспекте его образования, становления) и развитии.

Последние два принципа, могут быть объединены и обозначены как «принцип всеобщей связи, становления и развития».

5). Принцип причинности, устанавливающий существование генетической связи между отдельными состояниями объекта в процессе его движения и развития.

6). Принцип «восхождения от абстрактного к «конкретному», или «от всеобщего к особенному» как принцип диалектической логики и одновременно метод познания. Этот принцип указывает на общую направленность познавательного процесса в целом - движение от менее содержательного к более содержательному знанию. Процесс познания складывается как бы из двух видов движения мысли: прямого движения от «абстрактного» к «конкретному» и возвратного - от «конкретного» к «абстрактному». Абстрактное в общем смысле понимается как «бедность», односторонность знания, а конкретное - как полнота, содержательность знания. Каждое последующее «абстрактное» - более содержательно и в снятом виде содержит «конкретное». Или, как тонко заметил Гегель: «на каждой ступени дальнейшего определения всеобщее поднимает выше всю массу его предшествующего содержания и не только ничего не теряет вследствие своего диалектического поступательного движения и не оставляет ничего позади себя, но несет с собой все приобретенное и обогащается и уплотняется внутри себя».

7). Принцип единства единичного, особенного и общего. Общее как закономерность выражается в единичном и через единичное, а всякая новая закономерность вначале выступает в виде единичного исключения из общего правила. При этом в общее превращаются такие единичные исключения, которые соответствуют тенденции развития.

8). Принцип учета конкретных условий, в которых проводится исследование.

9). Принцип верифицируемости, проверки истинности теоретических положений, установления достоверности опытным путем.

10). Принцип бесконечности процесса познания.

На уровне общей методологии, таким образом, формируются и закладываются наиболее общие принципы научного познания.

Закон «единства и борьбы противоположностей» указывает на всеобщий источник развития всех явлений и процессов реальности. Подчеркивает относительность «единства» противоречивых сторон в явлении (как всего лишь момента динамического равновесия сил) и абсолютное значение «борьбы», или динамического взаимодействия сторон в развитии явления, процесса.

Методология труда представляет собой систему принципов познания и методов исследования труда. В ней представлены методы практически всех уровней научного познания: от метатеоретического до эмпирического и прикладного.

На метатеоретическом уровне формируются самые общие представления о труде как вечном естественном условии человеческой жизни, его сущности, всеобщих и необходимых моментах (атрибутах); закладывается концепция труда как система исходных положений и принципов его исследования.

Отечественная методология труда в построении общей социальноэкономической теории труда и предпринимательства исходит из принципа диалектического единства человека, общества и труда. Это первый методологический принцип, который лежит в ее основе. Он гласит: познание многообразия и развития форм труда необходимо осуществлять в единстве с познанием развития общества и человека. Нельзя мыслить труд, человека и общество в отрыве друг от друга, или задаваться вопросом: что возникло раньше общество,

человек или труд? Они представляют собой взаимообуславливающие друг друга объекты в процессе становления и развития социальной реальности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Осипов Г.В. Механизм действия социальных законов // Энциклопедический социологический словарь / Общ. ред. Г. В. Осипова. Изд-ие ИСПИ РАН, 2008. - С. 404
- 2.Базаров В. Производительный труд и труд, образующий ценность. СПб., 2012.-298 с.
- 3.Басария Р.В. Взаимосвязь разделения труда и перемены труда. - Тбилиси: Сакартвело, 2014.-289 с.
- 4.Афанасьев В. Вклад Австрийской школы в развитие трудовой теории стоимости (к проблеме единства экономической науки) // Вопросы экономики. 2012. - № 2. - С.105.
3. Гегель Г.В.Ф. Наука логики // Гегель Г. Соч. Т. 6. С. 315.

УДК 316.334.22

### СТРУКТУРА СОЦИАЛЬНОГО ЗНАНИЯ О ТРУДЕ

**Галяутдинова Э. Р.**

Двойной методологический статус социоэкономической теории труда в системе наук о труде в качестве общей и частной теории подразумевает сложную структуру социального знания о труде. Причем не только в плане его, если так можно выразиться, «горизонтального ветвления», экстенсивного распространения научного знания по квазипространству науки за счет освоения межпредметных связей, умножения и дифференциации социальных и собственно экономических дисциплин, но и в плане иерархического структурирования вследствие теоретико-концептуального развития.

По существу в социоэкономике труда представлены все уровни научного знания: метатеоретическое, общетеоретическое, частнотеоретическое и эмпирическое (опытное) знание.

Метатеоретический уровень являет собой вершину теоретического знания и фиксирует самые общие предпосылки теоретической деятельности. Последние формулируются в виде принципов познаний. «Мета» означает «стоящее после, за». Например, «метафизика» в своем исходном значении - буквально «то, что следует после физики» - выделяла ту часть философского наследия Аристотеля, в которой шла речь о недоступных для органов чувств, умозрительно постигаемых началах всего сущего, из которых исходят все науки. Таким образом, метатеория - это теория, описывающая строение какой-либо научной теории более низкого уровня, или иначе - совокупность положений и принципов различного порядка, в которых утверждается нечто о самой теории.

Метатеоретическое знание представляет собой единство общенаучных и философских принципов познания, которые задают определенное видение мира (так называемую «научную картину мира») и общую методологическую ориентацию познавательной деятельности (своего рода «стиль мышления» исследователя). На общую методологическую ориентацию влияет мировоззрение и философская традиция, которой придерживаются ученые, исследователи в данной стране, или определенная научная школа. Например, религиозное или сциентистское мировоззрение, материалистическая или идеалистическая позиция в гносеологии. Исследователи, принадлежащие к той или иной научной школе или философской культуре могут пользоваться метатеоретическими принципами даже неосознанно, поскольку некоторые элементы метатеории представлены в сознании исследователя в неявном виде. В силу этого последние иногда называют

«архетипами теоретического мышления». Метатеоретические принципы хотя и выступают в конкретном процессе познавательной деятельности ее исходным пунктом, предпосылкой, но по отношению к уровню развития познания в целом являются его итоговыми результатами.

На метатеоретическом уровне познания труда формулируются самые общие положения о труде, закладывается концепция труда как система взглядов, исходных положений о его сущности и принципы исследования. Но это еще не есть необходимая связь, которая действительно адекватно отражает изучаемый объект. Когда связь понятий становится не только достаточной, но и необходимой, концепция перерастает в теорию. Концепцию, таким образом, можно считать предварительным этапом построения теории. Отсюда теория - это концепция, не только логически обоснованная, но и эмпирически, экспериментально подтвержденная [4].

Теория занимает в структуре научного знания центральное место. На общетеоретическом уровне знания о труде формируется общая социэкономическая теория труда и предпринимательства. Основным элементом теоретического знания является закон. Закон - это утверждение о необходимых, существенных, устойчивых и повторяющихся связях. Поскольку закон отражает общую и необходимую связь в явлениях определенного типа или класса, постольку познание, или так называемое «выведение законов», возможно только на теоретическом уровне. В эмпирических исследованиях фиксируются и подтверждаются лишь тенденции его проявления, или иначе, закономерности.

Обнаружение закономерности - первый этап в исследовании тех или иных объективных процессов. Лишь дальнейшее углубление в сущность взаимосвязей, охватываемых данной закономерностью, способно привести к открытию закона. Поэтому закон устанавливается в теоретическом анализе, хотя выявляется в эмпирических исследованиях путем обобщения их результатов.

Законы можно классифицировать по разным основаниям: предметной области (социологические, экономические и другие); по степени общности (всеобщие, конкретнаучные); по форме осуществления (динамические и стратегические).

Социальные процессы имеют массовый характер, поэтому к ним может быть применена вероятностная интерпретация детерминизма. Причина в этом случае выступает как совокупность зависимых и независимых факторов (так называемых «переменных»), взаимодействие которых вызывает изменение в социальном объекте. Вследствие этого механизм действия социальных законов является по своей природе вероятностным [1]. Отсюда по форме осуществления социальные (социологические и экономические) законы есть законы статистические. Они как бы прокладывают себе путь через массу случайностей и отклонений от общей тенденции развития и выявляются лишь в большом массиве статистических (единичных) фактов. Если действие закона условно изобразить, как некую среднюю линию, то равнодействующие различных индивидуальных величин социальных изменений будут представлять собой веер отклоняющихся от нее линий. Степень отклонения или приближения действий конкретных социальных субъектов к общей равнодействующей социального закона зависит от специфических условий их деятельности и степени влияния субъективного фактора (т.е. сознания и воли людей). Социальные законы - это законы самой социальной деятельности людей. Поэтому социологические и экономические законы не существуют как таковые в жестко детерминированном виде, а лишь в приближении, тенденции, подразумевая поливариантность, альтернативность социально-экономического развития. Специфику и содержание социального процесса, складывающегося в результате совместных действий (или взаимодействия) субъектов, выражает механизм действия закона, которому подчиняются действия отдельных субъектов. Если равнодействующие, складывающиеся в процессе взаимодействия индивидов, приобретают устойчивую тенденцию систематического приближения к требованиям закона, то это свидетельствует о социальной эффективности механизма действия закона [2]. На основе познания механизмов действия социальных законов

предпринимаются попытки сознательного регулирования социальных процессов.

Содержательное различие экономических и социологических законов усматривают в том, что первые главным образом определяют соотношение материальных потребностей общества и условий (факторов) их удовлетворения, а вторые - «отношения между различными индивидами и социальными общностями людей»[3]. Однако такой подход к различению экономического и социального (в социологическом смысле), на наш взгляд, схватывает лишь организационно-экономический (хозяйственный) аспект функционирования социально-экономической системы в отличие от особенностей действия в ее механизме собственно социальных связей, раскрываемых с точки зрения социологического подхода, в рассмотрении единого социально-экономического процесса воспроизводства общества. В силу этого между рамками указанных подходов остается собственно социэкономическое содержание отношений людей как отношений их стоимостной соотнесенности в качестве субъектов труда и экономической деятельности.

В центре внимания общей теории труда и предпринимательства, на мой взгляд, должна находиться, прежде всего, социально-экономическая сущность труда, а также характер и содержание общественного труда, законы развития и функционирования общественного труда и предпринимательской деятельности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Осипов Г.В. Механизм действия социальных законов // Энциклопедический социологический словарь / Общ. ред. Г. В. Осипова. Изд-ие ИСПИ РАН, 2008. - С. 404
- 2.Осипов Г.В. Механизм действия социальных законов. С. 405.
- 3.Социология труда: Учебник / Под ред. Н.И. Дряхлова, А.И. Кравченко, В.В. Щербины. - М., 2014. С. 109
- 4.Автономов В.С. Модель человека в экономической науке. СПб.: Экономическая школа, 2008. - 230с. (Этическая экономия: исследования по этике, культуре и философии хозяйства; вып. 2).

УДК 33

### ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

**Ишембитова Э. А., Матягина Т. В.**

Современная экономическая наука имеет в своем арсенале большое количество разнообразных приёмов и методов прогнозирования финансовых показателей, в том числе в плане оценки возможного банкротства.

В зарубежной экономической литературе широко распространены модели Р. Лиса, Д. Фулмера, Г. Спрингейта, Р. Таффлера, Э. Альтмана, однако, как отмечают многие российские авторы, многочисленные попытки применения иностранных моделей прогнозирования банкротства в отечественных условиях не принесли достаточно точных результатов. Среди отечественных методик прогнозирования вероятности банкротства можно отметить модели Л.В. Донцовой, Е.С. Стояновой, Р.С. Сайфулина и Г.Г. Кадыкова, О.П. Зайцевой, В.В. Ковалева, Г.В. Савицкой. Несмотря на наличие большого количества моделей, методик, позволяющих спрогнозировать наступление банкротства фирмы с той или иной степенью вероятности, в этой области существует множество проблем. Известные отечественные модели, имеют ряд своих недостатков, достаточно часто результаты, полученные с помощью этих моделей, расходятся с реальными значениями.

В связи с этим исследуются новые пути решения поставленной задачи, например применение новых методов основанных на моделировании. Одним из таких методов



является применение аппарата искусственных нейронных сетей.

По сравнению с традиционными технологиями нейронные сети обладают следующими достоинствами [2, 3]:

1) **Универсальность.** Нейронные сети не зависят от свойств входных данных, для них не существует требования к определенному типу распределения исходных данных, либо требования к линейности целевых функций.

2) **Простота.** Использование нейронных сети не требует специальной подготовки, для практического применения нет необходимости глубоко вникать во внутренние механизмы работы сети, в отличие от статистических методов, требующих фундаментальных знаний из области теории вероятностей и математической статистики.

3) Не существует проблемы «проклятия размерности». Они способны моделировать зависимости в случае большого числа переменных.

4) Ускоряют процесс нахождения зависимости за счет одновременной обработки данных всеми нейронами.

Основной задачей исследования являлась реализация одного из видов искусственных нейронных сетей для решения экономических задач, а именно – прогнозирования банкротства авиакомпаний.

Для построения нейронной сети была разработана топология, определен механизм обучения и тестирования. В процессе исследования была создана выборка входных данных, построен алгоритм. Для реализации алгоритма использовался математический пакет MatLab. (Таблица 4).

Таблица 4

#### Алгоритм реализации нейронной сети

1	Подготовка входных данных
2	Определение архитектуры сети
3	Обучение нейронной сети
4	Проверка корректности работы ИНС

Было принято решение остановиться на модели многослойного персептрона и алгоритме обратного распространения.

Отличительными признаками многослойного персептрона являются:

1) Каждый нейрон сети имеет нелинейную функцию активации.  
2) Помимо входного и выходного слоя, он имеет ещё несколько слоев, называемых скрытыми.

3) Многослойный персептрон отличается высокой степенью связанности (по принципу «каждый с каждым»).

В работе использован самый известный вариант алгоритма обучения нейронной сети – алгоритм обратного распространения [2]. С помощью алгоритма обратного распространения вычисляется вектор градиента поверхности ошибок. Этот вектор указывает направление кратчайшего спуска по поверхности из данной точки, поэтому если мы «немного» продвинемся по нему, ошибка уменьшится. Последовательность таких шагов (замедляющаяся по мере приближения к дну), в конце концов, приведет к минимуму того или иного типа. Определенную трудность здесь представляет вопрос о том, какую нужно брать длину шагов.

При большой длине шага сходимость будет более быстрой, но имеется опасность «перепрыгнуть» через решение или уйти в неправильном направлении. Напротив, при маленьком шаге, вероятно, будет схвачено верное направление, однако при этом потребуется очень много итераций. На практике величина шага берется пропорциональной крутизне склона (так что алгоритм замедляет ход вблизи минимума) с некоторой константой, которая называется скоростью обучения.

В качестве данных для рассматриваемой задачи оценки вероятности банкротства, которые будут подаваться на входной слой нейронов, были выбраны коэффициенты, присутствующие в пятифакторной модели Альтмана, а также следующие коэффициенты:

- 1) Коэффициент текущей ликвидности
- 2) Коэффициент обеспеченности собственными средствами
- 3) А также коэффициенты из пятифакторной модели Альтмана.

Таблица 5

<b>Входные параметры</b>	
<b>Коэффициент текущий ликвидности</b>	= оборотные активы/краткосрочные обязательства
<b>Коэффициент обеспеченности собственными средствами</b>	= (собственный капитал – внеоборотные активы) / оборотные активы
<b>Коэффициенты пятифакторной модели Альтмана</b>	
<b>К1</b>	= оборотный капитал/ сумму активов
<b>К2</b>	= не распределенная прибыль/сумма активов
<b>К3</b>	= операционная прибыль/сумма активов
<b>К4</b>	= рыночная стоимость акций/ заемные пассивы
<b>К5</b>	= выручка/ сумма активов

В рассматриваемой задаче прогнозирования банкротства наряду с выбором модели и конфигурации важным моментом является сбор статистики по предприятиям. Необходимо понимать для предприятий, какого сектора строится нейронная сеть. Точность прогноза возрастает при обучении нейронной сети на выборке из предприятий одной отрасли и значительно уменьшается при обобщенной выборке.

Данная конфигурация нейронной сети разрабатывалась для авиакомпаний. В качестве исходных данных бралась финансовая отчетность 16 компаний, 8 из которых являются – банкротами, а остальные 8 - действующими (в качестве источника данных использовалась база данных на сайте Интерфакса). Необходимые данные были взяты из Бухгалтерского баланса организации (Форма 1) и из Отчета о финансовых результатах (Форма 2).

Все компании были разбиты на 2 одинаковых множества по 16 компаний – обучающее множество и тестирующее множество. Деятельность организаций рассматривалась в период с 2013 по 2014 год (рис.1, рис.2).

<b>Обучающая выборка искусственной нейронной сети</b>							
<b>Наименование предприятия</b>	<b>X1</b>	<b>X2</b>	<b>X3</b>	<b>X4</b>	<b>X5</b>	<b>X6</b>	<b>X7</b>
Дальавиа	0,0246	0,5980	-2,0950	-0,6770	0,0120	0,1430	-1,2430
Домодедовские авиалинии	0,0649	-0,0569	-0,0072	0,2957	0,2390	1,1190	-0,2255
Красноярские авиалинии	0,0402	0,0006	0,0052	0,0392	0,6238	1,0649	-0,4580
Татарстан-Авиа	-0,4689	-0,0083	-0,0101	0,8304	0,0000	0,1597	-6,2599
Авиалинии Чувашии	-0,8093	-0,0267	-0,0213	-0,2400	0,2209	0,1651	-7,2231
АК Континент	-0,6146	-0,0015	-0,0021	0,0038	0,0523	0,3902	0,0090
АК Даурия	-1,9888	-0,3315	-0,3315	-0,6190	3,3486	0,2422	-8,4755
Авиационные линии Кубани	-0,7217	-0,0330	-0,0308	-0,1354	1,3818	0,9009	-0,5050
Казанский вертолетный завод	-0,0694	0,1217	0,0282	0,0392	0,9546	1,8058	-0,1449
Омский завод гражданской авиации	0,2088	0,1763	0,2207	1,2116	2,0539	1,6558	0,3808
ММЗ " Вперед"	0,3670	0,1309	0,1721	1,7807	1,1490	2,6830	0,4856
20-й авиационный ремонтный завод	0,5535	0,0617	0,0739	3,6186	1,7004	2,9951	0,6591
123-й авиационный ремонтный завод	-0,2214	0,0222	0,0287	0,3427	0,7071	1,3633	0,0999
360-й авиационный ремонтный завод	-0,0951	0,0193	0,0288	0,1752	1,2870	1,0039	-0,0420
Вертолеты России	0,0646	0,0117	0,0127	0,9121	0,0456	1,6651	-2,0366
Аэрофлот	-0,1384	0,1019	0,1497	1,1153	1,8946	1,8890	0,2095
Ютэйр	-0,7211	0,0073	0,0496	0,0572	1,4371	0,8375	-0,3975
УМПО	-0,1612	0,0440	0,0584	0,3317	0,6482	1,2471	-0,0720

Рис. 1. Обучающая выборка

Тестирующая выборка искусственной нейронной сети							
Наименование предприятия	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Дальавиа	0,0289	0,5888	-2,3654	-0,6951	0,0136	0,1432	-1,6957
Домодедовские авиалинии	0,0630	-0,0530	-0,0069	0,1520	0,2350	1,2030	-0,2425
Красноярские авиалинии	-0,0315	-0,0210	-0,0265	0,0132	0,1544	1,2885	-0,2411
Татарстан-Авиа	-0,9554	0,0780	0,0933	0,9879	0,0000	0,0279	-0,6012
Авиалинии Чувашии	-1,0605	-0,2532	-0,1448	-0,3666	0,4384	0,1172	-10,2134
АК Континент	0,2120	-0,0044	-0,0112	0,0041	1,1929	1,2698	0,0024
АК Даурия	-0,0058	-0,0025	-0,0025	-0,8425	0,0050	0,0910	-9,9866
Авиационные линии Кубани	-0,9293	-0,2207	-0,2870	-0,2310	1,4240	0,6074	-1,1008
Казанский вертолетный завод	-0,1304	0,2282	0,2938	0,4209	0,9624	1,7637	0,1679
Омский завод гражданской авиации	0,0974	0,2435	0,3037	0,7479	2,9025	1,3149	0,1861
ММЗ "Вперед"	0,3614	0,0897	0,1200	2,0157	1,1403	3,1858	0,5131
20-й авиационный ремонтный завод	0,5535	0,0617	0,0739	3,6186	1,7004	2,9951	0,6591
123-й авиационный ремонтный завод	-0,2068	0,0369	0,0521	0,7028	1,1147	1,7442	0,1830
360-й авиационный ремонтный завод	-0,3852	0,0195	0,0284	0,2508	1,5425	1,0958	0,0570
Вертолеты России	-0,2006	0,0102	0,0129	0,7354	0,0430	0,6645	-1,8233
Аэрофлот	-0,2731	0,0901	0,1352	0,3016	1,6473	1,2460	0,0317

Рис. 2. Тестируемая выборка

Для выходных значений был задан диапазон от 0 до 1. Если выходное значение приближается к 0, то предприятие признается банкротом; если выходное значение приближается к 1, то положение предприятия оценивается как стабильное.

Порядок подачи на входной слой нейронной сети был определен практическим путем, был выбран тот вариант, при котором реальные значения совпали с результатами на выходе нейронной сети.

Отметим, что для реализации процесса обучения нейронной сети необходимо использовать в качестве передаточных непрерывные функции, имеющие непрерывную производную. Поскольку диапазон выходов должен быть от 0 до 1, то разумно выбрать в качестве выходной сигмоидальную функцию активации (рис. 3).

$$y = f(S) = \frac{1}{1 + \exp(-b \cdot S)}; \quad (1)$$

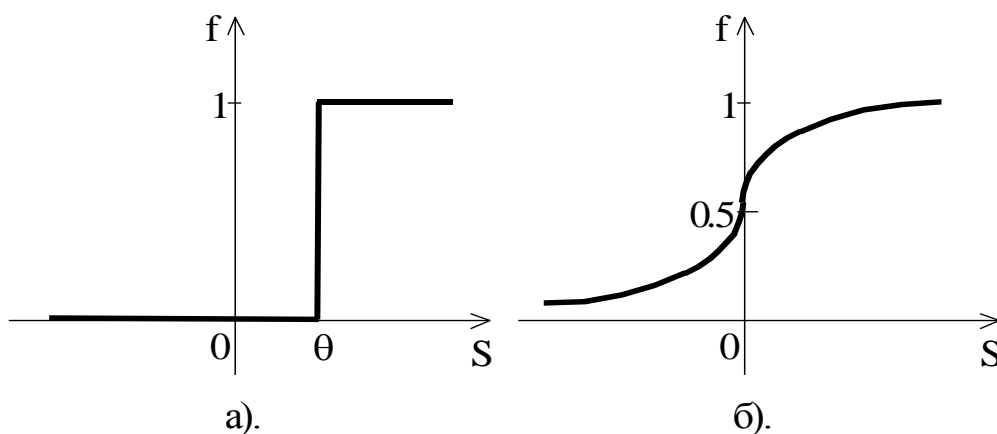


Рис. 3. Виды функций активации

Следует отметить, что сигмоидальная функция дифференцируема на всей оси абсцисс. Кроме того она обладает свойством усиливать слабые сигналы лучше, чем большие, и предотвращает насыщение от больших сигналов, так как они соответствуют областям аргументов, где сигмоида имеет пологий наклон.

Поскольку нейронные сети могут быть склонны к такому явлению как переобучение, необходимо контролировать число итераций или минимальное значение градиента ошибок, подбирая их таким образом, чтобы ошибка на тестовом наборе данных была наименьшей

из возможных. Исследование данной задачи показало, что следует использовать значение градиента около 0,01. Кроме того количество нейронов в скрытом слое не должно превышать число нейронов во входном слое. В данной работе в скрытом слое 6 нейронов (рис.4)

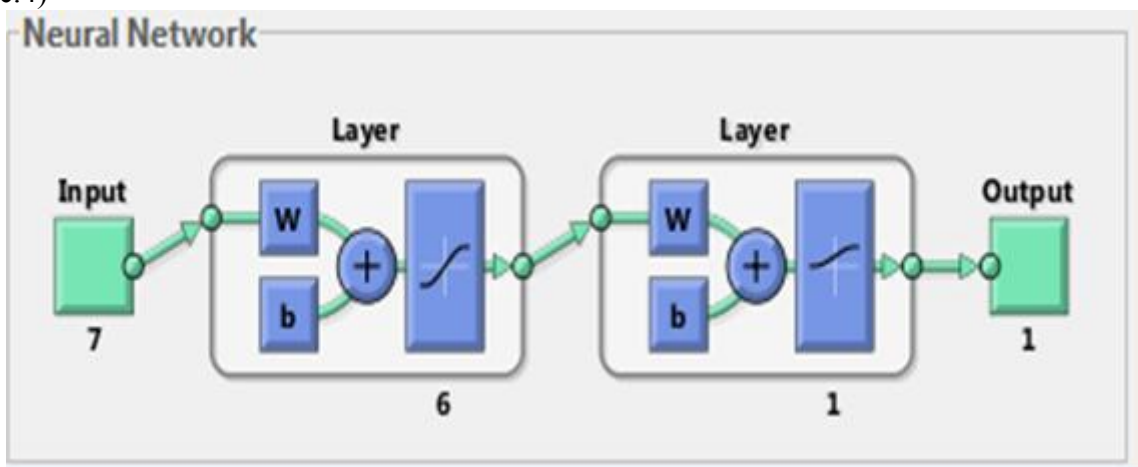


Рис. 4. Структура нейронной сети

Значение средней квадратичной ошибки также определяет качество обучения нейронной сети, представляется данный параметр в виде графика (рис.5).

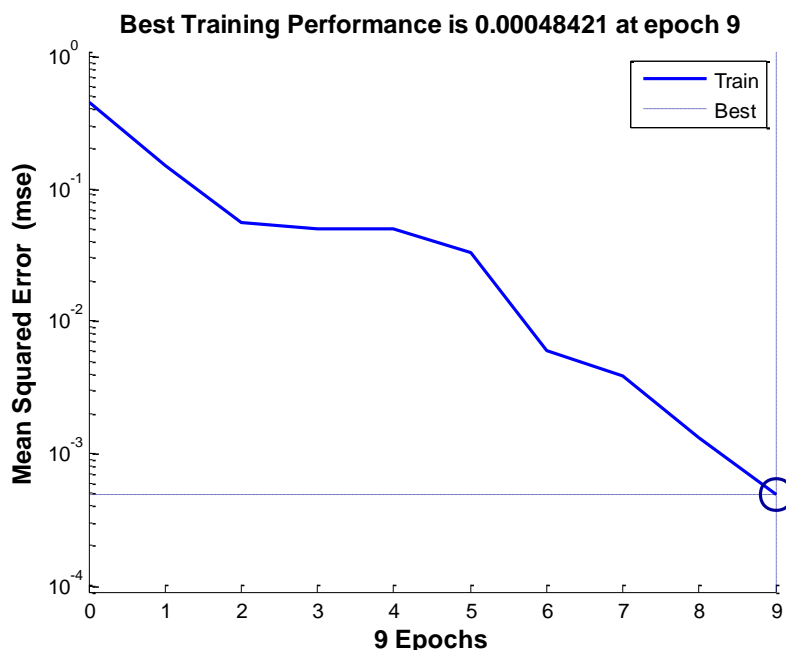
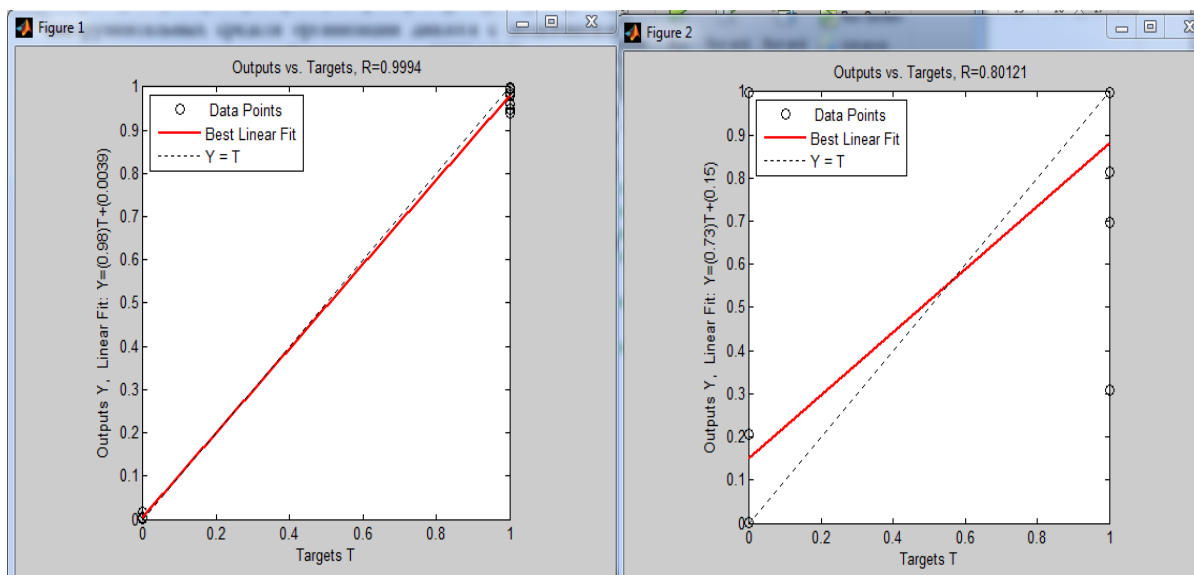


Рис. 5. Значение средней квадратичной ошибки

По результатам регрессионного анализа реального и смоделированного выхода для обучающей выборки, можно судить о коэффициенте корреляции. Поскольку коэффициент близок к единице, то сеть уверенно классифицирует все предприятия из обучающей выборки.



**Рис. 6. Значение коэффициента корреляции**

Коэффициент корреляции равен 0,8, что говорит о высоком качестве полученной нейронной сети.

Определим конечную архитектуру построенной нейронной сети. Это будет двухслойная сеть с прямой передачей и обратным распространением ошибки с функцией активацией гиперболический тангенс для скрытого слоя нейронов и сигмоидальной передаточной функцией на выходе. Т.к. второй слой является выходным, а на выходе мы имеем один параметр, то второй слой будет состоять только из одного нейрона.

Таблицаб

**Итоговая таблица**

<b>Вид нейронной сети</b>	<b>Многослойный персептрон</b>
Количество нейронов на входном слое	7
Количество скрытых слоев	2
Количество нейронов на скрытом слое	6
Количество нейронов на выходном слое	1
Характер обучения	Обучение с учителем
Алгоритм обучения	Алгоритм обратного распространения ошибки
Функция активации	Гиперболический тангенс

Последним этапом исследования будет проверка корректности работы нейронной сети. Для этого подаём на входной слой всю тестовую выборку по 16 компаниям и сверяем результат на выходном слое нейронной сети с реальным положением компании (рис.7).

Наименование предприятия	Результат нейронной сети	Состояние компании в действительности
Дальавиа	0,0029	Банкрот
Домодедовские авиалинии	0,0002	Банкрот
Красноярские авиалинии	0,0001	Банкрот
Татарстан-Авиа	0,6987	Банкрот
Казанский вертолетный завод	0,9919	Не банкрот
Омский завод гражданской авиации	0,9993	Не банкрот
ММЗ "Вперед"	1	Не банкрот
20-й авиационный ремонтный завод	1	Не банкрот
Авиалинии Чувашии	0,0005	Банкрот
АК Континент	0,9969	Банкрот
АК Даурия	0,0005	Банкрот
Авиационные линии Кубани	0,0005	Банкрот
123-й авиационный ремонтный завод	0,9841	Не банкрот
360-й авиационный ремонтный завод	0,9992	Не банкрот
Вертолеты России	0,9152	Не банкрот
Аэрофлот	0,9992	Не банкрот

Рис. 7. Результаты

Во всех случаях нейронная сеть выдала правильный результат, а следовательно, успешно прошла проверку.

Проведенное исследование прогноза банкротства предприятия может быть использовано:

- 1) инвестиционными компаниями при выборе предприятия для вложения инвестиций
- 2) для статистических исследований
- 3) для компаний планирующих сотрудничество с незнакомым предприятием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журов В.А. Процесс разработки моделей для прогнозирования банкротства предприятий // Финансовый менеджмент. – 2007. – №1 – С. 53–66.
2. ОРЛОВ А.И. Менеджмент. М.: Изумруд, 2003. – 298 с.
3. HAYKIN S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. MacMillan College Publishing Co., New York, 1994.
4. <http://www.interfax.ru>
5. <http://www.prime-tass.ru>

#### ОБ АВТОРАХ



**Ишембитова Элина Ануровна**, студентка группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [elinochka1512@mail.ru](mailto:elinochka1512@mail.ru)



**Матягина Татьяна Владимировна**, к.э.н., доцент каф. Экономики предпринимательства, ИНЭК УГАТУ

e-mail: [matyaginatv@mail.ru](mailto:matyaginatv@mail.ru)

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В РБ****Ишембитова Э. А.**

Развитие предпринимательства в Республике Башкортостан является одним из важных стратегических направлений в экономике региона. Остановимся подробнее на развитие малого и среднего предпринимательства.

К субъектам малого и среднего предпринимательства в соответствии с Федеральным законом от 2008 года, относятся, внесенные в единый государственный реестр юридических лиц, потребительские кооперативы и коммерческие организации (за исключением государственных и муниципальных унитарных предприятий), а также физические лица, внесенные в единый государственный реестр индивидуальных предпринимателей и осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица (далее - индивидуальные предприниматели), крестьянские (фермерские) хозяйства соответствующие следующим условиям:

1) для юридических лиц - доля участия в уставном капитале РФ, субъектов РФ, общественных и религиозных организаций, благотворительных и иных фондов не превышает 25%

2) средняя численность работников за предшествующий календарный год не должна превышать:

а) от ста одного до двухсот пятидесяти человек включительно для средних предприятий;

б) до ста человек включительно для малых предприятий; среди малых предприятий выделяются микропредприятия - до пятнадцати человек.

По данным статистики за 2014 год в Республике Башкортостан насчитывается более 129 тысяч субъектов малого и среднего предпринимательства, из них 5 098 малых предприятий, 36 455 микропредприятий, 320 средних предприятий, 87 503 индивидуальных предпринимателей. В 2014 году в сравнении с 2013 годом количество микропредприятий увеличилось на 687 единиц; количество средних увеличилось на 6 единиц, количество индивидуальных предпринимателей увеличилось на 675. Наибольшая доля, 68% в общем количестве субъектов бизнеса приходится на индивидуальное предпринимательство (рис.1) [1].



**Рис. 8. Распределение по видам предпринимательства**

По количеству малых предприятий республика занимает 4-е место среди регионов Приволжского федерального округа; 11-е место в Российской Федерации (по итогам 2013 года – 4-е и 12-е места соответственно).

По количеству средних предприятий республика занимает 4-е место в Приволжском федеральном округе; 14-е место в Российской Федерации (по итогам 2013 года – 5-е и 17-е места соответственно) [1].

Субъекты малого и среднего бизнеса представлены во всех видах экономической деятельности. Так, в сельском хозяйстве осуществляют деятельность 6% от общего числа малых и средних предприятий, в обрабатывающих производствах – 7%, в строительстве – 7%, в сфере операций с недвижимым имуществом, аренды и предоставления услуг – 13%, в сфере оптовой и розничной торговли, ремонта автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий – 53% [1].

Несмотря на положительные тенденции развития предпринимательства в РБ остаётся много нерешенных проблем, а именно:

- 1) Административные барьеры (Таблица 7).

Таблица 7

#### Виды административных барьеров

<p>Проблемы при вхождении на рынок:</p> <p>а) Федеральный закон от 08.08.2001 г. №129-ФЗ «О государственной регистрации юридических лиц и индивидуальных предпринимателей»</p> <p>б) Федеральный закон от 08.08.2001 г. №128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»</p>	<p>Расхождение в нормативных актах:</p> <p>а) Решение о регистрации или отказе должно быть принято не позднее чем в месячный срок с момента подачи заявления, что в реальности затруднительно</p> <p>б) Регистрация должна быть произведена не позднее чем в 15 дневный срок с момента подачи заявления</p>	<p>Частые проверки предпринимателей:</p> <p>а) Большое количество контролируемых органов</p> <p>б) Большое число проверок за год</p>
---	---	--

- 2) Проблема формирования стартового капитала
- 3) Проблема кредитования (Таблица 8)

Таблица 8

#### Кредитование

Неблагоприятные условия кредитования		
Высокие ставки по кредитам	Залоговая обеспеченность кредита	Короткий заемный срок

- 4) Несовершенство нормативно правовой базы

5) Высокие налоги и взносы. В зависимости от типа налогообложения (традиционная система налогообложения, упрощенная система) предприниматель платит от 6 до 15% налогов. Но есть и обязательные платежи в различные фонды, например, страховые взносы и затраты на бизнес.

6) Отсутствие компетентных кадров. Проблема дефицита кадров является серьезной проблемой для субъектов малого и среднего предпринимательства. Проблема тем более актуальна, что в небольшой организации результат деятельности напрямую зависит от каждого конкретного сотрудника.

Проведенные исследования общероссийской общественной организацией малого и среднего предпринимательства «ОПОРА России», показали, что сами предприниматели выделяют определенный круг проблем, которые являются для них особенно значимыми (рис.2).



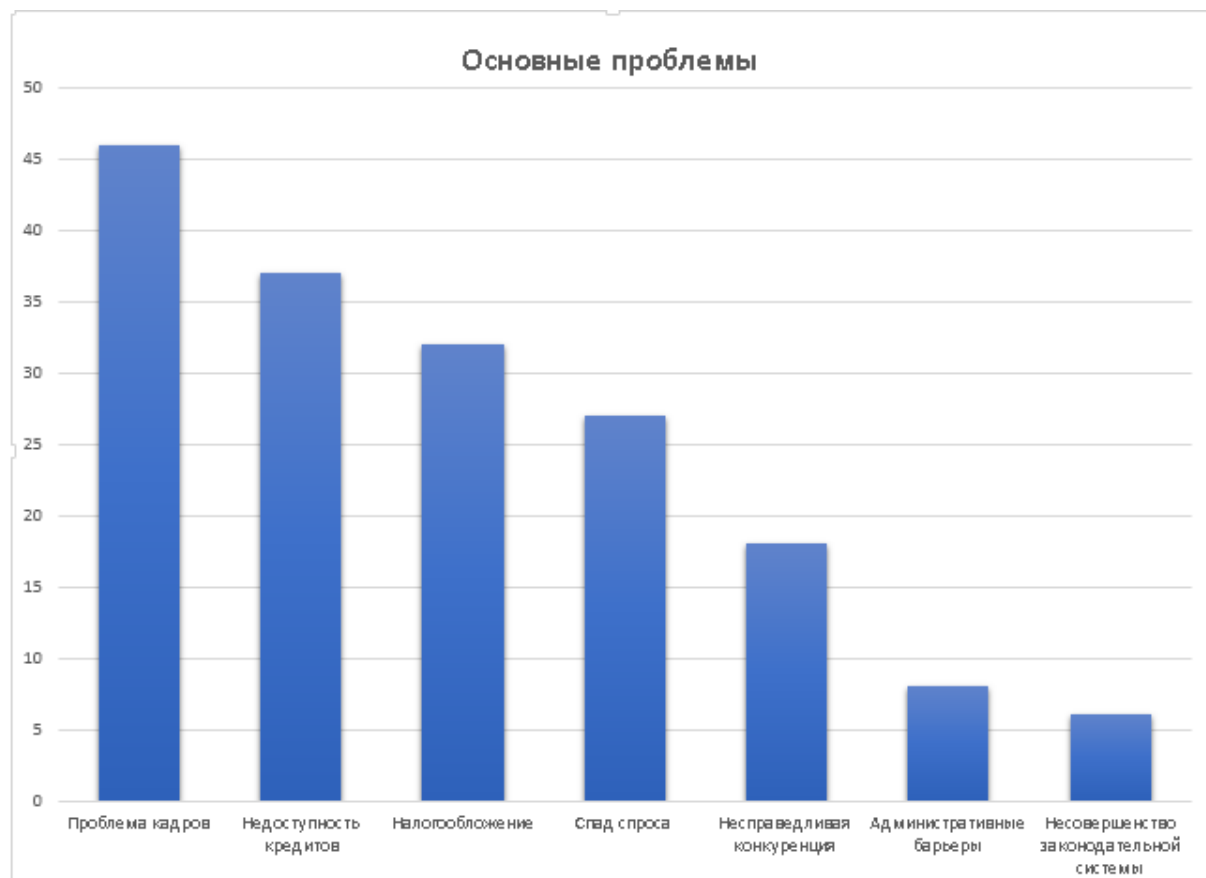


Рис. 9. Основные проблемы

Для поддержки предпринимательства в регионе реализуется государственная программа «Развитие и поддержка малого и среднего предпринимательства в Республике Башкортостан» на 2013-2018 годы. В рамках программы малому и среднему бизнесу ежегодно предоставляются различные виды субсидий, поручительства и микрозаймы, оказывается информационная, консультационная и правовая помощь, проводятся бесплатные образовательные курсы для начинающих предпринимателей, осуществляется поддержка муниципальных программ развития предпринимательства.

В регионе создан Координационный совет по предпринимательству. В 2014 году им были внесены изменения в государственную программу «Развитие и поддержка малого и среднего предпринимательства в Республике Башкортостан». Согласно статьям 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 Закона Республики Башкортостан от 28 декабря 2007 года № 511-з, в 2015 году предусмотрено[5]:

- проведение мероприятий по повышению престижа и популяризации предпринимательской деятельности;
- содействие развитию межрегионального и международного сотрудничества субъектов малого и среднего предпринимательства;
- предоставление информационной, консультационной, правовой и образовательной поддержки начинающим, действующим предпринимателям и желающим заняться бизнесом;
- оказание финансовой поддержки (различные виды субсидий и гранты) на создание своего дела, приобретение оборудования, реализацию инвестиционных инициатив малого бизнеса;
- субсидирование затрат организаций инфраструктуры, связанных с реализацией проектов по вопросам развития и поддержки малого и среднего предпринимательства в Республике Башкортостан;
- возмещение понесенных затрат предпринимателей, связанных с повышением

квалификации и переподготовкой работников, с проведением опытно-конструкторских работ, с участием предпринимателей в международных и межрегиональных выставках;

- оказание поддержки социальному предпринимательству, в том числе субсидии на открытие частных детских садов;

- осуществление поддержки муниципальных программ развития предпринимательства;

- предоставление поручительства при кредитовании;

- выдача микрозаймов по льготной процентной ставке

В целях поддержки малого и среднего предпринимательства в республике создана одна из лучших инфраструктур в России. Для предпринимателей работают бизнес-инкубаторы и информационно - консультационные центры, производственно-технологические центры, сеть технопарков, Гарантийный и Лизинговый фонды, Центр микрофинансирования. В текущем году созданы:

1) региональный интегрированный центр, через который предприниматели республики получают бесплатный доступ к специальной информационной сети 54 стран мира для поиска зарубежных и российских бизнес-партнеров;

2) центр поддержки предпринимательства

3) фонд развития и поддержки малого предпринимательства оказывает информационно-консультационные услуги, в том числе по вопросам маркетингового сопровождения предпринимателей.



Рис. 10. Поддержка предпринимательства в РБ

Госкомитетом совместно с Министерством финансов Республики Башкортостан был принят Закон Республики Башкортостан об установлении «налоговых каникул» для впервые зарегистрированных индивидуальных предпринимателей. Законом предусматривается применение «налоговых каникул» к 21 виду предпринимательской деятельности по упрощенной и к 23 видам по патентной системе налогообложения.

Для налаживания сотрудничества малых компаний с крупными предприятиями на базе Торгово-промышленной палаты Республики Башкортостан создан Центр субконтрактации и аутсорсинга

Для усиления рыночных позиций субъектов малого и среднего предпринимательства на республиканском, межрегиональном и международном рынках в октябре 2015 года прошел первый «Форум малого бизнеса регионов стран-участниц ШОС и БРИКС».

В рамках муниципальных программ оказывается поддержка предпринимателям, занимающимся приоритетными для муниципальных образований видами деятельности, что способствует социально - экономическому развитию районов и городов республики.

Одним из направлений развития предпринимательства в РБ является целевая программа «Развитие молочного скотоводства и увеличение производства молока.

Комплексная модернизация 500 молочно-товарных ферм в Республике Башкортостан на 2012-2016 годы». В целях повышения эффективности производства и реализации сельскохозяйственной продукции малыми формами хозяйствования в 2015 году разработана целевая программа «Поддержка начинающих фермеров в Республике Башкортостан на период 2016-2018 годов».

В заключении хотелось бы отметить, что, несмотря на сложную экономическую ситуацию на рынке и санкции по отношению России, правительство республики и в дальнейшем планирует разрабатывать программы по развитию малого и среднего предпринимательства в регионе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://tourism.openrepublic.ru/>
2. <https://tourism.openrepublic.ru/upload/iblock/5dc/informatsiya-o-razviti-predprinimatelstva-na-20-08-2015.docx>
3. <http://www.mbbash.ru/reestrpp>
4. <https://www.bashkortostan.ru/thesaurus/documents/240903>
5. Постановление Правительства Республики Башкортостан от 20 июля 2012 г. № 249. О долгосрочной целевой программе «Развитие и поддержка малого и среднего предпринимательства в Республике Башкортостан» на 2013-2018 годы.

#### ОБ АВТОРАХ



**Ишембитова Элина Ануровна**, студентка группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [elinochka1512@mail.ru](mailto:elinochka1512@mail.ru)

УДК 338.24

#### ИДЕНТИФИКАЦИЯ РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ И РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Чувилина М. Ю.**

Предпринимательства без риска не бывает. Наибольшую прибыль, как правило, приносят рыночные операции с повышенным риском. Однако во всем нужна мера. Риск обязательно должен быть рассчитан до максимально допустимого предела. Менеджер призван предусматривать дополнительные возможности для смягчения крутых поворотов на рынке.

Подходы к идентификации рисков, как правило, зависят от размеров и степени формализации процессов в организации. Для небольших фирм идентификация сводится, как правило, к составлению "коллекции" отдельных возможных неблагоприятных событий. На крупных предприятиях уже выработаны определенные стандарты, соблюдение которых ведет к достижению поставленных целей. Отклонение от них рассматривается как основная причина неполучения желаемых результатов. Идентификация там может быть сведена к поиску возможных причин отклонения от этих стандартов.

В любом случае необходимо выявить максимальное количество рисков, которым подвержена организация. Для упорядочивания процесса их нахождения широко используются различные системы классификации, задающие направление поиска. Выявленные риски группируются и описываются в принятом на предприятии едином формате, чтобы упростить процесс их сравнения.

### **Рассматриваемое предприятие**

Предположим, предприятие «ReSport» производит спортивный инвентарь для всех уровней подготовки спортсменов, а также для общего пользования.

Забываясь о здоровье нации, предприятие вносит вклад в поддержание и сохранение технологий производства спортивного инвентаря.

Производственные мощности позволяют разместить любые заказы из номенклатуры выпускаемой продукции или наладить выпуск других изделий спортивного назначения по спецпроектам.

Спортивная продукция от производителя «ReSport» помогает достичь успехов в спорте, добиться оптимальных результатов в общей и оздоровительной физкультуре, открыть и реализовать внутренние ресурсы в индивидуальных тренировках огромному количеству людей уже более чем в 50 регионах России.

Отправки готовой продукции производятся по всем регионам России: автомобильным транспортом, контейнерными перевозками, железнодорожным транспортом.

### **Идентификация рисков**

Прежде чем, выявлять непосредственно риски предприятия, составим опросный лист, чтобы составить полное представление о структуре и количественных показателях описываемого объекта.

Опросный лист будет выглядеть следующим образом:

#### **1. Общая информация о предприятии, организации или учреждении.**

Организационное предприятие ОАО «Resport».

Численность персонала: 500 человек.

Помещение под офис не арендуется, оно находится в собственности.

Размер площади: 5 тыс. кв. м.

#### **2. Финансовые и административные данные.**

23. Оборотные средства, всего 3 млн рублей.

#### **3. Данные об управлении предприятием.**

Наличие дочерних компаний: Нет.

Наличие хозяйственных связей с иностранными государствами: Нет.

Социальный пакет на предприятии: Да. Медицинское обслуживание, оплачиваемый проезд в транспорте (частичная оплата расходов на бензин).

Льготы на предприятии для работников: льготные путевки для работников и их семьи, бесплатные путевки в санаторий на лечение, существенная скидка на абонемент в фитнес-центры.

#### **4. Сведения о территориальной структуре и расположении объекта.**

24. Местоположение: окраина города Уфа, РБ, РФ.

- Относится ли объект к криминальному району: Нет.
- Есть ли рядом детские учреждения (сады, школы, кружки и т.д.): Нет.
- Совершались ли раньше кражи на предприятии: Нет.
- Подведены ли асфальтовые дороги к офису предприятия: Да.
- Проложено ли транспортное сообщение к району: Нет.
- Есть ли еще в районе предприятия, связанные с производством спортивного инвентаря: Нет.
- Является ли район зоной экологического бедствия: Нет.
- Расположены ли вблизи крупные предприятия: Да.
- Есть ли рядом железнодорожные пути сообщения: Нет.

#### **5. Сведения о персонале и проживающем вблизи населении.**

- Средний возраст работников: 37 лет.
- Минимальный трудовой стаж работника: 3 года.
- Максимальный трудовой стаж работника: -
- Возрастные границы работающего персонала: 21 – 65.
- Сумма оплаченных больничных листов в году: 5
- Проходят ли работники инструктаж по технике безопасности: Да.

**6. Описание технологии производства.**

Используется ли в производстве сырье, закупаемое за иностранную валюту: Нет. Всё сырье приобретается в России.

Существуют ли вредные факторы производства: Нет.

Используется ли в производстве иностранное оборудование: Да, некоторое оборудование закупается за рубежом.

**7. Перечень транспортных средств.**

Автобус для работников предприятия и грузовые автомобили.

**8. Данные о страховании объектов.**

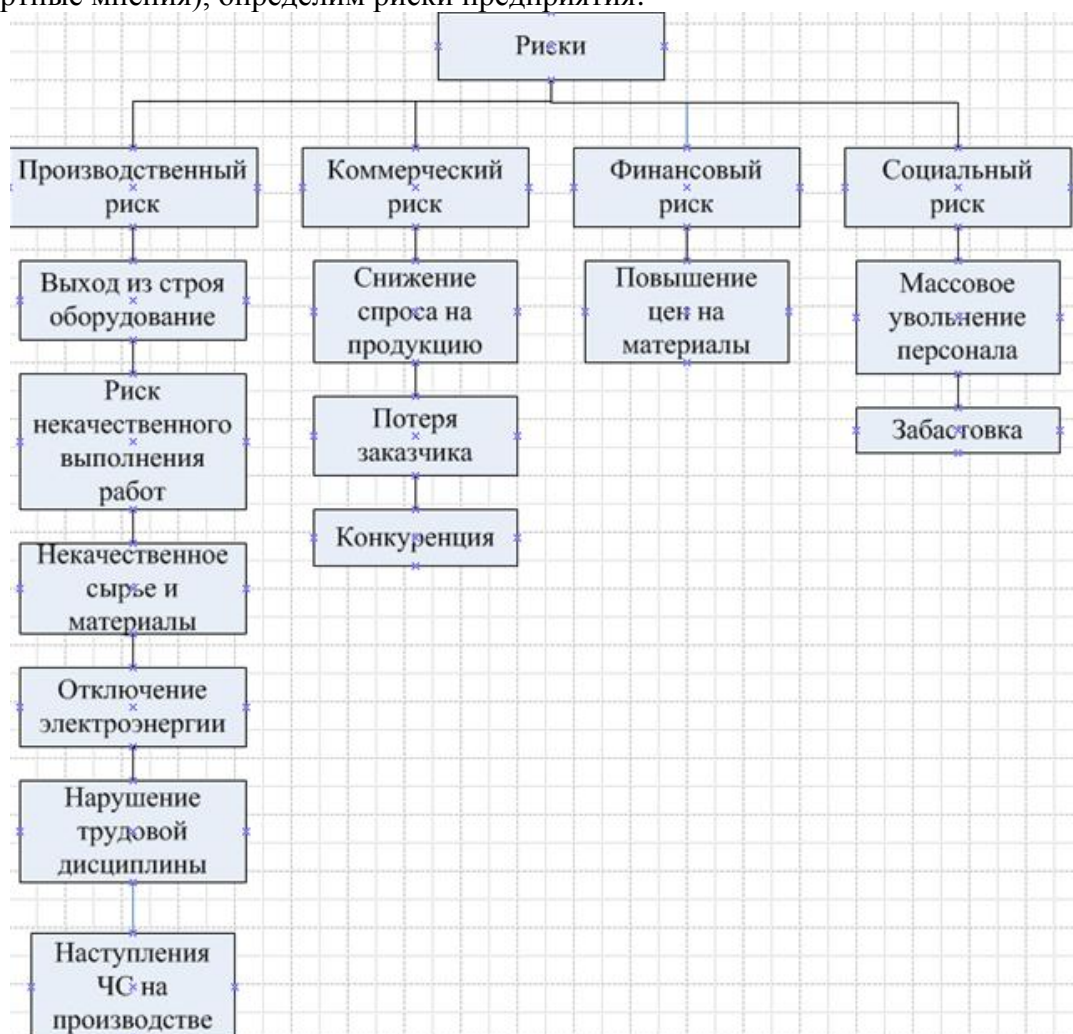
Все оборудования предприятия застрахованы.

Предприятие оборудовано системами безопасности: от пожара, от хищения.

**9. Перечень имущества (кроме транспортных средств).**

Складские помещения для хранения сырья и готовой продукции. Оборудование для производства инвентаря. Производственное помещение с цехами.

Используя совместно методы идентификации рисков: (оценки риска на основе документальных свидетельств (анализ опросных листов) и подходы, использующие экспертные мнения), определим риски предприятия:



**Рис. 2.** Риски предприятия

На основе получившегося перечня рисков, составляем матрицу вероятностей и последствий риска (Рис. 3).

Вероятность причинения вреда	Тяжесть последствий при причинении вреда				
	ОВТ	ВТ	СТ	НТ	НЗТ
Высокая вероятность (ВВ)			Повышение цен на материалы	Конкуренция	
Средняя вероятность (СВ)		Снижение спроса на продукцию	Массовое увольнение, Некач-ые сырье и материалы	Риск некачественного выполнения работ, Потеря заказчика	
Низкая вероятность (НВ)	Выход из строя оборудования	Наступление ЧС на производстве			Нарушение трудовой дисциплины
Малая вероятность (МВ)			Забастовка, Отключение электроэнергии		

Рис. 3. Матрица вероятностей и последствий

Стоит заметить, что риски, на которые немедленно стоит обратить внимание (наиболее вероятные и с тяжелыми последствиями), отмечены на рисунке красным цветом. В список таких рисков попали следующие:

- выход из строя оборудования;
- снижение спроса на продукцию;
- повышение цен на материалы.

#### Разработка бизнес-процесса с помощью функционального моделирования

Для моделирования бизнес процесса воспользуемся наиболее используемой методологией - стандартом IDEF0. IDEF0 - методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью IDEF0 является её акцент на соподчинённость объектов. В IDEF0 рассматриваются логические отношения между работами, а не их временная последовательность (поток работ).

Первоначальным этапом будет формирование плана мероприятий, с целью снижения вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных реализацией рисковог о события. Для этого рассмотрим каждый из выявленных рисков, и применим к каждому один из методов управления рисками.

Таблица 9

## Управление рисками предприятия

Наименование риска	Наименование метода	Описание метода
Повышение цен на материалы	Хеджирование покупкой	Заключение срочных контрактов, соглашение на все условия заказчика
Снижение спроса на продукцию	Диверсификация	Заключение контракта с другой организацией на периодическую поставку продукции на заказ
	Хеджирование продаж	Заключение контракта с организацией на более поздний срок, чтобы спрос был постоянным
Выход из строя оборудования	Страхование риска	Страхование оборудования. В случае, если оборудование выйдет из строя, страховая компания выплатит расходы на восстановление
	Самострахование	Заключение контракта на аренду оборудования на время восстановления
Массовое увольнение персонала	Избежание риска	Создание благоприятных условий для персонала
Некачественные сырье и материалы	Физическая защита, технические средства: система контроля качества продукции	Внедрение новых технологий для усиления контроля качества продукции
	Лимитирование	Установление ограничений на процент брака сырья по договору
Наступление ЧС на производстве	Физическая защита: Мера предотвращения наступления угрозы любого характера	Регулярное проведение инструктажа по технике безопасности. Обновление снаряжения и спецодежды работников предприятия
Риск некачественного выполнения работ	Физическая защита	Систематическое повышение квалификации, прохождение аттестации работников
Потеря заказчика	План поддержки имиджа предприятия	Разработка и проведение мероприятий по созданию благоприятных условий для заказчика (акции, скидки)
Конкуренция	Хеджирование	Усиление PR-компании, организация сезонных акций
Забастовка	Избежание риска	Создание благоприятных условий для работников предприятия
Отключение электроэнергии	Самострахование	Резервирование такого ресурса как электричество
	Физическая защита	Установка на предприятии генератора электропитания
Нарушение трудовой дисциплины	Физическая защита	Разработка пропускной системы на фиксирование нарушений
	Избежание риска	Проверка каждого работника перед началом работы

Выявив применяемые методы к возможным рискам, построим модель нулевого (общего) уровня (рис. 4):

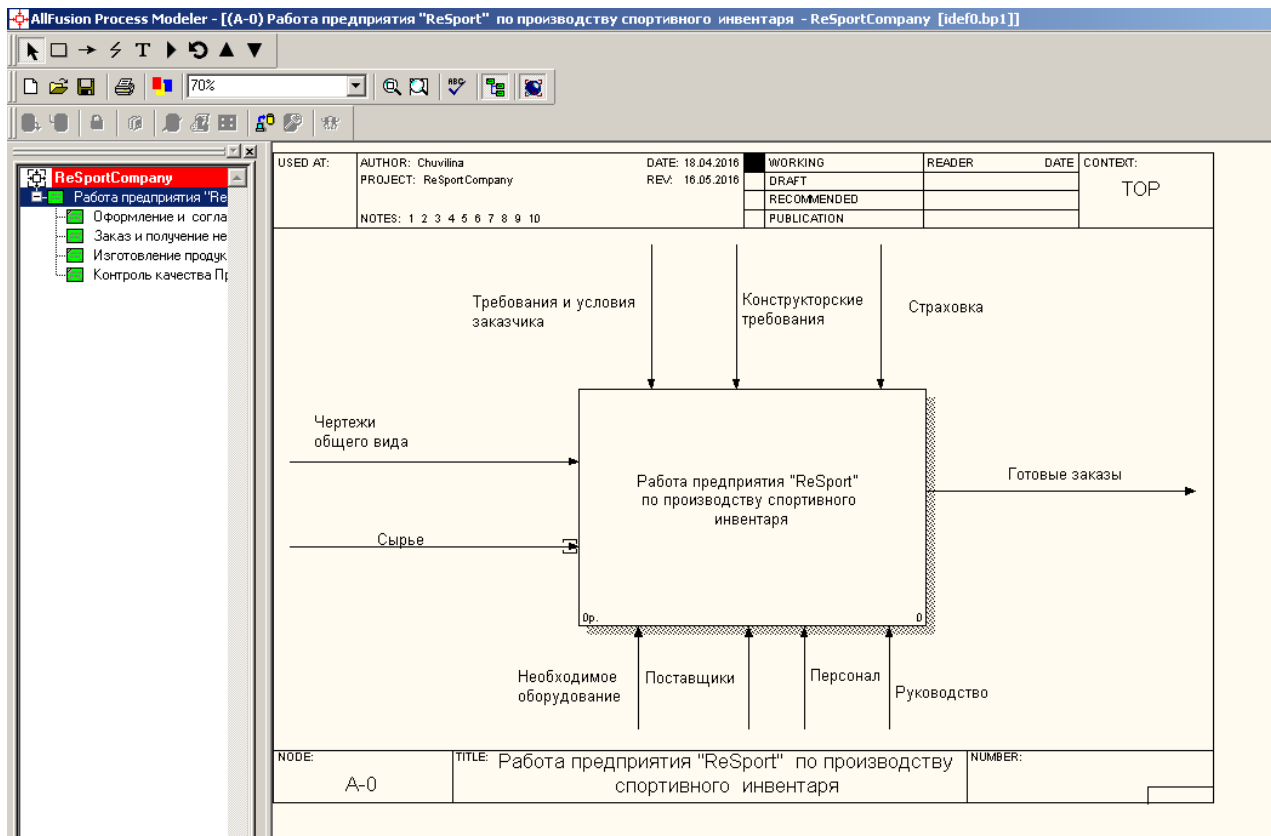


Рис. 4. Общая модель IDEF0

Далее проведем детализацию процесса с уточнением всех этапов производства (рис. 5).

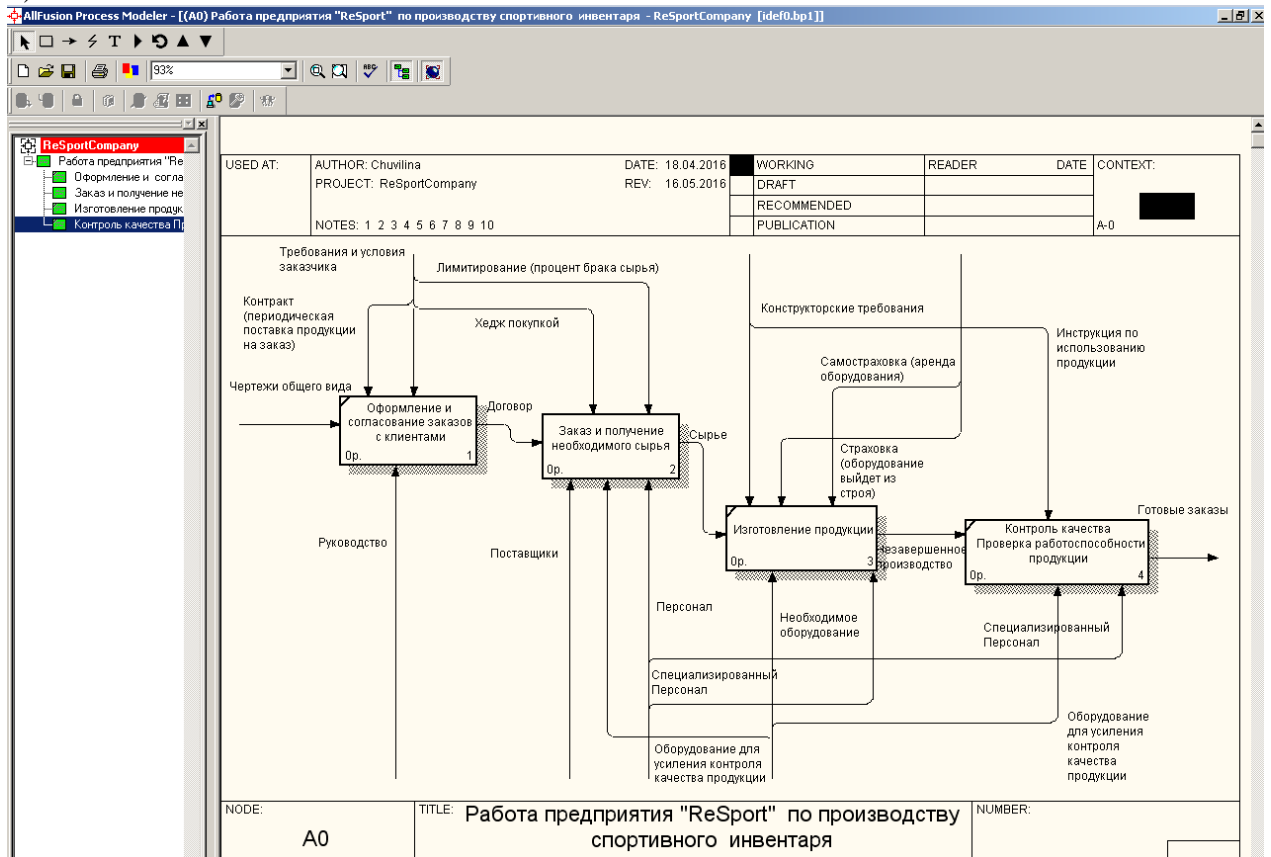


Рис. 5. Диаграмма первого уровня IDEF0



Следующие компоненты (представленные на диаграмме первого уровня) уже не нужно декомпозировать, так как текущий уровень детализации модели удовлетворяет ее цель – отобразить план мероприятий с целью снижения вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизации возможных потерь.

#### **Заключение**

Таким образом, осуществив идентификацию рисков предприятия, используя несколько методов идентификации рисков, можно существенно повлиять на успех работы предприятия в целом. Функциональное моделирование позволяет подойти к описанию процессов с точки зрения на них, как на взаимосвязанные, четко структурированные функции. В целом моделирование бизнес процессов позволяет понять работу и провести анализ организации. Это достигается за счет того, что модели могут быть составлены по различным аспектам и уровням управления. В больших организациях моделирование бизнес процессов выполняется более подробно и многограннее, чем в малых, что связано с большим количеством кросс-функциональных связей.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

6. Ляпина С.Ю., Грачева М.В. Управление рисками в инновационной деятельности: учебное пособие // Юнити-Дана, 2012 г., 351 с.
7. Никитин И.А., Цулая М.Т. // Процессы анализа и управления рисками в области ИТ // Национальный Открытый Университет “ИНТУИТ” 2016 г., 167 с.
8. Недосекин А.О., Абдулаева З.И. Риски бизнеса: идентификация, анализ управление // Монография. Спб, 2010 г., 126 с.

#### **ОБ АВТОРАХ**

**Чувилина Мария Юрьевна**, студентка 4 курса специальности «Специальные организационно-технические системы» каф. Информатики ФИРТ УГАТУ. Исследования в области управления и анализа в ОТС, проектного менеджмента.



e-mail: [3maria@mail.ru](mailto:3maria@mail.ru)

УДК

### **ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

**Грешнов А. С., Галимова М. П.**

#### **Актуальность, проблемы**

Производство современных авиационных двигателей является ключевой задачей обеспечения обороноспособности России и одним из приоритетных направлений ее научно-технологического развития в долгосрочной перспективе.

Анализ потенциала развития отрасли двигателестроения показал ее значительное как технологическое, так и во времени по стоимости отставание от мировых конкурентов. Сегодня в мире растет быстрыми темпами освоение двигателей пятого поколения, в то время, как в РФ более 80% производства приходится на двигатели четвертого поколения и серийное производство новых двигателей планируется лишь к 2020 году. Для того, чтобы

преодолеть такой критический разрыв, РФ необходимо форсировать разработку и производство двигателей пятого поколения, основываясь на перспективных, прорывных технологиях и эффективных производственных моделях.

Основная задача по занятию ключевых позиций на мировом рынке заключается в создании двигателей последнего поколения, отличающихся от своих предшественников лучшими характеристиками и параметрами, связанными с:

1. повышением тяги,
2. снижением массы,
3. повышением общей надежности и КПД

При этом необходимо значительно сократить как цикл проектирования, так и производственный цикл. Это в свою очередь повлияет и на стоимость нового продукта.

Россия сегодня конкурирует с мощными и эффективными производителями (табл. 1)

Таблица 1 – Основные производящие компании

Компания	Страна	Специализация	Ключевое конкурентное преимущество
<b><u>GE Aircraft Engines</u></b>	США	производство двигателей для авиалайнеров, гражданских вертолётов.	широкий диапазон двигателей, охватывающий различные сегменты сектора гражданской авиации
<b><u>IAE International Aero Engines</u></b>	США, Великобритания, Япония, Германия	производство двигателей для авиалайнеров	Объединенные двигателестроительные компании, производство в четырех странах
<b><u>Pratt and Whitney</u></b>	США	производство двигателей для транспортных самолётов.	Наиболее совершенные двигатели на мировом рынке
<b><u>Rolls-Royce</u></b>	Великобритания	производство двигателей для авиалайнеров, гражданских вертолётов.	Широкий спектр моделей для механического, энергетического и морского привода
<b><u>SNECMA</u></b>	Франция	производство двигателей для авиалайнеров.	Компанию SNECMA отличает успешность ее сотрудничества с другими фирмами, а также производство авиационных и ракетных двигателей и оборудования
<b><u>Williams International</u></b>	США	производство двигателей для самолётов деловой авиации	Производитель ГТД небольших размеров для авиации
<b><u>КМПО</u></b>	Россия	производство двигателей для транспортных самолётов и АОН.	серийное производство газотурбинных двигателей и оборудования на их основе для транспортировки и распределения природного газа.
<b><u>Мотор Сич</u></b>	Украина	производство двигателей для авиалайнеров, гражданских вертолётов.	Основной производитель двигателей для вертолетов

<p><b>Завод им. В.Я.Климова</b></p>	<p>Россия</p>	<p>производство двигателей для авиалайнеров, гражданских вертолётов.</p>	<p>ведущий российский разработчик газотурбинных двигателей, известный во всем мире. Входит в состав Объединенной двигателестроительной корпорации (АО «ОДК»)</p>
<p><b>Сатурн</b></p>	<p>Россия</p>	<p>производство двигателей авиалайнеров.</p>	<p>полный цикл создания новых продуктов от проектирования и проведения инженерных расчетов до изготовления опытных образцов и испытаний</p>

Несмотря на технологическое отставание, Россия имеет существенное конкурентное преимущество - это возможность реализации полного цикла создания и выпуска авиационных двигателей, что значительно сокращает транзакционные издержки, позволяет эффективно контролировать процесс производства и качества. Таким преимуществом обладают только США, Великобритания и Франция.

Каждая из представленных компаний обладает своими преимуществами по созданию двигателей последнего поколения, отличающихся от своих предшественников совершенной конструкцией, способами регулирования, мощностью, но все они стремятся получить совершенно новый вид двигателя, предназначенный под разные виды летательных аппаратов обладающий совершенными характеристиками и параметрами, которые позволят стать производителям лидерами в мировом авиа двигателестроении.

Для ускорения процесса освоения современных двигателей необходимы значительные инвестиции. Сейчас в плане реализации продукции, а также в инвестициях в производство лидирующее место занимают США, связано это с новейшей программой по внедрению особых технологий производства газотурбинных двигателей. В связи с этим запланировано к 2020 г. достигнуть монопольного положения и тем самым вытеснить остальных производителей с рынка ( рис.1).

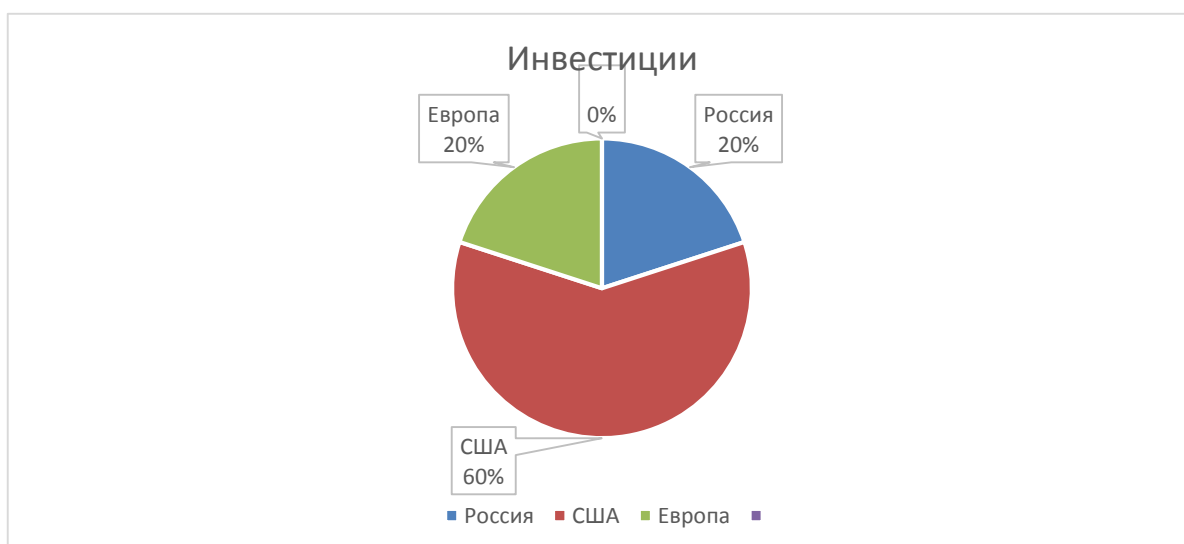


Рисунок 1 – Доля инвестиций на освоение и производство двигателей к 2020 году

При переходе разработки и производства США с четвертого к пятому поколению двигателей существенно увеличились затраты на проведение исследований и разработок, что в свою очередь привело к повышению инвестиций с 15% до 60%. Страны Европы

значительно уступают США - 20%. При этом доля РФ сопоставима с долей всех стран ЕС, что свидетельствует о ее высоком инвестиционном потенциале и имеет возможности опережения в случае технологического прорыва.

Что же необходимо сделать России в плане повышения устойчивости на рынке авиационных двигателей, а также дальнейшего наращивания и укрепления конкурентных позиций.

Для выхода из кризисного положения, необходима форсированная разработка двигателя на основе перспективных технологий. Для того, чтобы определить направления технологического совершенствования, необходимо сформировать потребительскую концепцию двигателя, а именно определить требования потребителя и выразить их в терминах конструктора, технолога и производителя. Формируя потребительскую концепцию нового двигателя, необходимо понимать, что для потребителя важны не только стоимость и качество двигателя, но стоимость владения, которая включает в себя:

- затраты на мониторинг технического состояния парка изделий, находящихся в эксплуатации, а также на прогнозирование и диагностика возможных неисправностей;

- затраты на техническое обслуживание и ремонт в зависимости от необходимости, в том числе капитального;

- логистической поддержки (пополнение запасов и поставка запасных частей, сменных изделий, расходных материалов и др.);

- затраты на модернизацию и усовершенствования, направленных на улучшение характеристик надежности, безопасности, экологичности, а также экономической эффективности производства.

Соответственно России в плане повышения конкурентоспособности выпуска новейшей продукции, необходимо произвести смену приоритетов в плане смены направления на изучение и внедрение новейших технологий в производство двигателей последнего поколения, но существуют трудности и проблемы на пути вывода новейшей продукции и становления лидером на мировом рынке.

На рисунке 2 на основе формирования диаграммы Исикавы выявлены ключевые причины, влияющие на уровень конкурентоспособности двигателя.

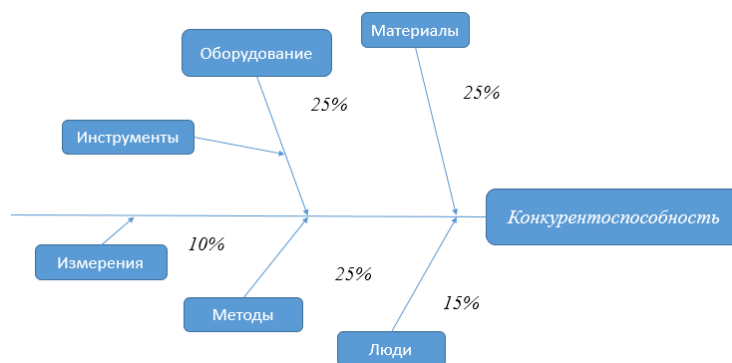


Рисунок 2 – Причинно-следственная диаграмма анализа конкурентоспособности двигателя

Основная проблема заключается в том, что при создании новейшего авиационного двигателя должны использоваться новые материалы способные выдерживать достаточно высокие нагрузки, температуры, обладать повышенной надежностью, при том иметь низкую массу.

При наличии данных элементов, отсутствует методика обработки таких материалов, поскольку обработка без специального оборудования сложна, дорогостояща или невозможна, в связи с этим, необходимо решить проблемы, связанные с поиском наиболее лучших и подходящих материалов, а также методов и способов обработки, что позволит

получить необходимый результат.

Поскольку данное направление находится лишь в стадии разработки, то возможны различные альтернативные решения по перспективным усовершенствованиям основных систем двигателя, отвечающим за надежность, КПД, массу и долговечность в плане повышения общей технологичности ГТД.

В таблице 2 представлена взаимосвязь требований потребителей и инженерными решениями.

Таблица 2 – Матрица взаимосвязи потребительских требований и инженерных решений.

Требования к двигателю	Важность	Маслосистема	Топливная система	Система пуска ГТД
Высокая скорость (время перелета)	7	6	6	6
Экологичность	8	9	6	9
Высокая грузоподъемность	7	6	6	3
Малый вес (масса)	8	9	6	6
Отсутствие шума	6	9	3	3
Экономный расход топлива	8	9	9	6
Максимальная безопасность	7	6	6	6
Высокий уровень надежности	9	9	6	9
Эксплуатационная технологичность	4	6	6	6
Эргономичность для летчиков и пассажиров	6	6	6	6
Маневренность	7	9	6	3
Устойчивость к погодным условиям	8	9	9	9
КПД	8	9	9	9
Энергетический ресурс двигателя	9	9	6	6
Сложность реализации От 0 до 10		4	7	8
Важность объекта		<b>825</b>	<b>665</b>	<b>651</b>

### **9 высокая степень влияния, 6 средняя, 3 низкая.**

Как видно из таблицы, в зависимости от сложности реализации, показателей важности и параметров, наиболее лучшим вариантом для усовершенствования обладает маслосистема ГТД, с помощью модернизации, которой, возможен шаг на пути создания совершенного двигателя с определенными, но не слишком высокими капиталовложениями.

#### **Маслосистема**

Одним из путей развития авиадвигателя является усовершенствование одной из его основной системы, в частности системы смазки, представляющей собой совокупность устройств и агрегатов, предназначенных для подвода рабочей жидкости к узлам соприкосновения и трения, охлаждения его, а также воздухоотделения в указанных масляных полостях на разных режимах работы двигателя, так как в работающем двигателе присутствует большое количество соприкасающихся друг с другом элементов (подшипников, передач) во время работы. Перегрев данных компонентов ведет к снижению общего КПД двигателя, а также к износу основных агрегатов.

В работающем двигателе, обладающим большим количеством движущихся элементов, трущихся пар, происходит выделение тепла и в следствие то приводит к снижению энергетического ресурса двигателя. Соответственно, система смазки обеспечивает снижение

потерь энергетического ресурса двигателя так и обеспечивает достаточную работоспособность в разных условиях.

Основные задачи, выполняемые маслосистемой:

- смазка трущихся поверхностей;
- отвод тепла, выделяющегося при трении и передаваемого в масло;
- защита трущихся поверхностей от наклепа и коррозии;
- удаление продуктов износа из зоны трения трущихся пар.

Одновременно с этим она должна быть экономичной и сохранять в течение заданного времени необходимое качество смазки.

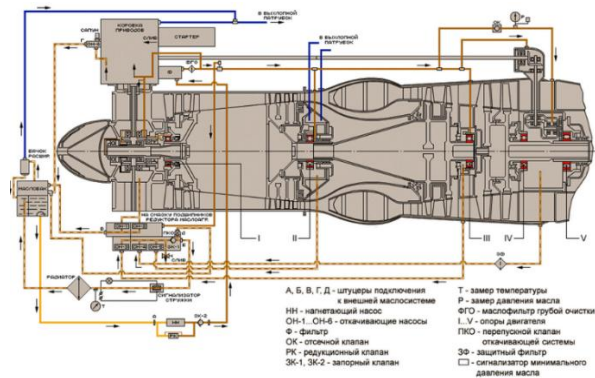


Рисунок 3 – Принципиальная схема маслосистемы

Существуют разнообразные типы маслосистем двигателей, обладающие как своими преимуществами, так и недостатками и применяемые в зависимости от типа и назначения газотурбинного двигателя.

Так как основной упор в производстве и инвестициях делается на производство двигателей военной и гражданской авиации, то из того следует, что усовершенствованию, подлежат маслосистемы данных двигателей.

Соответственно в зависимости от условий применений используются циркуляционные системы смазки, в которых масло используется многократно. Эти системы выполняются: короткозамкнутыми и незамкнутыми.

Короткозамкнутой - называют такую систему, в которой практически всё масло (до 90%) после охлаждения поступает на вход нагнетающего насоса минуя бак. В такой системе маслобак предназначен, главным образом, для пополнения системы по мере расходования масла. В незамкнутых системах всё масло после смазки снова возвращается в бак.

Совершенствование маслосистем авиационного двигателя возможно по разным направлениям с помощью особых решений. Одно из основных - улучшение смазывающих и охлаждающих свойств применяемых масел.

Также основой повышения долговечности и работоспособности маслосистемы и всехсоприкасающихся пар, проводить исследования по улучшению фильтрации рабочей жидкости, а также уменьшению его безвозвратных потерь.

С появлением в ближайшем будущем «электрического» самолета механический привод агрегатов будет заменен на электрический, в результате чего отпадает необходимость их размещения на коробке приводов, что позволит уменьшить массу и габариты двигателя и существенно улучшить его надежность.

Выбор системы смазки, для реализации предложенных перспективных решений, зависит от типа двигателя и условий его применения, потому предпочтение отдается замкнутой схеме с нерегулируемым давлением масла, поскольку она обладает определенными преимуществами:

- Существенно меньший барботаж (перемешивания) масла и, соответственно, меньшее тепловыделение.
- Более эффективная по сравнению с маслосистемой с регулируемым давлением откачка масла на всех режимах работы двигателя.

- Лучшие условия смазки узлов трения при низкотемпературном запуске двигателя.
- Отсутствие редукционного клапана упрощает обслуживание маслосистемы

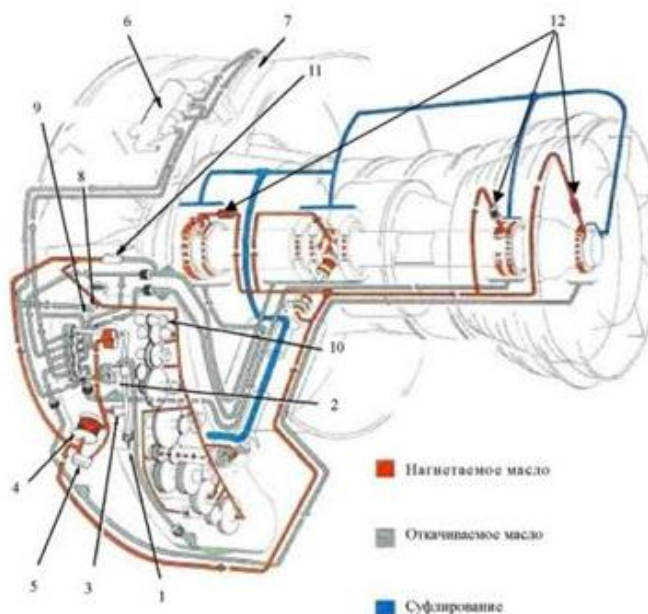


Рисунок 4 – Схема циркуляционной маслосистемы с не регулируемым давлением масла.  
 1. Забор масла из маслобака. 2. Блок маслососов. 3. клапан предохранительный. 4. фильтр. 5. сигнализатор максимального перепада давления на фильтре. 6. ТМТ (топливо масляный теплообменник). 7. Воздухomasляный теплообменник. 8. слив в маслобак. 9. Воздухоотделитель. 10. суфлер центробежный. 11. Датчик перепада давления между ступенями нагнетания и откачивания. 12. фильтр последнего шанса.

### **Применение электропривода в маслосистеме ГТД**

Использование в летательных аппаратах различного назначения разнообразных систем гидравлического обеспечения позволяет реализовать широкий диапазон изменения скоростей и высокие удельные нагрузки.

Масляная система с применением электропривода в газотурбинном двигателе, на основании перспективных решений, способна заменить систему с приводом насосов от коробки приводов, применяемую сейчас на всех видах двигателей.

Как и все маслосистемы данное перспективное решение в виде системы смазки с электроприводом маслоагрегата и насосов обязана соответствовать всем требованиям к системам, а также иметь параметры и характеристики не ниже применяемых систем с приводом от коробки приводов.

Усовершенствованная система позволит уменьшить прогрев масла и содержание воздуха в нем во время откачивания из трущихся пар, уменьшить общий вес двигателя, упростить конструкцию, снизить общие потери масла, повысить надежность запуска двигателя при низких температурах, увеличить долговечность подшипников в опорах роторов и др.

Таким образом, по укрупненной оценке, использование перспективных технологий позволит существенно повысить надежность и эффективность двигателей, на 30%, уменьшить массу на 25%, а также уменьшить расход топлива.

Благодаря данной модификации на мировой рынок авиадвигателестроения могут поступить новые отечественные двигатели, обладающие лучшими характеристиками по сравнению с иностранными аналогами, что позволит сделать резкий скачок вперед и несомненно повысит спрос на отечественную продукцию, возрастут продажи и реализации капиталовложений и инвестиций в дальнейшее развитие технологий двигателестроения.

**Список литературы**

1. А А Иноземцев, В Л. Сандрацкий Газотурбинные двигатели, ОАО "Авиадвигатель", 2006 г.
2. Дадоян Р.Г., Галимова М.П. Состояние и прогнозы развития авиационно-транспортной и космической отраслей // Молодежный вестник УГАТУ, 2016, №2(15), С.143-149
3. Сергеева И.С., Галимова М.П. Экологичность авиационных ВРД и биотопливо: проблемы и перспективы // Молодежный вестник УГАТУ, 2016, №2(15), С.149-155
4. Зяблицева О.В., Галимова М.П. Основные проблемы коммерциализации результатов инновационной деятельности // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования: научно-практический журнал, №6, 2016. С.44-51
5. Ключков В. В. Организационно-экономический анализ конкурентоспособности отечественных авиадвигателей // Технология машиностроения. 2004. № 6

УДК (338.28)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ  
ИННОВАЦИЙ НА ЭТАПЕ НИОКР**

**Кульков С. Ю., Самигулин Д. Н., Галимова М. П.**

В настоящее время плоды научно-технического прогресса присутствуют на каждом этапе производства продукции. Внедрение новых технологий и конструкций позволяет предприятию либо выдвигать на рынок новый вид продукции, либо удешевлять имеющееся производство. Оба варианта, как правило, ведут к увеличению прибыли организации. Однако, чтобы это осуществить организация должна профинансировать научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР).

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) — совокупность работ, направленных на получение новых знаний и их практическое применение при создании нового изделия или технологии.

НИОКР включают в себя:

Научно-исследовательские работы (НИР) — работы поискового, теоретического и экспериментального характера, выполняемые с целью нахождения технической возможности для создания продукта или услуги с новыми свойствами и качествами в определенные сроки. НИР подразделяю на фундаментальные (получение новых знаний) и прикладные (применение новых знаний для решения конкретных задач) исследования.

Опытно-конструкторские работы (ОКР) и технологические работы (ТР) — это разработка конструкторской и технологической документации на опытный образец, по изготовлению и испытаниям опытного образца изделия, выполняемых по техническому заданию.[1]

Роль НИОКР возрастает по мере того, как основная часть затрат в производстве смещается с этапа изготовления на этап организационно-экономической подготовки. На основании результатов НИОКР принимаются ключевые решения в высокотехнологичном производстве.

Набольшую важность НИОКР приобретают в сфере производств, находящихся в состоянии конкуренции - компании отслеживают последние разработки конкурентов и потребности потребителей с целью задать направление собственным исследованиям. Компании, которые не испытывают проблем с конкурентами, слабо заинтересованы в продвижении инновационных продуктов (к примеру, затраты на НИОКР в компании Apple менее 3%, при большой выручке). [4]

Создание и осуществление программы НИОКР, разработка программы инновационного развития предприятия, организация технологических процессов (разработка технологий,



проектирование) – требует больших объемов вложений и связано с определенными рисками. В большинстве инновационных исследований результат является непредсказуемым, что усложняет задачу анализа о полезности изобретения, и соответственно, уменьшает желание компаний финансировать данную деятельность. К тому же, затраты на НИОКР не всегда окупаются, поскольку, каким бы совершенным не было изобретение или открытие – потребитель может быть не готов к появлению данного продукта.

Финансирование НИОКР производится только по договорам, контрактам, утвержденным сметам и подразделяется на две основные категории: финансирование на безвозвратной и возвратной основе. За счет отраслевых и межотраслевых внебюджетных фондов финансирование производится на безвозвратной основе, а за счет государственного фонда технического развития - на возвратной основе (рис.1).

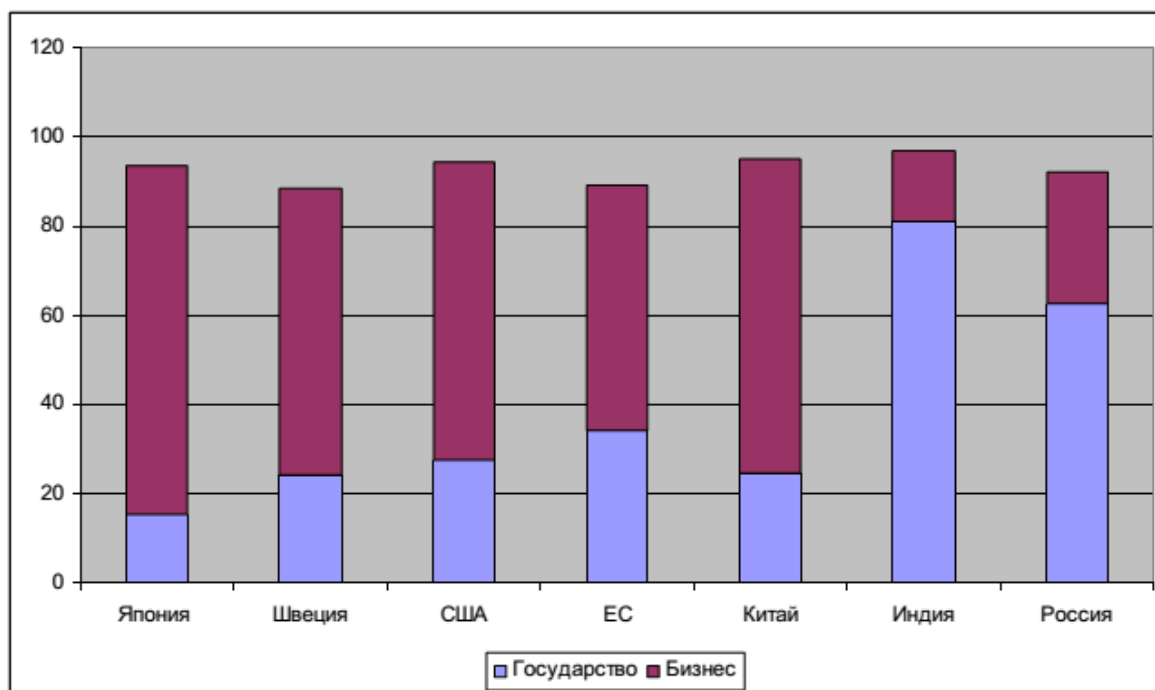


Рисунок 1 – Соотношение расходов государственного и частного секторов на НИОКР.[2]

Из графика следует, что важную роль в финансировании НИОКР в России играет государство: расходы федерального бюджета на НИОКР в 2016 г. составили 60% от внутренних затрат на исследования и разработки (ВЗИР).

Безвозвратное финансирование производится за счет средств внебюджетных фондов:

– отраслевые и межотраслевые (финансирование предприятиями до 1,5% от суммы, реализуемой за счет НИОКР продукции);

– Российский фонд технологического развития Минпромнауки России (финансирование производится за счет государственных ведомств, министерств, объединений и корпораций, инвестирующих до 25% от суммы средств, реализуемых в образованных ими отраслевых и межотраслевых фондах НИОКР).

На возвратной основе финансируются НИОКР, выполняемые в рамках федеральных и международных целевых программ (государственные заказы от Минпромнауки России, различных ведомств и министерств). Такие НИОКР, как правило, направлены на достижение определенной государственной программы и имеют гарантированную окупаемость.

Затраты на НИОКР финансируются либо непосредственно из федерального бюджета, либо из бюджетных фондов:

- Российского фонда фундаментальных исследований;
- Российского гуманитарного научного фонда;
- Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере;
- За счет средств бюджетов регионов (для НИОКР, выполняемых научными организациями по программам (заказам) субъектов РФ).

Научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации принимают заказы на НИОКР от предприятий и выполняют их за счет собственных накопленных или заемных средств заказчиков. Также для финансирования высокоэффективных НИОКР научно-производственные организации используют средства, получаемых при помощи займов и банковских кредитов.

Результатом выполнения данных работ является патент на изобретение или открытие. Патент может быть продан предприятию или организации, отдан в частичное пользование, или же оставлен в научно-конструкторской организации (при этом изобретение реализуется при помощи производственных мощностей предприятия – заказчика с непосредственной консультацией авторов НИОКР).

Оплата этих работ производится в соответствии с заключенными договорами по договорным ценам, зависящим от конъюнктуры рынка НИОКР, степени новизны, коммерческой ценности, значимости НИОКР для заказчика, эффективности выполняемых НИОКР.

Финансирование НИОКР, в предприятиях и организациях, выполняющих данный вид работ в рамках собственной инновационной деятельности, производится за счет:

- средств с амортизационных отчислений по нематериальным активам;
- прибыли предприятия;
- средств сдачи площадей, производственных мощностей, оборудования и приспособлений;
- средств от продажи патентов;
- средств акционерных обществ от продажи ими облигаций, акций и др.

Международные научно-технические программы, НИОКР, выполняемые по заказам иностранных фирм предприятиями смешанной формы собственности, финансируются (наряду с другими источниками) за счет средств иностранных инвесторов. Отдельные фонды, организации (отечественные и иностранные) предоставляют гражданам и юридическим лицам гранты на проведение конкретных научных исследований на условиях, предусмотренных грантодателями.

По данным Организации экономического сотрудничества и развития за 2013 г. затраты Российской Федерации на НИОКР составляют 24 млрд. долларов [2]. При этом, Россия занимает восьмое место из 37 выбранных для сравнения стран по абсолютному показателю затрат на исследования и разработки (Рис. 2).

Первые три места занимают США, Китай и Япония с показателями 397, 213 и 133 млрд. долларов соответственно.

Низкий уровень затрат на НИОКР в России обуславливается тем, что большинство частных компаний не заинтересовано в развитии инновационной деятельности в связи с высокими показателями риска. Доля компаний, организующих свою деятельность за счет внедрения НИОКР, невелика – по данным Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, среди промышленных предприятий она не превышает 5%.

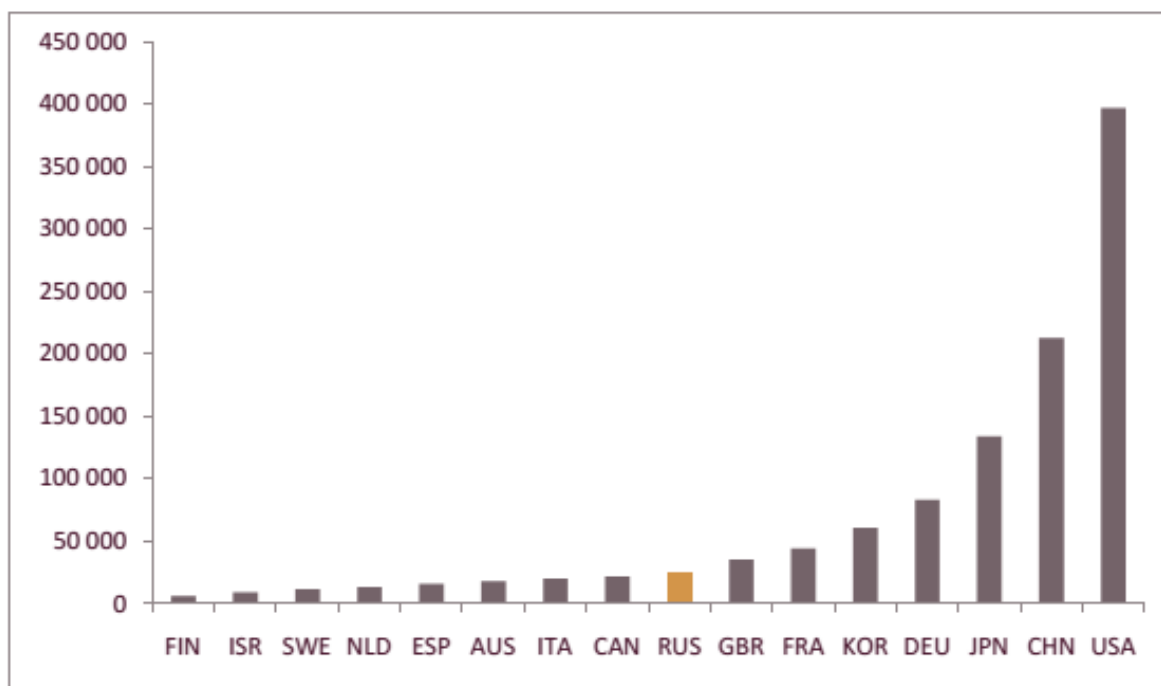


Рисунок 2 – Затраты на НИОКР по абсолютному показателю за 2013 г.[2]

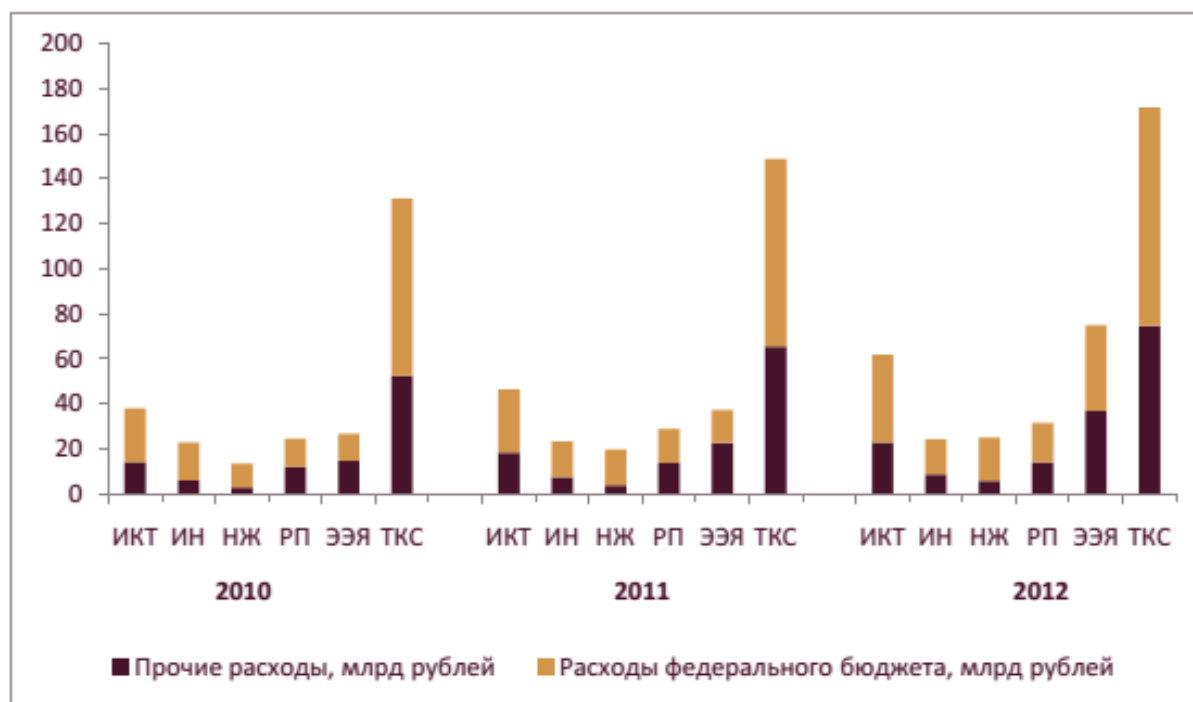
Самые большие расходы на инновации несут крупные госкорпорации. При этом, наиболее приоритетными направлениями остаются отрасли энергетики и транспортно-космических систем (Рис. 3).

В наше время, государство заинтересовано в применении НИОКР в частном бизнесе. Использование передовых технологий и опыта способствует не только повышению экономической выгоды государства но и привлечению внимания со стороны иностранных инвесторов. Наиболее часто применяются такие методы, как предоставление предприятиям права на использование новых технологий, разработанных в госсекторе или при финансовом содействии государства в университетах и других учебных заведениях (трансфер технологий), а также различные формы государственной финансовой поддержки.

Последние можно условно разделить на четыре основные категории:

- прямое бюджетное финансирование на основе грантов, контрактов (госзаказа), льготных займов и пр.;

- косвенное стимулирование за счет отказа государства от части налоговых поступлений в форме налога на доходы (прибыль) частных предприятий в обмен на инвестирование в сферу НИОКР с учетом установленных государством приоритетов;



Сокращения: ИКТ —информационно-телекоммуникационные системы; ИН —индустрия наносистем; НЖ —науки о жизни; РП —рациональное природопользование; ЭЭЯ —энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика; ТКС —транспортные и космические системы.

Рисунок 3 - Структура внутренних затрат на исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники

- поощрение рискованных капиталовложений в новые инновационные проекты и обеспечение необходимых для этого экономических условий;
- предоставление государством гарантированных займов или акционерное участие в бизнесе, т.е. фактическое разделение инновационных рисков с частным сектором.

Первые две формы наиболее успешно реализованы:

Финансирование при помощи прямо государственной поддержке носит адресный характер и направлено на достижение определенных целей государства. Этот способ также позволяет государству непосредственно контролировать реализацию бюджетных средств. Вместе с тем для них характерны более высокие сопутствующие риски и административные расходы.

Меры косвенного стимулирования имеют более широкий горизонт действия и лучше сочетаются с условиями рыночных отношений. Они предоставляют выбор приоритетов инновационной деятельности частному сектору, являются более прозрачными и понятными для бизнеса, существенно сужают возможность коррумпированных решений, требуют меньших административных расходов.

Прямое бюджетное финансирование и налоговые льготы на проведение НИОКР в частном секторе не дают суммарного эффекта: рост использования государством одного из механизмов ведет к снижению эффективности другого с точки зрения привлечения в сферу НИОКР дополнительных частных инвестиций. Поэтому, при реализации одного из методов финансовой поддержки НИОКР следует учитывать структуру рынка.

В заключение следует отметить, что поддержка инновационной деятельности и в частности НИОКР является приоритетом государственной политики во всех странах с развитой рыночной экономикой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современный экономический словарь. — 2-е изд., испр./ Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. - М.: ИНФРА-М. 479 с. 1999
2. Индикаторы науки: 2014: статистический сборник. — М.: национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», С. 96, 97, 100, 101; 2014 г.
3. Инновационный менеджмент: Учебник для вузов/ Ибб С.Д. Ильенкова, Л.М. Гохберг, С.Ю. Ягудин и др.; Под ред. С.Д. Ильенковой. — М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. - 327 с.
4. <http://ect-center.com/blog/rashodi-niokr> - «Сколько тратят на НИОКР государство и бизнес. Рейтинг расходов в разных странах»(дата обращения: 08.06.17 г.)
5. <http://www.faito.ru/pages/infresources/fkglossary/glossary.php?word> — «Финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)»(дата обращения: 06.06.17 г.)

## ОБ АВТОРАХ

**Кульков Сергей Юрьевич**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, диплом бакалавра по специальности «Авиастроение» (УГАТУ, 2016).  
Магнитные подшипники опоры ротора ГТД.  
e-mail: sergo41294@mail.ru

**Самигулин Дамир Наильевич**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, диплом бакалавра по специальности «Авиастроение» (УГАТУ, 2016).  
Магнитные подшипники опоры ротора ГТД. Разработка привода поворотного механизма конвертоплана  
e-mail: sergo41294@mail.ru

**Галимова Маргарита Петровна**, доцент, к.э.н. Исследования в области экономики и организации машиностроительного производства.  
e-mail: polli66@mail.ru

УДК

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ИЗДЕЖЕК НА ЭТАПАХ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЦЕССА

**Галимова М. П., Конева К. В.**

Высокая конкуренция среди предприятий и постоянно меняющиеся требования рынка диктуют необходимость увеличения эффективности производства и рационального использования имеющихся мощностей и ресурсов. Необходимо быстро и правильно принимать решения. И именно логистика способствует формированию системного взгляда на возникшие проблемы.

Проблема заключается в неэффективном управлении материальными и информационными потоками производства, которое влечет увеличение себестоимости товара или услуги, тем самым влияя на ухудшение конкурентных позиций предприятия.

Анализ практики показал, что в среднем, доля затрат на логистику в ВВП в развитых странах находится на уровне ниже 10%. В то время, как в России этот показатель находится на уровне 15 – 20 %.

Доля логистических затрат в розничной цене товара составляет от 15 до 30%. В пищевой промышленности на долю этой составляющей приходится 30% розничной цены товара, в металлообрабатывающей – 26%, химической – 23%, целлюлозно-бумажной – 17%, электротехнической – 16%, текстильной – 15% [1].

В ряде работ по логистике отмечается, что на основании опроса 1450 бизнесменов США, Японии и западноевропейских стран были получены следующие выводы о внедрении методов логистического управления: объемы запасов снижаются на 30-70%, себестоимость товаров – на 30%, издержки в сфере товародвижения – на 20%.

Актуальность данной работы заключается в рассмотрении влияния логистики на основные финансовые показатели предприятия, такие как время оборота средств, ликвидность, рентабельность и показатели, связанные с активами предприятия.

Применение логистической концепции не имело бы смысла, если бы не критическое влияние, которое оно оказывает на финансовые показатели предприятия. Это влияние проявляется путем снижения издержек разных видов. Эффективная логистика дает предприятию следующие преимущества:

- повышает оборачиваемость оборотных средств за счет сокращения времени производственных и реализационных циклов;
- сокращает оборотные средства путем снижения уровня запасов;
- сокращает затраты на хранение товаров, повышает степень использования складских площадей;
- повышает степень использования оборудования;
- сокращает транспортные издержки за счет оптимизации партий отгрузки и маршрутов движения транспортных средств;
- повышает ритмичность производства;
- сокращает количество ошибок и сбоев при выполнении заказов;
- повышает воспринимаемую ценность продукта (удобство получения, ускорение доставки) [1].

Актуальна эта проблема и для инновационных процессов. Уже на начале становления проекта логистический подход к формированию жизненного цикла изделия может снизить величину начальных инвестиций, поскольку любой проект сталкивается с проблемой привлечения инвестиций. Так же данный подход поможет уменьшить время для достижения «точки безубыточности» инновационного проекта (рис. 1).



Рис. 1 Этапы развития инновационного проекта

Уже на этапе НИР важно понять, кому нужен товар на рынке и будет ли он востребован. Маркетинговые исследования помогают выбрать целевую аудиторию. Если потребители не ясны, то проект не целесообразно доводить до стадии разработки. Так же если продукт имеет небольшой рынок, он может быть не интересен инвесторам.

Таблица 1

## Структура логистических издержек на этапах инновационного процесса

Этап	Логистические издержки	Как снизить
НИР	1)Маркетинговые издержки 2)Распределение производственных мощностей	1)Провести маркетинговые исследования, подготовить информацию об основных конкурентах, составить матрицу SWOT - анализа 2) Привлечение специалистов со сторонних организаций или высвободить ресурсы компании
ОКР (долина смерти)	1) Издержки закупок (Проблема "купить или сделать")	1) Сравнить расходы от покупки комплектующих и от производства этих комплектующих своими силами, определение компании своих ключевых областей компетенции, поиск логистических посредников для выполнения не ключевых операций
Получение опытного образца	1) Издержки закупок (выбор поставщиков)	1) Первичный анализ рынка поставщиков
Освоение	1) Издержки внутривозвездского перемещения 2) Издержки управления запасами 3) Издержки содержания складского хозяйства	1) Оптимальное расположение производственных мощностей 2) Внедрение современных концепций (принцип бережливого производства) 3) Решить вопрос выгоднее арендовать или купить площадь
Подготовка производства	1)Издержки расположения производственных мощностей 2) Издержки грузопереработки	1) Определение оптимального расположения производственных мощностей и объектов логистической инфраструктуры 2) Выбор подходящего складского оборудования
Производство и сбыт продукции, услуг	1) Издержки на содержание складских помещений и оборудования 2) Транспортные издержки 3) Издержки с сохранностью продукции	1) Привлечение сторонних организаций для хранения и грузопереработки 2) Организация транспортно - экспедиционной деятельности или привлечение сторонних перевозчиков 3) Выбор тары и упаковки
Сервисное обслуживание и ремонт	1) Издержки на сервисное обслуживание	1) Построение обратной связи между покупателем и продавцов

Рентабельность, это показатель работы предприятия за определенный временной период, когда оценивается эффективность использования ресурсов предприятия, для получения дохода. Рентабельность  $R$  предприятия определяется отношением прибыли ( $P$ ) к активам ( $A$ ) формула (1).

$$R = \frac{P}{A}, \quad (1)$$

Логистика позволяет эффективно использовать долгосрочные активы предприятия. Тем самым увеличивая рентабельность.

Низкая рентабельность долгосрочных активов связана:

Во – первых, с их недогрузкой и поэтому важно обеспечить максимальное их использование как по времени, так и по мощности. Долгосрочные активы (основные средства: имущество предприятия и оборудование) – логистика широко использует эти ресурсы в виде складов, парков передвижного состава, оборудования для обработки материалов.

Простой активов, например, оборудования, связаны, как правило, с неэффективной логистикой: с несвоевременным обеспечением рабочих мест материалами, заготовками и прочими предметами труда; с нерациональной планировкой производственных площадок и транспортных магистралей; со сбоями в поставках и т.п. Избыточность и недогрузка активов связана и с падением спроса на продукцию или услуги. Необходимо предприятиям находить заказы, вытеснять с рынка конкурентов и переориентировать потоки заказов на себя;

Во – вторых, активы требуют значительных эксплуатационных издержек по их содержанию, обслуживанию, а также модернизации, поэтому важно эти затраты оптимизировать. Эффективная логистика позволит оптимизировать размер складских помещений, например, величину запасов, а следовательно и затрат на их содержание.

Оборотные активы – логистика сокращает оборотные средства за счет снижения уровня запасов (высвобождение денежных средств). В основе основных современных концепций лежит утверждение, что запасы возникают из-за плохого управления, недостаточной координации производства и поэтому проблема прячется в запасы. Содержание запасов и дополнительные операции над ними требуют дополнительные финансовые средства.

Выбор складского оборудования является важной задачей, поскольку от неё зависит, насколько правильно используются имеющиеся площади и обработка имеющихся запасов.

На основной капитал любого предприятия могут повлиять варианты решения о приобретении логистической инфраструктуры в собственность или на условиях лизинга; запасы влияют на ликвидность оборотного капитала; точное выполнение заказов является гарантией оплаты счетов и получения денежных средств. Инвестиционные показатели в отношении хранящихся запасов могут быть улучшены за счет сокращения общего времени выполнения заказов во всей системе, повышения точности прогнозов, устранения случаев устаревания и избыточности запасов, повышения надежности цепей поставок [2].

Сокращение сроков доставки продукции до потребителя и время операций обработки товаров значительным образом сказывается на времени оборота средств.

Для выполнения непрофильных функций могут создаваться дочерние предприятия и подразделения, но чаще эти функции отдаются на аутсорсинг[3]. Средние и крупные предприятия в большинстве случаев не имеют своих складов и автотранспортных средств, им выгоднее привлекать *PL*-провайдеров, то есть стороннюю организацию специализирующуюся на транспортно-экспедиционных услугах и складском обслуживании. Снизить логистические издержки так же возможно за счет концентрации ресурсов в рамках одной специализированной организации, например центра технологических компетенций ит.п. [4]

Крупные компании внедряют бережливое производство. Основная идея состоит в постоянном стремлении снизить любые виды издержек. Главным инструментом бережливого производства является логистическая концепция «точно в срок». Данная концепция направлена на сокращение затрат на формирование страховых запасов сырья, полуфабрикатов а также сокращения складских площадей, то есть она направлена на сокращение непроизводительных затрат.

Предприятия, которые перешли на организацию производства по принципам логистики, сегодня, могут эффективно организовывать производственный цикл своего предприятия; осуществлять закупку сырья и материалов; выбирать поставщиков, организовывать процесс производства продукции.



### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левиков Г. А. Управление транспортно-логистическим бизнесом : учеб. пособие. М. : РосКонсульт, 2004. С. 17.
2. О.В. Толмачев Логистика товародвижения/ О.В. Толмачев: - Екатеринбург: УрФУ, 2013. - 360 с.
3. Исмагилова Л.А., Галимова М.П., Гилева Т.А. Выбор промышленного аутсорсера на основе метода структурирования функции качества // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. 2015. № 5. С.97 – 103.
4. Исмагилова Л.А., Гилева Т.А., Галимова М.П. Организационно-экономические аспекты формирования центров технологических компетенций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 5 . С. 125 – 132.
5. Логистика и управление цепями поставок : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. С. Лукинский, В. В. Лукинский, Н. Г. Плетнева. - М. : - Юрайт, 2016. — 359 с. — Серия : Бакалавр. Академический курс.

### ОБ АВТОРАХ

**Галимова Маргарита Петровна**, зам. зав. кафедры экономики и предпринимательства УГАТУ. Исследования в области инновационный менеджмент, коммерциализация инноваций, организация производства.

e-mail: polli66@mail.ru

**Конева Ксения Владимировна**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра по технологии транспортных процессов

e-mail: kseniakoneva95@gmail.com

УДК 338.45

## ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМ РОССИИ К 2030 ГОДУ: ОЦЕНКА РЕАЛИЙ

**Надыршин А. И., Галимова М. П.**

Одна из самых главных задач, стоящих перед РФ, – поиск новейших источников экономического роста, который неосуществим без масштабной модернизации обычных секторов экономики на базе современных технологий, а также создания новейших производств, обеспечивающих вывод на формирующиеся высокотехнологические рынки. Переход российской экономики на новую ступень инновационного развития подразумевает опережающую динамику развития свертехнологичных отраслей промышленности и сферы услуг и радикальное повышение их конкурентоспособности. Это требует пересмотра содержания и методов реализации технологической стратегии и научно-технической и инновационной политики, которые позволят преодолеть технологическое отставание в ряде отраслей и совершить прорыв в ключевых отраслях. Прорыв возможен за счет взаимодействия науки, бизнеса и государства. А для этого необходимо выделить ключевые направления приложения их экономических интересов. Основу технологической стратегии составляет прогноз научно-технологического развития

(ПНТР), главной целью разработки которого является поиск самых многообещающих для РФ областей развития науки и технологий, которые будут обеспечивать реализацию конкурентного превосходства России на мировом рынке. Для достижения этого преимущества, в течение последних лет ведется комплексная работа, связанная с выполнением Форсайт-исследований.

Данное исследование отличается от предыдущих работ по долгосрочному прогнозированию более сложной структурой, а также более глубокой проработкой общей концепции. Также принципиальным отличием нового прогноза является акцентирование внимания на процессах коммерциализации результатов научно-технических исследований и на оценке рыночного потенциала интеллектуальных продуктов. Высокий уровень достоверности и доказательности прогноза определяется многообразием источников информации, активным использованием инструментария бенчмаркинга и анализа и обобщения опыта стран по формированию стратегических программ.

Исследования и их анализ были направлены на идентификацию перспективных продуктов и критических технологий, способных коренным образом поменять имеющиеся экономическую, социальную и производственную парадигмы. Советы ПНТР создавались сразу с трех сторон: бизнеса, науки и органов управления, – что позволило в рамках диалога с разными группами бенефициаров обнаружить перспективные области исследований и разработок, а также понять, кто и каким образом сумеет применить результаты их развития. Схема организации разработки ПНТР представлена на рис. 1.

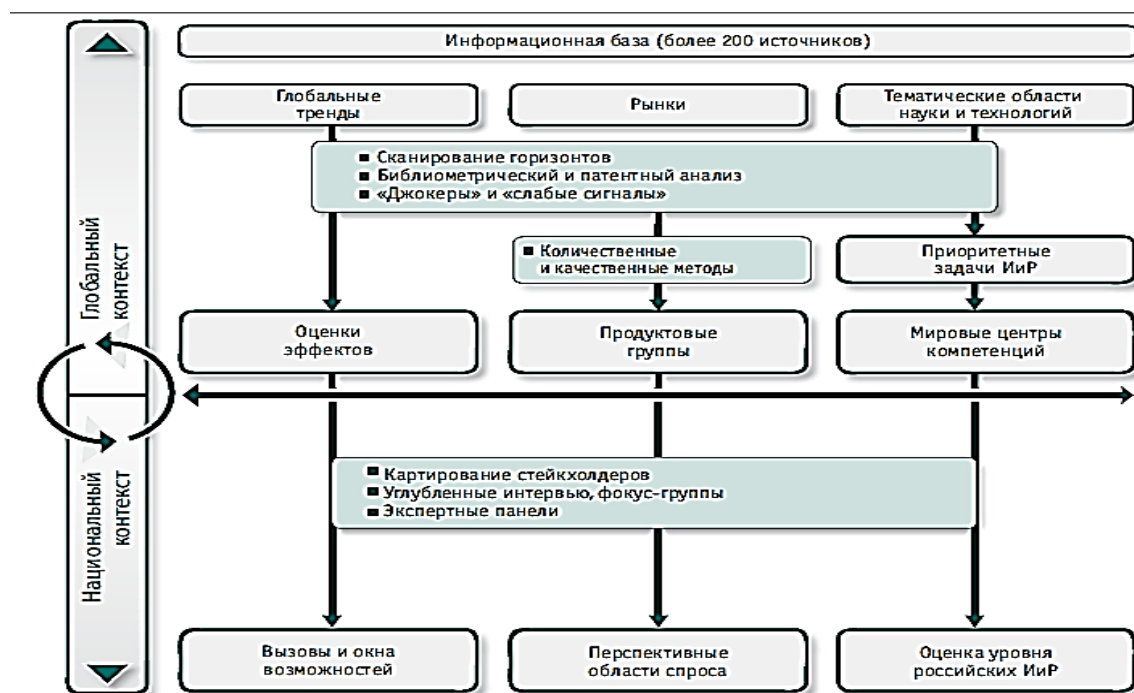


Рисунок 1 - Схема организации разработки ПНТР в сфере транспортной и космической систем[2].

В качестве инструмента прогнозирования применялись помимо традиционных методов (построение образов будущего, анализ глобальных вызовов, выбор приоритетов, дорожные карты) новые подходы («джокеры» (wildcards), «слабые сигналы» (weaksignals))[2].

Результаты, полученные в результате опроса экспертов и глубинных интервью, были уточнены в согласии с материалами организаций – участников сети отраслевых центров ПНТР на основе лидирующих российских вузов по наиболее приоритетным направлениям.

По итогам исследования оказалось, что в основу составились свыше 200 материалов, среди которых[1]:

- анализы и прогнозы международных организаций (ОЭСР, Европейской комиссии, ООН, ЮНИДО, Всемирного банка и др.);
- национальные прогнозы науки и технологий (Великобритании, Германии, Франции, США, Японии, Китая, Бразилии, ЮАР, Финляндии и др.);
- прогнозы крупнейших корпораций (*Shell*, *BP* и др.);
- данные лидирующих иностранных Форсайт-центров (*RAND Corporation*, Института перспективных технологических исследований *ESI* и др.);
- российские прогнозы в сфере науки и технологий, в том числе реализованные по заказам Минобрнауки России;
- документы стратегического характера, отражающие долгосрочные перспективы развития российской экономики и ее отдельных секторов;
- базы данных патентных служб (Роспатента, патентного ведомства США – *USPTO*, Европейского патентного ведомства – *EPO*, Всемирной организации интеллектуальной собственности – *WIPO* и др.);
- базы данных международных журналов (*ISI Web of Knowledge* компании *Thomson Reuters*, *Scopus* компании *Elsevier*, Российский индекс научного цитирования и др.).

Одной из приоритетных областей современной экономики является сфера транспортной и космической систем.

По оценке специалистов, становление и развитие автотранспортных систем до 2030 года будет характеризоваться очень специфическим сочетанием масштабного и государственного контекстов. Важные позиции государственного контекста включают обеспечение автотранспортной связанности, единства всей нашей территории и кардинальное увеличение уровня мобильности населения. В настоящее время автотранспортная мобильность населения РФ составляет примерно 7000 пассажиро-километров в год, что собственно в 3–4 раза ниже мирового значения; более 30% населения России относятся к кластеру «архаической мобильности», что равняется отметке 2000–3000 пассажиро-километров в год.

Мировой контекст характеризуется рядом новейших трендов, задаваемые традиционными (США, Канада, Япония, ЕС), а также новыми (Китай) странами-лидерами. В сфере массовых перевозок пассажиров перевозок речь идет о принципиальных прорывах в области авиации и высокоскоростного ж/д сообщения, обеспечивающих видимый эффект «сжатия пространства», т.е. субъективного (с позиции потребителя этих услуг) уменьшения расстояния между регионами и городами [3].

В сфере перевозок энергетических грузов можно увидеть определенную тенденцию применения крупнотоннажных (250000 м<sup>3</sup> и выше) СПГ-танкеров с двигателями, которые работают на газе из кипящего слоя.

В области грузовых перевозок для удовлетворения нужд домашнего хозяйства все наиболее настоящими становятся виды глобального применения беспилотных летательных аппаратов для доставки широкой номенклатуры грузов, которые заказываются в торговых IT-системах.

С уверенностью можно сказать о формировании в период до 2030 г. новейшего сегмента частного транспортного бизнеса, который ориентирован на изучение ближнего космоса.

Эффективный современный космический и транспортный комплекс может стать «флагманом» экономики России, способствовать созданию условий для инновационного развития страны [1]. Однако его становление требует вовлечения больших финансов, которые не могут быть получены лишь на основе федерального бюджета. Поэтому, главной задачей для космического и транспортного областей является повышения привлекательности инвестирования, которое будет достигаться не только за счет уменьшения затрат, но и повышения эффективности строительства, обслуживания объектов инфраструктуры, а также роста производительности труда.

В рамках формирования ПНТР были выделена матрица вызовов и окон возможностей, определяющие основные векторы развития транспортных и космических систем (табл. 1).

Таблица 1. Матрица вызовов и окон возможностей

Уровень влияния на Россию	2	Формирование систем доставки и заправки ТС компримированным природным газом	Электромобили с мотор-колесом; Рост спроса на интеллектуальные бортовые системы;	Ракетно-космические средства, обеспечивающие выведение космических аппаратов на орбиту и доставку на землю грузов («космический лифт»)
	1.5	Развитие теории управления гидро- и аэродинамическими потоками	Технологии ядерной энергетики для вывода косм. кораблей на орбиту; Переход ТС к гибридным двигателям; Формирование сетей зарядных систем	Исследования технологий беспроводной передачи энергии
	1	Переход к новым методам управления воздушным движением;	Создание новых наноматериалов; Развитие теории сверхвысоких баллистических ракетопланов	Развитие космической медицины; Освоение в космическом пространстве высокотехнологических производственных циклов в условиях невесомости
	0.5	Переход к АД нового поколения	Развитие теории тросовых систем; Переход к альтернативным видам топлива	
	0			Совершенствование средств исследования дальнего космоса, межпланетных коммуникаций
	-0.5		Ужесточение стандартов безопасности ТС и систем; Принятие норм по ограничению засоренности космоса	
	-1	Повышение экологичности авиационных ТС	Усиление экологичности к системам запуска и приземления космических аппаратов;	
		До 2018 года	2019-2029	До 2030 года
		Сроки выполнения		

Экспертами были отмечены следующие угрозы для России в рассматриваемых сферах[2]:

1) космические системы: производственные предприятия находятся на больших расстояниях от стартовых комплексов, специфические требования к транспортным процессам; технологическое отставание научно-экспериментальной базы; техническое отставание наземной инфраструктуры космических услуг и слабая развитость этих секторов приборостроения;

2) авиационные транспортные системы: технологическая отсталость и высокий уровень износа отечественной сети аэродромов; низкая интегрированность в современные международные логистические цепи; малое количество квалифицированных кадров; наличие специфических климатических требований к самолетам; гражданская авиационная техника не соответствует международным стандартам и соглашениям по безопасности и шумозащищенности;

3) автомобильные транспортные системы: необходимость комплексных поисков ответов для развития транспортной промышленности; отставание в развитии высокоскоростных и интеллектуальных транспортных систем; увеличение отрицательного воздействия транспорта на природу;

4) водные транспортные системы: технологическая отсталость судостроительных компаний; слишком сильная разница между военными и гражданскими заказами в пользу военных, что противоположно ситуации в мире; слаборазвитость логистических технологий.

Развитие перспективных рынков и инновационных продуктов в данной сфере будет связано с совершенствованием технологий и материалов для транспортного машиностроения, прогрессом логистики транспортной системы грузовых и пассажирских перевозок, а также космических систем[2].

По оценкам экспертов, в среднесрочном времени наиболее быстрорастущими рынками станут интеллектуальные транспортные системы и новые системы управления, а также экологичные и энергоэффективные транспортные средства. Также большое внимание привлекает группа рынков, рост которых должен повыситься после 2020 года. Это в первую очередь относится как к мультимодальным транспортно-логистическим системам грузовых и пассажирских перевозок, а также новым материалам и технологии для транспортного строительства, но и к перспективным транспортным средствам и системам, космическим услугам.

В более долгой перспективе предполагается быстрое восстановление рынка услуг, связанных со средствами ситуационного управления «умных» транспортных систем в городах, чтобы увеличить надежность и безопасность, а также скорость движения перевозок. Кроме этого увеличится пропускная способность транспортной системы на 15–20%. Большими шагами будет вестись разработка методов снижения отрицательного влияния самолетов на природу, направленная на уменьшение эмиссии вредных веществ. В конструкции ракет-носителей новейшего поколения будут еще больше использоваться новые полимерные композиционные материалы (доля композитов увеличиться на 20% по сравнению с ракетой «Протон-М»), которые будут обладать характеристиками, превосходящими характеристики современных аналогов примерно в два раза.

Развитие в сфере новейших материалов для различных транспортных средств и инфраструктуры будет невозможен без технологических прорывов в области материаловедения. Особое внимание будет уделено разработке полимерных и металлополимерных композиционных материалов, различных металлических сплавов и металлокерамики с добавлением наноматериалов, нанопокровов деталей, работающих в агрессивных средах, углепластиков, обладающих повышенной ударопрочностью и жаростойкостью, а также синтетических ГСМ нового.

Создание тросовой системы на базе новейших наноматериалов позволит осуществить разработку «космического лифта», а также изменять орбиты космических

аппаратов, перемещать грузы между орбитальными станциями, осуществлять запуски малых космических аппаратов и доставку полезных грузов на орбиту, что для традиционной ракетной техники не представляется реальным либо сопряжено со значительными затратами [4].

Таким образом, данный прогноз в области развития транспортных и космических систем позволит: инвесторам определить наиболее привлекательные инновационные проекты для финансирования; бизнесу найти высокодоходные рыночные ниши; государству определить направления и формы государственной поддержки.

#### Список литературы

1. [http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link\\_id=6&nd=102126080&intelsearch=](http://www.pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=6&nd=102126080&intelsearch=) (дата обращения 17.04.17)
2. <https://www.hse.ru/data/2014/07/24/1310810625/Transport.pdf> (дата обращения 19.04.17)
3. [http://www.forecast.ru/\\_ARCHIVE/HT\\_Mons/2017/2017\\_q1.pdf](http://www.forecast.ru/_ARCHIVE/HT_Mons/2017/2017_q1.pdf) (дата обращения 23.04.17)
4. Дадоян Р.Г., Галимова М.П. Состояние и прогнозы развития авиационно-транспортной и космической отраслей // Молодежный вестник УГАТУ, 2016, №2(15), С.143-149  
<https://geektimes.ru/post/269976/> (дата обращения 25.04.17)

#### ОБ АВТОРАХ



**Надыршин Азат Ильгизович**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, диплом бакалавра по специальности «Авиастроение» (УГАТУ, 2016). ТГД цикл турбопрямоточного двигателя. e-mail: [www.nad\\_azatych94@mail.ru](mailto:www.nad_azatych94@mail.ru)

**Галимова Маргарита Петровна**, доцент, к.э.н. Исследования в области экономики и организации машиностроительного производства. e-mail: [polli66@mail.ru](mailto:polli66@mail.ru)

УДК

### SMART – ЭКОНОМИКА: ЭФФЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СИНГУЛЯРНОСТЬ

**Иванов А. П., Миранчук О. И., Галимова М. П.**

SMART – экономика или цифровая экономика стала реальностью. Ее перспективами, по оценкам MacKinsey, являются: повышение производительности труда в технических профессиях за счет автоматизации работ – на 45 – 55 %; уменьшение простоев оборудования – на 30 – 50 %; снижение затрат на техническое обслуживание – на 10 – 40 %; снижение затрат на хранение запасов – на 20 – 50 %; повышение точности прогнозирования до  $85 \pm 5\%$ ; сокращение времени выхода на рынок – на 20 – 50 % [1].

Развитие цифровых технологий [2]:

- позволяет существенно снизить стоимость экономических и социальных транзакций для фирм, физических лиц и государственного сектора;
- экспоненциально повысить эффективность – существующие виды деятельности и услуги становятся дешевле, быстрее, удобнее;

– стимулирует поиск новых решений, поскольку максимальный уровень эффективности достигается, когда транзакции осуществляются автоматически, без участия человека (создание поисковых систем, электронной торговли, онлайн-платежей, краудфандинговых платформ, новых моделей поставок и др.)

– позволяет людям получить доступ к ранее недоступным услугам

– позволяет концентрировать территориально распределенные человеческие интеллектуальные ресурсы (центры технологических компетенций, виртуальные кластеры и т.п) [3,4];

Ключевыми технологическими основами цифровой экономики являются Интернет вещей (Internet of Things – IoT), и технологии больших данных.

Под IoT понимается система объединенных компьютерных сетей и подключенных физических объектов (Вещей) со встроенными датчиками и программное обеспечение для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме, без участия человека [5]. Наиболее известными сферами использования технологий интернета вещей являются «умный дом», «умный транспорт», «умный город».

Под большими данными понимают технологии и архитектуры нового поколения для экономичного извлечения ценности из разноформатных данных большого объема путем их быстрого захвата, обработки и анализа. Технология больших данных имеет три отличительных признака: скорость, вариативность и объем. Объем выражается в том, что анализируются огромные массивы данных в десятки терабайт. Скорость говорит о том, что захват и обработка данных производится в режиме близком к реальному времени, или о том, что в организации накопление данных идет с высокой скоростью. Вариативность говорит о том, что данные собираются из одного или нескольких источников в разных форматах.

Но у инновационной цифровой экономики есть обратная сторона, способная привести к катастрофическим потерям без эффективных демпфирующих механизмов.. По оценкам специалистов, экспоненциальный рост технологий и прогресса, который наблюдается сейчас, ведет к информационной революции и в итоге, приведет к точке технологической сингулярности (рис.1). Точка сингулярности может наступить по оценкам специалистов в период 2020-2070г.г.

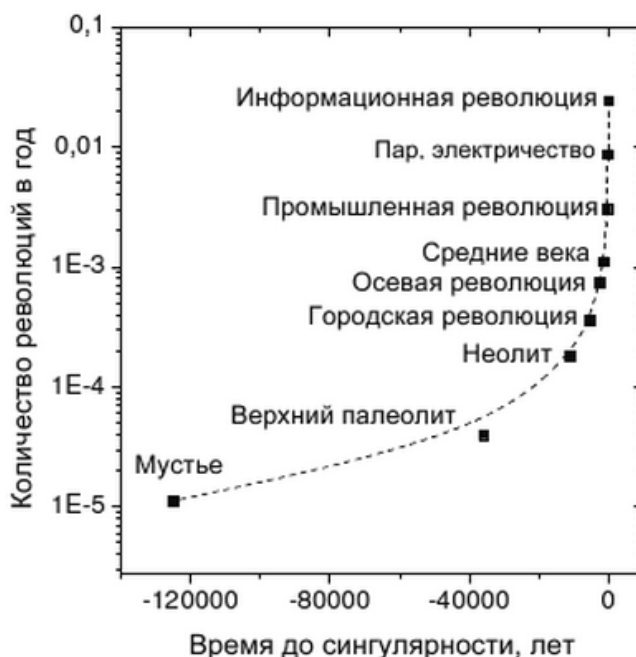


Рисунок 1.- Зависимость количества революций от времени

Технологическая сингулярность – это вероятное взрывное ускорение научно-технического прогресса, которое может привести к глобальному изменению общества, морали и самого человека (включая не только разум, но и тело). Суть – в процессе технического прогресса будет создан сверхчеловеческий разум, действия и дальнейшее развитие которого, сегодня, даже спрогнозировать невозможно. Также предполагается, что после наступления технологической сингулярности, будущее невозможно будет предположить в принципе.

По-мнению автора концепции технологической сингулярности В.Винджа, сверхчеловеческий интеллект может быть создан несколькими путями:

– компьютеры получают собственное «сознание» при большой вычислительной мощности;

– совершенный интерфейс между техникой и человеком позволит пользователю обоснованно считать свой интеллект сверхчеловеческим;

– пользователи достаточно больших компьютерных сетей осознают себя как одно существо, причем, оно будет иметь сверхчеловеческий интеллект.

Признаки технологической сингулярности проявляются и сейчас в условиях инновационных прорывов. Чем сложнее инновация, тем ниже инновационная восприимчивость как человека, так и компаний, которые внедряют инновации. Этим отчасти и объясняется разрыв между наличием значительного накопленного потенциала и его реализацией. Потому, что инновация требует коренной и часто революционной перестройки системы управления, системы ценностей, организационных структур и т.п. Постоянный дисбаланс возможностей может, в конечном итоге, привести к разрушению систем.

Поэтому необходимы механизмы контроля и сдерживания сингулярности.

После создания сверхчеловеческого, так или иначе, будет необходим механизм сдерживания, механизм контроля над ним, однако есть мнение, что удерживать контроль над такого рода существом или механизмом невозможно. Либо фактор контроля может негативно сказаться на результатах работы сверхчеловеческого. Как считают специалисты, один из худших сценариев, при отсутствии контроля над сверхчеловеческим, – это использование человека как элемента системы. Снова можно обратиться к истории человечества, а конкретнее вспомнить, как человек использовал и использует существа, интеллектом ниже его, – животных. В таком сценарии постчеловеческого мира сам человек может оказаться «животным» для сверхчеловеческого. Человек будет использован в качестве рабочего элемента, который можно «перепрограммировать» под какую-либо узкопрофильную задачу.

При создании искусственного интеллекта (ИИ) и «сверхчеловека» нужно будет однозначно понять, что это существо в сотни раз умнее, даже разумнее самого Человека и, по сути, создав его, человечество передает ему первенство в эволюционной цепочке. Интеллект, который по определению выше человеческого, предсказать невозможно, а это значит нельзя быть полностью уверенным, что созданное существо не решит, что человечество больше не нужно. Говоря более простым языком, ИИ полностью уничтожит человеческую расу за ненужностью. Но это философский подход. С точки зрения экономики, человек уже не рассматривается как носитель интеллектуального потенциала, как носитель идей развития компании, экономики, а рассматривается как дешевая рабочая сила или избыточный ресурс, от которого компания избавляется. Человек перестает быть платежеспособным, что приводит к снижению спроса в итоге, к экономическому хаосу.

Существуют также и другие пути, которые также могут привести к сингулярности, например, «усиление Интеллекта» через создание интерфейса между компьютером и человеком, т.е. по сути – модификация человеческого в человеке. Этот вариант также сопровождается философскими и экономическими проблемами. Проблема такого постсингулярного мира заключается не просто в низведении роли человека как «сырья и предмета труда», а в том, что новый мир будет противоречить фундаментальным понятиям



бытия. Есть также ряд этических вопросов, в том числе и возможность фрагментаризации общества при свободном распространении модификаций человеческого организма. Последнее еще до сингулярности может привести к появлению влиятельных людей, способных помешать течению прогресса, направляя его в нужное для себя русло, извлекая сверхвыгоды и устанавливая монополию.

Катастрофические последствия сингулярности вовсе не обязательно произойдут, но вероятность использования созданного сверхчеловеческого в пользу человека, – существует. Как и при негативных последствиях, основой всего может стать Искусственный Интеллект, только при условии его «дружелюбности». Ранее было указано, что созданное сверхчеловеческое может осознать себя следующим шагом эволюции, и не станет сосуществовать с человечеством. Но если созданный интеллект будет иметь в себе не только холодный расчёт, но и долю уважения к «предкам», то возможно, что Искусственный Интеллект будет общаться со своим создателем на равных. Причем, помогая человеку решать все возникшие трудности, которые человеческий мозг разрешить не в состоянии. Более того, Искусственный Интеллект сможет полностью привести мир в порядок, т.е. решить вопросы возникновения конфликтов между государствами, причем гуманно, автоматизировать все пути сообщения, предотвратить застои экономической активности. Таким образом, благодаря созданию сверхчеловеческого люди получают всё, что когда-либо желали. Управление и планирование производства полностью уйдет в сферу влияния сверхчеловеческого, а это значит абсолютно безопасные и экологически чистые технологии, созданные с помощью такого производства, пройдут во все сферы жизни человека. Можно будет не заботиться об окружающей среде или о своей безопасности – всё будет уже сделано и просчитано заранее. Но если и этого будет недостаточно человечеству, то можно и модифицировать себя – создать Человеко-Компьютерный интерфейс.

Этот путь принесет массу полезного для человека, откроет широчайшие возможности для каждого. Как минимум, это позволит увеличить скорость доступа к собственным воспоминаниям и памяти в принципе. Как максимум – присоединить себя к сверхчеловеческому посредством интеграции чипов в мозг или интеграции своего сознания в компьютерную сеть. Ещё В. Виндж выделял в своей статье несколько проектов, связанных с модификациями человека, которые приведут к Сингулярности[6]. Эти же проекты могут быть доработаны в постсингулярном мире и использованы в различных областях. Например, машинно-человеческая связь в искусстве, когда точность компьютерной графики или точность определения и вывода тональности звука переплетаются с чувственностью человека. Такая связь позволит создавать произведения именно так, как представляет себе автор. Также возможно будет объединить людей в группы или даже в глобальную сеть, но не для того, чтобы стать одним целым сверхчеловеческим, а для использования одной из лучших сторон сверхчеловеческого – коллективного мышления – в качестве усилителя эффективности работы отдельных людей. В этом случае имеется в виду кооперация на телепатическом уровне, а также доступ к материалам в глобальной сети. Как и ИИ, различные модификации интеллекта человека также позволят ему прогнозировать всевозможные показатели, в том числе и прогнозы относительно экономической ситуации в мире. Безусловным плюсом являются и открывающиеся возможности в протезировании конечностей, посредством усовершенствования нервных окончаний для соединения с электродами. Тут стоит упомянуть еще раз о прямых связях с мозгом человека, которые будут одним из важных моментов при различных усилениях. Так, например, можно использовать зрительные каналы для вывода информации непосредственно на изображение, что видит человек. На этом основывается дополненная реальность, помогающая анализировать увиденное и больше не быть привязанным к различным внешним девайсам. Несколько ранее было сказано о ноотропах, позволяющих человеку открыть скрытый потенциал своего мозга. Это может привести как раз к созданию сверхчеловеческого, а в постсингулярном мире усилить интеллект наравне с другими модификациями.

Точно можно сказать, что продолжение пути Усиления Интеллекта, таких модификаций, как описано выше, затрагивает только «программную» часть человека, т.е. да, создает некий интерфейс между человеком и компьютером. Однако помимо ПО – интеллекта, человек имеет и аппаратную часть в виде физического тела. Ранее было сказано о макрообъектах – конечности, органы чувств, но есть и микрообъекты, с которыми должна вестись работа на клеточном уровне. Нанотехнологии, необходимость которых обусловлена появлением сверхчеловеческого, разовьются до их практического применения. В частности, в медицине те же машины фон Неймана или подобные им, смогут избавить человечество от существующих вирусов, не дав зародиться новым. Нанороботы могут быть нацелены на изменение генов человека, например, отключение механизма старения. Тогда, по сути, появятся бессмертные люди, однако, относительно сверхчеловеческого они по-прежнему останутся людьми.

Таким образом, необходимы эффективные механизмы управления научно-технически прогрессом, инновационными процессами, позволяющими обеспечить баланс между инновационной активностью и инновационной восприимчивостью. Эти механизмы в условиях возникновения сингулярности должны обеспечить переход к новому уровню развития так, чтобы сам переход не принес максимальный ущерб, а постсингулярный мир был позитивным и экономически рациональным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Industry 4.0 at McKinsey's model factories. Get ready for the disruptive wave. McKinsey digital, 2016. [https://capability-center.mckinsey.com/files/downloads/2016/digital4.0modelfactoriesbrochure\\_0.pdf](https://capability-center.mckinsey.com/files/downloads/2016/digital4.0modelfactoriesbrochure_0.pdf)
2. Доклад о мировом развитии 2016. Цифровые дивиденды. Обзор. Всемирный банк, Международный банк реконструкции и развития. 2016. 46 с. Всемирный банк, Международный банк реконструкции и развития. 2016. 46 с.
3. Исмагилова Л.А., Гилева Т.А., Галимова М.П. Организационно-экономические аспекты формирования центров технологических компетенций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского политехнического университета. Экономические науки. 2013. № 5 . С. 125 – 132.
4. Галимова М.П., Гилева Т.А. Трансфер технологий в цифровой экономике: критерии выбора бизнес-модели // [Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы](#), труды научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 418-423
5. Интернет вещей, IoT, M2M (мировой рынок). [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет\\_вещей,\\_IoT,\\_M2M\\_\(мировой\\_рынок\)#.D0.9F.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7\\_Gartner](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(мировой_рынок)#.D0.9F.D1.80.D0.BE.D0.B3.D0.BD.D0.BE.D0.B7_Gartner)
6. Технологическая сингулярность как неминуемое событие: позитивная и негативная стороны вопроса: <https://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=13671>

### ОБ АВТОРАХ



**Иванов Александр Петрович**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра по авиастроению (УГАТУ, 2016)

e-mail: Bbot.3476@yandex.ru



**Миранчук Олеся Ивановна**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра по авиастроению (УГАТУ, 2016)

e-mail: [lesya.miranchuk@mail.ru](mailto:lesya.miranchuk@mail.ru)



**Галимова Маргарита Петровна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и предпринимательства УГАТУ

e-mail: [polli66@mail.ru](mailto:polli66@mail.ru)

УДК 81

## АССОЦИАТИВНАЯ ЦВЕТНОСТЬ ТЕКСТОВ НА НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

**Яковлева Р. В.**

**Аннотация.** В рамках статьи предлагаются предварительные результаты анализа ассоциативной (психологической) цветности текстов на немецком языке. Анализ проводится с помощью компьютерной программы «БЮРГЕР», основу которой составили данные, полученные в результате серии ассоциативных экспериментов по установлению звуко-цветовых соответствий в период с января 2014 по июль 2015.

**Ключевые слова:** ассоциативная цветность звука, ассоциативный эксперимент, немецкий язык, автоматизированный анализ слова и текста.

Экспериментальное исследование посвящено изучению ассоциативной цветности звукобукв немецкого языка. Теоретическим основанием для проведения экспериментального исследования ассоциативной цветности звуков немецкого языка в синхроническом срезе стали работы по вопросам звуко-цветовых соответствий в английском (Коллектив ученых Центра исследования синестезии при Университете Ватерлоо г. Онтарио; Прокофьева Л.П.; Ефименко Н.В.), французском (Ф.С. де Мендоза), немецком (Коллектив ученых Института нейропсихологии университета г. Цюрих), русском (Журавлев А.П.; Прокофьева Л.П.; Рогожникова Т.М.; Ефименко Н.В.), татарском и башкирском (Рогожникова Т.М., Кочетова Г.Р.) языках.

В рамках статьи предлагаются предварительные результаты анализа ассоциативной (психологической) цветности текстов на немецком языке, принадлежащих к различным жанрам. По мнению Рогожниковой Т.М., подобный анализ может позволить «декодировать» воздействующий потенциал и латентную информативность текста при отсутствии языковых манифестаций этих скрытых форм, не поддающихся анализу с помощью

традиционных лингвистических методов» [7, 184]. Исследователь предлагает термин «вербальная модель» для описания материализованной модели любой сложности (звукобуква, слово, текст), «являющейся носителем внутренней формы, через проявления которой во внешней среде реализуются латентная информативность и потенциал воздействия конкретной модели» [7, 184]. Под суггестивным потенциалом автор понимает «силу вербальной модели», которая может поддаваться декодированию и измерению и соотносится с внутренней формой вербальной модели. Реализуется этот потенциал с помощью механизма ассоциирования. Интересным представляется указание Рогожниковой Т.М. на то, что «суггестивный потенциал, материализующийся во внешней речи через звукорезонансные вибрации текста, создает мыслеобраз, становящийся воздействующим фактором» [7, 184]. Звукорезонансные ряды разных моделей различаются по степени внушающего воздействия, «но все они оказывают воздействие на психомоторную систему человека» [7, 184].

С целью определения цветового наполнения звукобукв немецкого языка в период с января 2014г. по июль 2015г. была проведена серия ассоциативных экспериментов (далее – АЭ) с носителями немецкого языка на территории Германии (г.Геттинген, федеральная земля Нижняя Саксония и г. Ахен, федеральная земля Северный Рейн-Вестфалия). В ходе экспериментального исследования на основе количественного и качественного анализа ассоциативного окружения исходного списка звукобукв-стимулов и звукобуквенных сочетаний-стимулов была составлена цветовая матрица звуков немецкого языка, работа над которой является необходимым этапом в создании программы автоматизированного анализа на уровне слова и текста [9].

Обзор компьютерных программ автоматизированного анализа слова и текста показывает, насколько активно компьютерные технологии привлекаются филологами в настоящее время [2; 3; 4; 7].

С помощью компьютерной программы «БАРИН» [5] Н.В. Ефименко было проанализировано 148 учебных текстов на русском и английском языках. Анализируемые учебные тексты были отобраны из различных учебных пособий по мехатронике для студентов, обучающихся по специальностям «Мехатроника» и «Автоматизация технологических процессов и производств». Учебные тексты были не параллельными, но аналогичными по содержанию. В результате анализа было установлено, что в английских текстах доминирует желто-зеленая составляющая, в русских текстах образовательной тематики – сине-красно-бело-черная [2].

Г.Р. Кочетова в своем исследовании применяет компьютерную программу «БАТЫР» [6] и проводит анализ звуко-цветовой ассоциативности молитвенных текстов на башкирском и татарском языках (123 молитвы на башкирском языке и 90 молитв на татарском языке). Автор отмечает, что «в данном случае речь идет об ассоциативной цветности молитвенных текстов, в которых концентрация или избыточные скопления звукобукв определенной ассоциативной цветности придают суггестивному тексту определенный доминирующий цветовой оттенок». В результате было установлено, что молитвенный текст на башкирском языке показывает доминирование ассоциативных белого и зеленого цветов, а молитвенный текст на татарском языке ассоциативно наполнен желтым, белым, черным и зеленым цветами [3].

В 2015 г. завершено создание компьютерной программы «БЮРГЕР» [8], предназначенной для работы с текстами на немецком языке. Основным компонентом программного продукта стала цветовая матрица звукобукв немецкого языка. Программа «БЮРГЕР» написана на языке Delphi. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: автоматическое преобразование текста в массив звукобукв; автоматический расчет количества звукобукв в слове и тексте; автоматический расчет частотности звукобукв в слове и тексте; автоматический определение соотношений цветности текста, вывод результатов в текстовое поле (статистика); определение динамики цветности текста; создание интерпретации художественного образа текста; определение доминирующих

цветов цветности текста; создание модели отображения цветности текста «Цветовая спираль»; вывод результатов в виде графиков, диаграмм и интерпретаций; сохранение графиков, диаграмм и интерпретаций в файл.

В рамках данной публикации для сопоставительного анализа были отобраны газетные и молитвенные тексты. Следует отметить, что молитвенные тексты могут рассматриваться как наиболее воздействующие на человека. С помощью программы «БЮРГЕР» нами было проанализировано 10 газетных текстов и 10 молитвенных текстов. Газетные тексты представляют собой статьи Интернет-версии газеты *Süddeutsche Zeitung*, являющейся одним из наиболее влиятельных и авторитетных средств массовой информации в Германии. Тексты написаны разными авторами и посвящены различной тематике: политике, культуре, страноведению, образованию, рынку труда, окружающей среде, науке. Объем текстов – 800–1100 знаков.

Приведем в качестве примера отрывок из текста 1 [11]:

*“Es ist ein sensationeller Vertrag, den mehr als 160 Staaten der Erde am Freitag in New York unterschrieben haben. Endlich legen sie sich darin verbindlich auf einen wirkungsvollen Klimaschutz fest. Aus dem Ende 2015 in Paris ausgehandelten Abkommen kann nur eines folgen: Die Menschheit muss den Ausstoß von Treibhausgasen komplett beenden, und das bald. Das erklärte Ziel des Pariser Abkommens ist, die Erderwärmung auf zwei Grad Celsius zu begrenzen. Weil das gefährlich viel ist, steht im Vertragstext zusätzlich die Wunschmarke von 1,5 Grad. Dieses halbe Grad kann für das Klima einen entscheidenden Unterschied machen. Allerdings glaubt kaum jemand, dass der niedrigere Wert noch erreichbar ist. Man wäre schon froh, wenn es wenigstens für das Zwei-Grad-Ziel eine Art Fahrplan gäbe - auch der ist längst nicht in Sicht<...>”*

В таблице 1 представлены показатели ассоциативной цветности газетных текстов с учетом доминантных цветов и периферии.

Таблица 1

Показатели ассоциативной цветности газетных текстов  
(соотношения доминантных цветов с учетом периферии) в процентах

	Желтый	Зеленый	Красный	Синий	Лиловый	Белый	Черный	Фиолетовый	Коричневый
Текст 1	24.6	20.9	25.3	18.2	4.64	1.68	3.09	0.83	0.7
Текст 2	25.8	22	23.5	20	3.34	1.19	1.79	1.07	1.79
Текст 3	25.6	22.9	22.5	19.6	4.23	1.3	1.73	1.3	0.86
Текст 4	24.7	25.3	22.5	16.1	3.55	2.26	4.3	0.53	0.75
Текст 5	23.8	23.9	23.6	18.5	4.37	1.38	2.3	1.03	1.15
Текст 6	26	22.8	25.4	16.6	3.66	1.08	1.94	1.51	1.08
Текст 7	24.3	24.3	23.5	18.6	2.45	1.84	1.94	2.04	1.02
Текст 8	26.1	23.3	23.3	16.3	4.48	2.18	2.73	1.31	0.4
Текст 9	26.6	24.3	19.1	19.8	4.93	2.13	1.91	0.44	0.78
Текст 10	25	24.4	22.9	19	3.38	1.49	1.99	0.79	1.19
Среднее арифмет.	<b>25.3</b>	<b>23.4</b>	<b>23.1</b>	<b>18.3</b>	<b>3.9</b>	<b>1.66</b>	<b>2.37</b>	<b>1.09</b>	<b>0.97</b>

Доминантными цветами анализируемых газетных текстов оказались желтый, зеленый, красный и синий. Периферию наполняют лиловый, белый, черный, фиолетовый и коричневый цвета. В этой связи особый интерес представляет собой работа немецкого

исследователя в области психологии цвета Г. Браэма, в которой автор приводит данные цветовых предпочтений среднестатистического жителя Германии (по результатам исследований психологов Люшера, Фрайлинга, Фавра, Новембэра). Согласно шкале цветовых предпочтений, красный, синий, зеленый и желтый цвета являются наиболее популярными цветами в немецкоязычном сообществе [1, 151].

Среди отобранных молитвенных текстов представлены библейские и авторские тексты, объемом 800–1100 знаков, кроме молитвы «Das Vaterunser» – 400 знаков. Включение молитвы «Das Vaterunser», также известной как Молитва Господня, было обусловлено тем, что молитва является одной из самых важных у христиан во всем мире. Приводится в Евангелиях от Матфея и от Луки. Согласно Евангелию, Иисус Христос дал ее своим ученикам в ответ на просьбу научить их молитве.

Приведем в качестве примера молитвенный текст 1 [10]:

*Das Vaterunser*

*Vater unser im Himmel,  
geheiligt werde dein Name.  
Dein Reich komme.  
Dein Wille geschehe,  
wie im Himmel so auf Erden.  
Unser tägliches Brot gib uns heute.  
Und vergib uns unsere Schuld,  
wie auch wir vergeben unsern Schuldigern.  
Und führe uns nicht in Versuchung,  
sondern erlöse uns von dem Bösen.  
Denn dein ist das Reich und die Kraft  
und die Herrlichkeit in Ewigkeit.  
Amen.*

В таблице 2 представлены показатели ассоциативной цветности молитвенных текстов с учетом доминантных цветов и периферии.

Таблица 2

Показатели ассоциативной цветности молитвенных текстов  
(соотношения доминантных цветов с учетом периферии) в процентах

	Желтый	Зеленый	Красный	Синий	Лиловый	Белый	Черный	Фиолетовый	Коричневый
Молитва 1	28.7	20	20.7	22.3	3.33	2	1	2	0
Молитва 2	25.4	24.1	22.6	24.1	1.81	0.97	0.72	0.24	0.1
Молитва 3	26.1	22.4	22.3	21.9	2.84	1.2	1.31	1.42	0.55
Молитва 4	28	23	23.7	18.3	3.4	0.3	1.62	1.3	0.32
Молитва 5	28.2	21	23.5	18.8	4.1	1.37	1.59	1.02	0.34
Молитва 6	29.6	19.7	20.6	20.1	4.88	2.09	2.09	0.4	0.55
Молитва 7	29.4	17.6	18.5	26.8	5.44	0.1	1.52	0.5	0.1
Молитва 8	28.5	23.7	20.3	20.6	2.82	1.55	1.41	0.28	0.7
Молитва 9	29.6	23	19.4	19.7	4.07	1.36	1.77	0.8	0.2
Молитва 10	29.2	20.7	22.2	18.5	4.62	1.71	1.2	1.71	0.17
Среднее арифмет.	<b>28.3</b>	<b>21.5</b>	<b>21.3</b>	<b>21</b>	<b>3.7</b>	<b>1.26</b>	<b>1.4</b>	<b>0.9</b>	<b>0.3</b>

Доминантными цветами анализируемых молитвенных текстов оказались также желтый, зеленый, красный и синий, а периферию наполняют лиловый, белый, черный, фиолетовый и коричневый цвета. При сравнении диапазонов показателей ассоциативной цветности «ядерной зоны» газетных и молитвенных текстов было установлено (таблица 3), что молитвенные тексты «более желтые» и «более синие», но «менее зеленые» и «менее красные».

Таблица 3

Сравнительные данные по показателям ассоциативной цветности газетных и молитвенных текстов

	Цветовой диапазон			
	Желтый %	Зеленый %	Красный %	Синий %
Газетные тексты	23,8-26,6	21-25,3	19,1-25,2	16,1-20
Молитвенные тексты	25,4-29,6	17,6-24,1	18,5-23,7	18,3-26,8

Безусловно, в дальнейшем для точности сравнительного анализа планируется привлечение большего массива газетных, молитвенных и других текстов. В настоящее время компьютерная программа «БЮРГЕР» апробируется, с ее помощью анализируется ассоциативная цветность текстов различных жанров и различных объемов. Результаты будут освещены в дальнейших публикациях.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Браэм Г. Психология цвета. – М.: АСТ: Астрель, 2009. – 158с.
2. Ефименко Н.В. Ассоциативная структура цветового значения слова и текста: Дис. ...канд. филол. наук. – Уфа, 2011. – 208 с.
3. Кочетова Г.Р. Ассоциативная цветность как проявление внутренней формы вербальной модели: Дис. ...канд. филол. наук. – Уфа, 2014. – 185 с.
4. Прокофьева Л.П. Звуко-цветовая ассоциативность: универсальное, национальное, индивидуальное. – Саратов: Изд-во Саратовского медицинского ун-та, 2007.–280 с.
5. Рогожникова Т.М., Воронков С.А., Ефименко Н.В., Яковлева Р.В. Программа для ЭВМ БАРИН (Автоматизированный анализ слова и текста). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011618299. – М., 2011.
6. Рогожникова Т.М., Кудашов Д.Д., Кочетова Г.Р., Ефименко Н.В. Программа для ЭВМ БАТЫР (Автоматизированный анализ слова и текста). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014613238. – М., 2013.
7. Рогожникова Т.М. Текст как транслятор с языка идиосостояний на язык управления реальностью // Теория и практика языковой коммуникации: материалы VII Международной научно-методической конференции. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2015. – С. 179 – 200.
8. Рогожникова Т.М., Кудашов Д.Д., Яковлева Р.В. Программа для ЭВМ БЮРГЕР (Автоматизированный анализ слова и текста). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2016616320. – М., 2016
9. Яковлева Р.В. Экспериментальное исследование ассоциативной цветности звуков немецкого языка // Вестник Тверского государственного университета. Серия "Филология". – Тверь: ТевГУ, 2015. № 4. – С. 214-221.
10. Biblische Gebete und Gebete für verschiedene Anlässe. [Electronic resource]. URL: <http://www.amen-online.de/gebet/> (accessed at 25.01.2017).
11. Süddeutsche Zeitung [Electronic resource]. URL: <http://www.sueddeutsche.de/> (accessed at 25.01.2017).

## ОБ АВТОРАХ

Фото

**Яковлева Рина Венеровна**, преподаватель каф. Языковой коммуникации и психолингвистики УГАТУ, дипл. филолог, преподаватель, переводчик по специальности «Филология» (БГУ, 2005). Исследования в области психолингвистики и теории языка.

e-mail: rina-yakovleva@yandex.ru

УДК 336.717.06

**УПРАВЛЕНИЕ ЛИКВИДНОСТЬЮ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИМПЛЕКС-МЕТОДА****Атиева З. И.**

**Аннотация.** В рамках управления эффективностью деятельности коммерческого банка предлагается применение симплекс-метода математического моделирования, предусматривающее покрытие дефицита ликвидности, образовавшегося в каком-либо периоде, путем переноса избыточных средств из другого периода. Описывается алгоритм симплекс-метода, который обеспечивает грамотное распределение ресурсов коммерческого банка.

**Ключевые слова:** ликвидность; банковская система; кредитная организация; баланс; симплекс-метод.

Неотъемлемой частью экономики является банковская система, от успешного функционирования которой во многом зависит рост благосостояния государства и его граждан. Однако банковская деятельность, как и любой бизнес, подвержена определенным рискам.

Надежность банков и банковской системы в целом основывается на их способности вовремя исполнять свои обязательства. Ликвидность, которая и означает способность банка своевременно и без потерь отвечать по своим обязательствам, является одним из важнейших факторов финансовой стабильности банка. Следовательно, правильная оценка ликвидности и эффективное управление ею относятся к наиболее важным вопросам деятельности кредитных организаций.

Процесс управления банковской ликвидностью нацелен на своевременное удовлетворение требований акционеров и вкладчиков банка, а также на соблюдение нормативов Центрального Банка России, при условии решения главной задачи коммерческого банка – максимизации прибыли.

Во многих научных работах как российских, так и зарубежных авторов не определяются взаимосвязи стратегических целей и организационной системы управления рисками коммерческого банка, элементы системы анализа рисков не трактуются подробно, а выводы и рекомендации основываются только на анализе отдельных этапов и методов управления. Предлагаются методики оценки совокупного риска, однако не разработаны механизмы управления им.

Недостаточность практических разработок обусловлена тем, что процесс анализа и страхования банковских рисков полностью регламентирован Центральным Банком России.



Коммерческие банки, как правило, не отходят от инструктивных норм, несмотря на достаточно частые столкновения с нестабильностью и неспособностью предотвратить риски, а принципы непосредственной организации, управления некоторыми значимыми рисками, Банком России не определены. Следовательно, возникает проблема выработки самостоятельных управленческих решений.

Для точного определения потребности в ликвидных средствах необходимо использование комплексной методики, которая будет основана на методе источников и использования средств. Данный метод заключается в нахождении величины разрыва ликвидности по различным срокам и является основой планирования ликвидности коммерческого банка. Целью построения такой модели является оптимизация источников привлечения ресурсов и вложения их в наиболее доходные виды активов, при существующих ограничениях ликвидности.

Различают краткосрочное и долгосрочное планирование ликвидности. Краткосрочное планирование осуществляется на период одного месяца путем расчета вероятной разницы между притоком и оттоком денежных ресурсов (разрыва ликвидности). По результатам расчета ликвидности определяется дисбаланс между ожидаемыми потоками активов и пассивов в предстоящем месяце:

$$Д = П - О, \quad (1)$$

где Д – дисбаланс (разрыв),

П – приток средств (активы),

О – отток средств (пассивы).

Вся эта информация отражается в рабочем документе планирования ликвидности (табл. 1) с учетом необходимости поддержания обязательного остатка на корреспондентском счете и в кассе, а также планового наращивания объемов активов и пассивов.

**Таблица 1**

**Рабочий документ планирования ликвидности**

№ п/п	Планируемый приток средств	№ п/п	Планируемый отток средств	Разрыв
1	Активы к погашению в течение периода	2	Ожидаемый отток пассивов в течение периода	
1.1	Кредиты	2.1	Депозиты	
1.2	Вложения в ценные бумаги	2.2	Погашение ценных бумаг	
1.3	Векселя	2.3	Погашение долговых обязательств	
1.4	МБК	2.4	Межбанковские депозиты	
1.5	Приток по сделкам РЕПО	2.5	Возврат по сделкам РЕПО	
1.6	Кредиты филиалам	2.6	Депозиты филиалом	
1.7	Счета дебиторов	2.7	Счета кредиторов	
1.8	Прочие активы	2.8	Прочие пассивы	
	Итого		Итого	
2	Ожидаемый приток средств в течение периода	1	Вложения, планируемые в течение периода	
2.1	Депозиты и сертификаты физических лиц	1.1	Овердрафты	
2.2	Депозиты и сертификаты юридических лиц	1.2	Кредиты	
2.3	Расчетные счета	1.3	Вложения в ценные бумаги	
2.4	Выпуск долговых обязательств	1.4	МБК	
2.5	Межбанковские депозиты	1.5	Кредиты филиалам	
2.6	Межфилиальные депозиты	1.6	Счета дебиторов	
2.7	Прочие обязательства	1.7	Прочие вложения	
	Итого		Итого	

Если планируемый приток средств превышает планируемый отток, то дисбаланс ликвидности является положительным и возникающую разницу необходимо инвестировать в активы, приносящие доход. При превышении планируемого оттока средств над планируемым притоком, дисбаланс ликвидности является отрицательным. Тогда возникшую разницу необходимо покрыть из внешних и (или) внутренних источников, доступных для банка (табл. 2).

Таблица 2

**Источники покрытия дисбаланса ликвидности**

Отрицательный дисбаланс	Положительный дисбаланс
Кредитные линии	Кредитные линии в пользу других банков
Средства на корреспондентских счетах	Покупка долговых обязательств
Средства в кассе	Кредиты
Сделки РЕПО	Сделки РЕПО
Реализация ценных бумаг	Покупка ценных бумаг
Получение МБК	Предоставление МБК
Получение межфилиальных кредитов	Кредиты филиалам

Принимая решение о покрытии дисбаланса, необходимо оценить экономическую целесообразность данных операций, так как они не должны обернуться для банка убытками. При реализации активов следует рассчитать финансовый результат, а также транзакционные издержки. При увеличении пассивов необходимо оценить процентные расходы, обязательные резервы, издержки по обслуживанию обязательств.

Для построения модели распределения активов по срокам с целью достижения положительных совокупных разрывов при минимальной величине переноса активов введем следующие обозначения.

Индексы:  $i = j$  – количество сроков распределения,  $i \in I, j \in J$ .

Переменные:  $x_{ij}$  – величина переноса актива со срока  $i$  на срок  $j$ ,

$a_i$  – сумма актива на сроке погашения  $i$ ,

$p_i$  – сумма пассива на сроке погашения  $i$ ,

$c_{ij}$  – издержки, связанные с переносом актива со срока  $i$  на срок  $j$ ,

$r_i = a_i - p_i$  – разрыв между активом и пассивом на сроке  $i$ ,

$r_c = a_i - p_i + r_{i-1}$  – совокупный разрыв между активами и пассивами.

Формулировка задачи: необходимо найти такие неотрицательные значения переменных  $x_{ij}$ , чтобы  $\sum \sum c_{ij}x_{ij} \rightarrow \min$ .

Для формирования оптимальной структуры баланса используем методы экономико-математического моделирования, а именно транспортную задачу линейного программирования. Абсолютное значение риска ликвидности равно отрицательному значению разрыва ликвидности. Мы стремимся минимизировать риск путем перемещения активов, чтобы накопленный разрыв был положительным, причем сумма перемещения должна быть минимальна. Минимальное значение этого перераспределения и есть абсолютное значение риска ликвидности.

Меньшие транзакционные издержки свидетельствуют о более эффективной стратегии, применяемой коммерческим банком. Использование в качестве источника переноса активов периодов с отрицательным разрывом нецелесообразно, т.к. это еще более увеличивает разрыв ликвидности. Поэтому источником переноса должны служить периоды с положительным разрывом. Исходя из того, что сумма перераспределения должна быть минимальна и равна разрыву ликвидности, записывается условие перераспределения активов для источника переноса:

$$x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3} + \dots + x_{1,n} = a_1$$

$$x_{2,1} + x_{2,2} + x_{2,3} + \dots + x_{2,n} = a_2$$

.....

$$x_{m,1} + x_{m,2} + x_{m,3} + \dots + x_{m,n} = a$$

Бесплатных способов замены одного актива на другой не существует, поэтому главным критерием эффективности перераспределения активов должны служить минимальные транзакционные издержки по их перераспределению. Транзакционные издержки состоят из затрат ресурсов и затрат времени на совершение сделки, а также из потерь, возникающих вследствие неэффективной или неправильной сделки.

Уровень транзакционных издержек напрямую связан с уровнем риска. Транзакционные издержки удобно записать в табличной форме (табл. 3). При распределении активов целесообразно использовать метод «северо-западного угла», заключающийся в заполнении левой верхней клетки оставшейся части таблицы максимально возможным числом.

Таблица 3

## Транзакционные издержки

	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
$A_1$	$C_{11}$	$C_{12}$	...	$C_{1n}$
$A_2$	$C_{21}$	$C_{22}$	...	$C_{2n}$
...	...	...	...	...
$A_m$	$C_{m1}$	$C_{m2}$	...	$C_{mn}$

Оптимальное перераспределение будет найдено, когда транзакционные издержки будут минимальны. Таким образом, мы решаем задачу покрытия отрицательного разрыва, образовавшегося в каком-либо периоде, путем переноса положительного разрыва из другого периода.

Желательно придерживаться ограничений  $x_{ij} \leq a_i - r_i$  и  $a_i - r_i \geq 0$ . Это позволит сохранить положительный разрыв в периоде, из которого осуществляется перенос. Если сумма необходимого переноса недостаточна для покрытия отрицательного дисбаланса в  $j$ -м периоде, то необходимо ведение дальнейшего перераспределения активов.

Уровень совокупного риска ликвидности, который нам необходимо покрыть переносом активов, равен взвешенному с учетом коэффициентов значимости разрыву ликвидности. Новое распределение активов оптимально, прежде всего, с точки зрения оптимизации риска ликвидности.

Таким образом, в предложенной нами модели лимитирование риска ликвидности определяется оптимальной суммой переноса активов. Политика по управлению ликвидностью должна включать не только методику расчета показателей и порядок взаимодействия структурных подразделений, но и процедуру восстановления ликвидности. Необходимо постоянное проведение анализа применяемых методик управления ликвидностью и их соответствия современным требованиям. Лимиты и ограничения необходимо пересматривать при изменении сценария развития событий, с учетом «лучшей» практики и особенностей конкретного банка. Политика должна также предусматривать возможность жесткого внутреннего контроля этих лимитов и ограничений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 02.12.1990 N 395-1 (ред. от 05.04.2016) "О банках и банковской деятельности"
2. Инструкция Банка России от 03.12.2012 N 139-И (ред. от 07.04.2016) "Об обязательных нормативах банков"
3. Письмо Банка России от 27.07.2000 N 139-Т «О рекомендациях по анализу ликвидности кредитных организаций»

4. Азизбаев, Х. Основы формирования и оценка капитала коммерческого банка: Монография - М. : ИД Экономическая газета, ИТКОР, 2012. - 162 с.
5. Алескеров, Ф. Т. Анализ математических моделей Базель II / Андриевская И. К., Пеникас Г. И., Солодков В. М. – ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 285 с.
6. Ковалев П. П. Банковский риск-менеджмент: Учебник - М. : Финансы и статистика, 2014. - 304 с.
7. Лаврушина, О. И. Деньги, кредит, банки: экспресс-курс: Учебное пособие для студентов вузов – М. : КноРус, 2011. - 320 с.
8. Титович А. А. Менеджмент риска и страхования: Учебное пособие - Минск : Вышэйшая школа, 2011. - 287 с.
9. Даукаев, Ш. А. Подходы к управлению риском ликвидности в кредитной организации / Ш. А. Даукаев // ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ). – 2013. - № 7 (60). – С. 89-91.
10. Пацукова, И. Г. Подходы к управлению ликвидностью коммерческого банка / И. Г. Пацукова // Евразийское научное объединение. – 2015. - № 5 (5). – С. 118-121.
11. Степанов, Д. В. Ликвидность коммерческого банка: понятие и подходы к управлению / Д. В. Степанов // Финансово-экономические проблемы региональной экономики: сб. трудов Межд. науч.-практ. конф. «Взаимодействие финансового и реального секторов экономики». – 2013. – С. 228-231.
12. АУР.Ру: Административно-управленческий портал [Электронный ресурс]. - М., 1999. - Режим доступа: <http://www.aup.ru/>. - Загл. с экрана.
13. Банкир.Ру: Информационное агентство [Электронный ресурс]. - М., 1999. – Режим доступа: <http://bankir.ru/>. - Загл. с экрана.

#### ОБ АВТОРАХ



**Атиева Залина Исаевна**, студент каф. управления инновациями УГАТУ, бакалавр экономики (УГАТУ, 2016).

e-mail: [zalinanaa@yandex.ru](mailto:zalinanaa@yandex.ru)

УДК 658.8.013

### НЕЙРОМАРКЕТИНГ КАК ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МАРКЕТИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Данилова К. В., Рувенный И. Я.**

**Аннотация.** Статья посвящена нейромаркетингу - актуальному и инновационному направлению маркетинговых исследований. Цель статьи состоит в конкретизации его понимания и систематизации его принципов и основных инструментов. В статье приведены различные точки зрения на понимание сущности нейромаркетинга и результаты экспериментов, способствовавших становлению данной области маркетинга. Выявлены преимущества и ограничения нейромаркетинга. Теоретические положения подкреплены примерами использования нейромаркетинга на практике.

**Ключевые слова:** нейромаркетинг; маркетинговые исследования; маркетинговые коммуникации; инновации; реклама; поведение потребителей.

Мир не стоит на месте, и инновации появляются в жизни человечества постоянно. Не остаются в стороне и маркетинговые технологии. Непрерывно увеличивается ассортимент товаров и услуг, создаются принципиально новые продукты и, как следствие, новые рынки. Это стимулирует компании вкладывать значительные средства в рекламу с целью увеличения узнаваемости продуктов и формирования предпочтения определенных брендов. Так, за девять месяцев 2016 года суммарный оборот рекламы в России составил примерно 240 млрд. руб., что на 13% больше, чем за аналогичный период прошлого года [20]. Тенденция роста сохранялась на протяжении всего периода 2016 года, несмотря на относительно нестабильную экономическую ситуацию. Рост затрачиваемых средств на рекламу объясняется тем, что сложившиеся экономические условия привели к обострению конкуренции, и многие компании в стремлении привлечь и удержать клиента начинают активнее использовать инновационные подходы к коммуникациям с потребителями. При этом эффективность вложенных в рекламу имеет вероятностный характер.

Важно отметить, что «комплекс коммуникаций представляет целостную совокупность управляемых коммуникационных элементов, манипулируя которыми организация имеет возможность представить товар или услугу в привлекательном свете для целевых аудиторий» [11, с. 6]. Маркетинговые коммуникации позволяют эффективно продвигать товары или услуги конечному потребителю. Целью маркетинговых коммуникаций является удовлетворение разрозненных потребностей общества. Элементами маркетинговых коммуникаций являются реклама, персональные продажи, PR, ярмарки и выставки, стимулирование сбыта и упаковка. К функциональным компонентам эффективных коммуникационных решений относят [11]:

- информация;
- убеждения;
- создание образа;
- подкрепление;
- личный опыт покупателей и их отзывы о товаре.

Разнообразие методов и инструментов заставляет компании думать об эффективности не только самого рекламного послания, но и о необходимости использования того или иного канала коммуникации. «Новейшие информационно-коммуникационные технологии позволяют личности, освоившей их, выстраивать общение с производителями и продавцами, обогащая опыт, необходимый компаниям для определения своих конкурентных стратегий. Изменение темпов жизни и постоянное увеличение количества информации, в которой необходимо ориентироваться потребителю, усложняет процесс выбора и принятия решения. Отсюда актуализируется применение в поведенческом маркетинге социолого-психологических знаний» [с. 26, 2].

О необходимости тщательного анализа аспектов поведенческого маркетинга, в частности, высказывается Ф. Барден, посвятивший книгу анализу глубинных причин успехов или неудач рекламных кампаний. «Истинные причины, по которым люди поступают так или иначе, до сих пор остаются тайной. Иначе провал продаж новинок не составлял бы 80-90 процентов, а затраты на рекламу были бы абсолютно эффективными» [1, с.17]. Неудивительно то, что крупные компании стали вкладывать весьма значительные средства в детальнейшее изучение потребителя для выявления истинного отношения к предлагаемым продуктам. Инновационной технологией, позволяющая не только проводить исследования такого типа, но и грамотно выстраивать коммуникации между производителем и потребителем, и является нейромаркетинг.

Толкование сущности нейромаркетинга очень разнообразно. Он рассматривается в следующих аспектах:

- как наука, сочетающая в себе подходы нейронаук и маркетинга;

- как нейронаука;
- как вид маркетинга или подход к маркетингу;
- как инструментарий, метод и набор методов.

Рассмотрим несколько формулировок сущности нейромаркетинга, представленных в таблице 1.

Таблица 1

### Формулировка определений нейромаркетинга

№ п/п	Формулировка	Автор
1	Это наука (теория) и практика, изучающие нейрофизиологические закономерности поведения человека (в области принятия решений и осуществления им выбора) в целях их практического применения для повышения эффективности маркетинговой коммуникационной деятельности [12]	Ульяновский А. В.
2	Лишь высокоточное аппаратное тестирование неосознанных человеческих реакций на любой статический или моторический визуальный объект, будь то предмет искусства, модель платья, этикетка, рекламный ролик или дизайн сайта [18]	Коро Николас
3	Вид маркетинга, использующий разные стимулы, которые воздействуют на человеческий мозг, с целью вызова необходимого действия [8]	Макарова Т. Н., Степанова М. А.
4	Прикладной раздел нейроэкономики и новый методологический подход маркетинга, охватывающий исследования потребительского поведения (мышление, познание, память, эмоциональные реакции и т.д.) с применением методов нейробиологии, которые позволяют объективно оценить субъективную реакцию потребителя [5]	Громовик Б. П., Унгурян Л. М
5	Новая маркетинговая дисциплина, использующая методы медицины для понимания реагирования центральной нервной системы человека на маркетинговые стимулы [13]	G. Orzan, I. A. Zara, V. L. Purcarea
6	Одна из современных концепций маркетингового воздействия в розничной торговле, опирающаяся на исследования психологии потребителей, использующая технологию «сканирования» мозга потенциальных потребителей с целью определить, на какие образы целевая группа реагирует наиболее активно, и делающая ставку на чувства и эмоции клиентов [15]	Маркетинг. Большой толковый словарь
7	Заключается в воздействии на подсознание человека и создании манипулятивного механизма управления потребителем путем воздействия на 5 основных органов чувств: зрение, слух, обоняние, осязание, вкус [4]	Гладун Г. В.

По мнению авторов данной статьи, наиболее полно сущность нейромаркетинга выразила Н. Галкина. «Нейромаркетинг — новое направление маркетинговых исследований, которое изучает сенсорно-моторные, эмоциональные и когнитивные реакции людей на маркетинговые стимулы» [3]. Несмотря на расхождения во мнениях, важнейшим фактом остается то, что именно нейромаркетинг позволяет ответить на важнейший вопрос: «Почему целевая аудитория не обращает внимания на проводимую

рекламную кампанию»?

В таблице 2 представлены основные идеи в области нейробиологии, клинической психологии и маркетинга.

**Таблица 2**

<b>Исследователи</b>		
№	Автор	Вклад
1	Рид Монтегю (нейробиолог)	Рид Монтегю задался вопросом истинной причины предпочтения одного продукта другому. Его эксперимент заключался в тестировании вкусовых характеристик напитков двух конкурентов Coca Cola и Pepsi. Используемое оборудование МРТ показало интересные результаты относительно активизации различных зон головного мозга при употреблении напитков с этикеткой, в то время как без наличия опознавательных символов испытуемые не смогли отличить напиток одной фирмы от другого
2	Джеральд Зальтман (проф. маркетинга Гарвардской школы бизнеса)	Метаморфная модель Зальтмана – одна из эффективных технологий нейромаркетинга, позволяющая выявить и проанализировать скрытые мысли клиентов. Кроме того, в методе используется концепция трехмерной пирамиды, для интерпретация которой необходимы специфические знания запатентованной модели
3	Дэвид Льюис (нейропсихолог, основатель Mindlab)	В своей книге «Нейромаркетинг в действии», Д. Льюис приводит историческое становление нейромаркетинга, раскрывает механизм клетки продаж, приводит «схему желаний, потребностей и желаний-потребностей», разбивающую продукты и услуги по категориям и схему движения товаров по категориям для создания «желания-потребности»

Известно, что между двумя мировыми лидерами Pepsi и Coca-Cola идет давнее противостояние за доминирующее положение на рынке. Также известен вызов Pepsi брошенный Coca-Cola. В «слепом» тесте на вкус потребителей просили выбрать между двумя напитками Pepsi и Coca-Cola. По результатам теста выиграл напиток от Pepsi. Нейробиолог Р. Монтегю задался вопросом: если люди действительно предпочитают Pepsi Coca-Cola, почему же тогда Pepsi не занимает доминирующее положение на рынке? В поисках ответа на этот вопрос Монтегю провел собственный эксперимент с использованием прибора магнитно-резонансной томографии (МРТ) с целью отслеживания активности головного мозга. В тесте на вкусовые качества около половины испытуемых заявили о предпочтении Pepsi, но как только они узнали какие образцы были Coca-Cola, предпочтения увеличились от 3 к 1 в ее пользу. Также была отмечена повышенная активность в отделах головного мозга, отвечающих за высшее мышление и память. Тогда ученый пришел к заключению, что мозг вспоминал образы и идеи из рекламных роликов, а также мысли и эмоции, связанные с брендом, перекрывали реакции на фактическое качество продукта. В 2004 году были опубликованы результаты его исследований, после которых нейромаркетинг начал приобретать известность.

Хотя именно Монтегю придал нейромаркетингу известность, ряд ученых тоже занимались разработками в этой области. Впервые концепция была исследована профессором Гарвардского университета Д. Зальтманом в 1990-е годы. Позже Зальтман запатентовал свой метод ZMET (Zaltman Metaphor Elicitation Technique – Метаморфная

модель Зальтмана), который является широко распространенным в таких компаниях как Nestle, General Motors, P&G [14]. В основе метода — сочетание нейробиологии, психоанализа, лингвистики, искусства и теории для выявления ментальных моделей, которые определяют поведение человека. Главная цель метода - вывести на осознаваемый уровень скрытые мысли клиентов, которые непрерывно происходят в их головном мозге. Это своеобразный двуязычный разговорник, который может помочь уменьшить разрыв между языковым барьером в диалоге между потребителями и маркетологами на рынке [9]. Данная концепция каждый вопрос рассматривает в рамках трехмерной пирамиды, вершинами которой являются разум, общество, мозг и тело. Изучение любой из четырех составляющих не может быть осуществлено без учета влияния остальных. Несмотря на всю кажущуюся сложность метода, его принцип достаточно прост и заключается в том, может лгать потребитель, но не статистика. Даже если потребитель не лжет, зачастую ему бывает сложно выразить то, о чем он думает в действительности. Согласно проведенным оценкам, порядка 95% всех мыслей относятся к подсознанию, которые невозможно измерить с помощью традиционных подходов [14].

Д. Льюис – автор серии книг о нейромаркетинге, практикующий специалист психологии в области нейробиологии с 1980-ых годов описывает одно заседание в компании сектора FMCG так: «На него пригласили пять ученых, всех с научными степенями ведущих университетов Британии. Там был физик-теоретик из Кембриджа, инженер из Бристоля, математик из Имперского колледжа Лондона, учившийся в Оксфорде биохимик с докторской степенью Университета Сассекса. Какова была наша задача? Оценить эффективность продукта для ухода за мужской кожей, который стоил менее 15 долларов» [7, с. 13]. На первый взгляд кажется, что низкая цена единицы продукции не стоит того, чтобы вкладывать такие усилия и средства для ее продвижения. Но что-то заставляет компании инвестировать средства в разработки, и, вполне вероятно, что этим фактором является эффективность получаемых результатов.

Нейромаркетинг представляет собой формальное изучение ответных реакций мозга на рекламу и брендинг, а также на корректировку сообщений, основанных на обратной связи с целью получения лучших ответов [14]. Исследования проводятся при помощи таких технологий, как МРТ и ЭЭГ (электроэнцефалография) для измерения активности головного мозга в ответ на рекламный посыл. Благодаря этой информации компании узнают почему и каким образом потребители принимают решения, а также какие отделы головного мозга отвечают за мотивы совершения действия.

В таблице 3 представлены основные преимущества и ограничения нейромаркетинга.

**Таблица 3**

**Преимущества и ограничения нейромаркетинга**

Преимущества	Ограничения
Выявление истинного отношения к продукту	Высокая стоимость сканирующего оборудования и его быстрое моральное устаревание
Раскрытие механизмов принятия решения о выборе покупателем	Ограниченность применения исследований в секторе B2B
Доказанная эффективность применения технологии	Спорность этичности применения данной технологии

Нейромаркетинг является достаточно дорогим способом изучения потребителей, возможно поэтому его используют в основном крупные компании. Известно, что Google в партнерстве с MediaVest обращались к NeuroFocus для оценки реакции пользователей на InVideo, представляющую собой полупрозрачную накладку рекламы на YouTube. Сенсорные ответы сорока участников измерялись по таким критериям как внимание, эмоциональное взаимодействие и эффективность. Компания Microsoft использует данные ЭЭГ для лучшего понимания взаимодействия пользователей с их персональными



компьютерами, включая такие ощущения как удивление, удовлетворение и разочарование. Компания Frito-Lay изучала мозг женщины для определения выгодного позиционирования в рекламной кампании и пришла к заключению, что вместо чувства вины необходимо сконцентрироваться на ассоциациях, связанных со здоровьем [14].

Несмотря на высокую точность и эффективность использования методов нейромаркетинга, некоторые эксперты склоняются к тому, что данное направление нельзя назвать универсальным. Некоторые полагают, что он скорее выступает своеобразным дополнением к традиционным подходам маркетинговых исследований и аргументируют это тем, что нейромаркетинг позволяет более глубоко проникнуть в мозг потребителя, выявляя его истинные мотивы. Также сторонники данной версии ссылаются на ограниченность применения данного подхода в промышленном секторе и на рынке B2B и на большую заинтересованность компаний, работающих в сфере FMCG. Хотя успехи в нейромаркетинге очевидны, у подхода достаточно много скептиков и недоброжелателей. Основные опасения касаются как обвинений в «промывании мозгов», так и вопросов насколько в действительности мозг влияет на поведение потребителя. Тем не менее, появляются все больше исследований на эту тему, свидетельствующих о том, что нейромаркетинг укрепляет свои позиции.

Так как нейромаркетинг представляет собой гибкий метод определения предпочтений клиентов и степени лояльности к бренду, он может быть применим практически к любому человеку, который располагает суждениями о продукте или компании. Значимая роль при построении отношений с потребителями принадлежит конкретным «инструментам закрепления». Выделяют 2 вида закрепления: добровольное или вынужденное. В основе первого способа лежат положительные эмоции, во втором случае – «затраты на переключение». Позитивные эмоции, уверенность в уникальности и качестве продукта или услуге - факторы, существенно влияющие на закрепление клиентов [10].

Независимо от принимаемой формы, маркетинг сфокусирован на создании положительного и запоминающегося влияния в сознании потребителя, а нейромаркетинг позволяет не только измерить это влияние, но и откорректировать продукт или услугу для отражения подсознательных потребностей покупателя. Таким образом, механизмом нейромаркетинга можно считать закрепление и удержание потребителей на основе выстраивания приверженности к определенным брендам.

Выделяются 6 основополагающих принципов нейромаркетинга [14]:

1. Необходимость сконцентрироваться на значимых и важных аспектах для потребителя, а также избегать упоминаний о компании, в том числе слов «мы» и «наша компания».
2. Формулирование информационного посыла содержательно и кратко. Важно помнить, что исходящая информация конкурирует с 10000 сообщений, поступающих в мозг ежедневно.
3. Использование техник визуализации, что придает наглядность рассказу о продукте.
4. Применение мимики в рекламе позволяет оставаться сконцентрированным на сообщении, так как помогает интерпретировать глубинные намерения говорящего.
5. Запоминаемость может быть достигнута за счет использования концентрации внимания потребителя на начале и заключении информационного сообщения.
6. Основными эмоциями, вызывающими отклик и фиксирующимися в памяти, являются удивление, смех, страх и злость.

В последнее время за рубежом активно развивается подготовка кадров для работы в нейромаркетинговых агентствах. Специфика их деятельности заключается в том, что специалистам необходимо совмещать два разных «поля деятельности»: неврологию и маркетинг. Они являются связующим звеном в коммуникационной цепочке между учеными и представителями компаний, обеспечивая взаимопонимание. Образовательные учреждения способны подготовить следующих специалистов:

- менеджер по работе с клиентами, отвечающий за развитие и презентацию неврологических исследований по заказу крупных клиентов;
- консультант по нейромаркетингу (коуч, тренер, инструктор) на основе полученной

информации нейромаркетинговых исследований проводящий обучение в компании о способах реализации полученных заключений в части стоимости формального нейромаркетинга;

- аналитик маркетинговых исследований проводящий и интерпретирующий полученные данные, создает рекомендации на основании результатов проведенных исследований.

Сегодня нейромаркетинговые исследования проводятся и в России, в частности московской компанией «Лаборатория мозга», которая предлагает несколько инструментальных методов для проведения исследований [19]:

- мобильный Eye-tracking;
- стационарный Eye-tracking;
- Face-reading;
- полиграф (детектор лжи);
- психолингвистические исследования;
- нейрокомпьютерный интерфейс на основе ЭЭГ.

Вышеперечисленные методы сводятся к использованию специальных приборов для фиксации сигналов, поступающих от потребителя с последующей расшифровкой и интерпретацией. Кроме того, могут быть использованы психологические методы нейромаркетинга, такие как:

- ZMET (техника извлечений метафор Дж.Зальтмана);
- психолингвистика «ассоциативный тест»;
- управление потребительским поведением при помощи страхов.

Деятельность нейромаркетинговых агентств свидетельствует о том, что компании в России в той или иной степени готовы применять результаты исследований, полученных с помощью технологий нейромаркетинга. Ввиду высокой стоимости исследований (в среднем стоимость колеблется от 300 до 700 тыс. руб. [17]), позволить их себе могут либо крупные российские компании, либо транснациональные корпорации. Важно отметить, что в России при Министерстве образования и науки РФ уже несколько лет функционирует специально созданная рабочая группа по нейротехнологиям [21]. Так как интерес к нейромаркетингу возник в развитых странах раньше, чем в России, естественно, что технологии и методы, применяемые там шагнули существенно вперед. В 2016 году в городе Мурсвиль был установлен билборд со стейком и вилок. Казалось бы, ничего примечательного в объемном изображении стейка нет, но привлечение внимания достигается за счет запаха жареного мяса. Эта технология раздувания воздуха в определенное время со специальных картриджей была запатентована компанией, специализирующейся в области аромамаркетинга [16]. Применяемые эффективные методы воздействия на потребителя за рубежом позволяют сориентироваться в перспективах и прогнозах развития этой индустрии и в России. Некоторые российские проекты и бренды уже использовали нейромаркетинг (операторы связи; Faberlic; Боржоми; фильмы «Елки 1914», «Горько 1», «Горько 2», «Легенда №17», и «Экипаж»).

Фактически работа нейромаркетологов в России может быть двух типов: непосредственное проведение нейрофизиологических исследований и поведенческий анализ бизнес процессов. Кроме того, нейромаркетолог может писать скрипты для маркетинговых коммуникаций. В России нейромаркетингу можно обучиться только в МГИМО или МГУ, окончив специальные курсы сроком продолжительностью один год. Необходимо появление учебных программ по подготовке специалистов данного профиля и в других вузах. Только в таком случае можно будет говорить о полноценном развитии нейромаркетинга в России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барден Ф. Взлом маркетинга: Наука о том, почему мы покупаем / Фил Барден; пер. с англ. И. Антипкиной. – 3-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 304 с.

2. **Бикметов Е.Ю., Касимова Э.Р., Кузнецова Е.В., Рувенный И.Я. Референтный маркетинг как инновационная коммуникационная технология взаимодействия с потребителями** // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. № 2 (31). С. 25-31
3. **Галкина Н. О профессии нейромаркетолога** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intalant.ru/interview/nataliya-galkina-o-professii-neyromarektologa.html/>. – InTalent. – (Дата обращения: 18.01.2017).
4. **Гладун Г. В. Нейромаркетинг как механизм манипулятивного воздействия на потреби теля** // Казанская наука. – 2010. – №1. – С. 69–73.
5. **Громовик Б. П. Нейроекономіка : концептуальні питання та значення для фармації** / Б. П. Громовик, Унгурян Л. М // Одес. Мед. Журнал. – 2012. – №1. – С.
6. **Крюкова Е. Нейроменеджмент: тайные коммуникации лидера** [Электронный ресурс] / Е. Крюкова // СЮ: руководитель информационной службы. – 2012. – № 12. – С. 76 – 79. – Режим доступа: <http://www.moscowuniversityclub.ru/home.asp?artId=14030>. – Клуб выпускников МГУ. – (Дата обращения: 17.01.2016).
7. **Льюис Д. Нейромаркетинг в действии. Как проникнуть в мозг покупателя** / Дэвид Льюис; пер. с англ. М. Мацковской. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. – 304 с. – ил.
8. **Макарова Т. Н. Нейромаркетинг. Новые возможности организации продаж** [Электронный ресурс] / Т. Н. Макарова, М. А. Степанова. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=17219674&>. – Elibrary.ru – (Дата обращения: 8.09.2016).
9. **Романюха С. Метаморфная модель Зальтмана ZMET — история и суть методологии** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://psyfactor.org/lib/zmet.htm> . – Пси-фактор. – (Дата обращения: 7.09.2016).
10. **Рувенный И. Я. Маркетинг отношений как методологическая основа управления лояльностью потребителей** // Менеджмент и маркетинг в различных сферах деятельности: Сборник научных трудов / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа.: УГАТУ, 2015. – С. 262-272.
11. **Синяева И. М., Земляк С. В., Синяев В. В. Маркетинговые коммуникации:** учебник / Под ред. проф. Л. П. Дашкова. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2007. – 304 с.
12. **Ульяновский А. В. Маркетинговые коммуникации: 28 инструментов миллениума** /А. В. Ульяновский. - М.:Эксмо, 2008. - 432 с.
13. **Orzan G. Neuromarketing techniques in pharmaceutical drugs advertising. A discussion and agenda for future research** // G. Orzan, I. A. Zara, V. L. Purcarea // J. Med. Life. – 2012. – Vol. 5 (4)/ - P. 428 – 432.
14. **Neuromarketing** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marketing-schools.org/types-of-marketing/neuromarketing.html>. - Marketing-schools.org. – (Дата обращения: 8.09.2016).
15. **Нейромаркетинг** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marketing.academic.ru/87/НЕЙРОМАРКЕТИНГ>. - Маркетинг. Большой толковый словарь. – (Дата обращения: 19.01.2017).
16. **Нейромаркетинг\_это** - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.neiromarketing.ru/articles/neiromarketing/neyromarketing\\_eto/index.htm](http://www.neiromarketing.ru/articles/neiromarketing/neyromarketing_eto/index.htm). – Лаборатория мозга. – (Дата обращения: 19.01.2017).
17. **Нейромаркетинг: как исследования мозга помогают брендам продавать** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/surfbird/blog/311340/>. – Хабрахабр. – (Дата обращения: 20.01.2017).

18. **Нейромаркетинг – новый инструмент познания потребителя и создания бренда** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://riamoda.ru/article/news-nejromarketing-novyj-instrument-poznanij.html>. – Риа Мода. – (Дата обращения: 8.09.2016).

19. **Нейромаркетинговые исследования для бизнеса** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neiromarketing.ru/research/index.htm>. – Лаборатория мозга. – (Дата обращения: 9.09.2016).

20. **Объем рекламы в средствах ее распространения в январе – сентябре 2016 года** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.akarussia.ru/knowledge/market\\_size/id7077](http://www.akarussia.ru/knowledge/market_size/id7077) - Ассоциация коммуникационных агентств России. – (Дата обращения: 12.01.2017).

21. **Рабочая группа «Нейротехнологии»** - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.neurotechnologies.ru>. – Нейротехнологии. – (Дата обращения: 19.01.2017)

## ОБ АВТОРАХ



**Данилова Камила Владимировна**, магистрант каф. менедж. и маркетинга УГАТУ, дипл. менеджер (УГАТУ, 2015). Исследования в области нейромаркетинга, менеджмента, клиентоориентированности.

e-mail: [danilova.camila@mail.ru](mailto:danilova.camila@mail.ru)



**Рувенный Игорь Ярославович**, доц. каф. менедж. и маркетинга, инженер - экономист (УАИ, 1991). Канд. экон. наук (СПбГИЭА, 1994). Исследования в области стратегического менеджмента, маркетинга, ценообразования, клиентоориентированности.

e-mail: [ruvenny@mail.ru](mailto:ruvenny@mail.ru)

УДК 528.722;29.282;39

## РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТНОСТИ В СОСТАВЕ ГИС «ИСЛАМ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ»

**Мустафин А. Р., Христодуло О. И., Юнусова А. Б.**

**Аннотация.** В рамках проекта 15-01-12014 Геоинформационная система «Ислам на Южном Урале» была разработана подсистема формирования отчетности в составе ГИС «Ислам на Южном Урале»

**Ключевые слова:** веб-приложение; ГИС; ислам; ArcGIS.

В последнее десятилетие в Уральском федеральном округе происходит увеличение количества мусульман, растет их доля в населении. Урал перестает быть окраиной мусульманской общины России, что, в свою очередь, требует более пристального изучения процессов происходящих в мусульманском обществе Урала.

С целью более глубокого изучения развития Ислама на Южном Урале, исследованию религиозного многообразия Южного Урала и межрелигиозных отношений, Институт этнологических исследований РАН им. Р.Г. Кузеева и кафедра

геоинформационных систем Уфимского государственного авиационного технического университета начали разработку геоинформационной системы "Ислам на Южном Урале".

Для реализации ГИС "Ислам на Южном Урале" были выбраны программные средства ArcGIS, такие как ArcMap, ArcGIS Server, ArcSDE. Интерфейс ГИС реализуется посредством веб-приложения на языке программирования JavaScript с использованием интерфейса программирования приложений ArcGIS API for JavaScript. Выбор именно этих технологий и программных продуктов, а также их совместное использование, позволяет создавать ГИС со всеми преимуществами веб-технологий, такими как глобальная широта охвата, многочисленность пользователей, кроссплатформенная совместимость и упрощенные инструментами обработки данных, в отличие от стандартного интерфейса ArcMAP.

Геоинформационная система «Ислам на Южном Урале» представляет собой карту из нескольких слоев. Функциональные возможности ГИС позволяют визуально представлять на карте основные объекты духовной культуры народов поликонфессионального Южного Урала – один из слоев визуализирует объекты историко-культурного наследия – памятники, экспонаты музеев экспедиционные материалы, с применением диалоговых возможностей.

Пользовательский интерфейс содержит панель легенды, которая предназначена для отображения слоев карты. Каждый из слоев соответствует определенному виду объектов, изображенных на карте, и имеет свое условное обозначение, показанное на панели легенды. Интерфейс включает также панель карты для отображения объектов на ней, панель состояния с масштабом карты и географическими координатами точки нахождения курсора на карте и панель инструментов, что позволяет управлять отображением карты, получать информацию по истории ислама, получать регулярно обновляемую статистическую информацию, выполнять поиск объектов культурного наследия, памятников, экспонатов, музеев и пр. с последующим отображением найденных объектов на карте (рисунок 1).

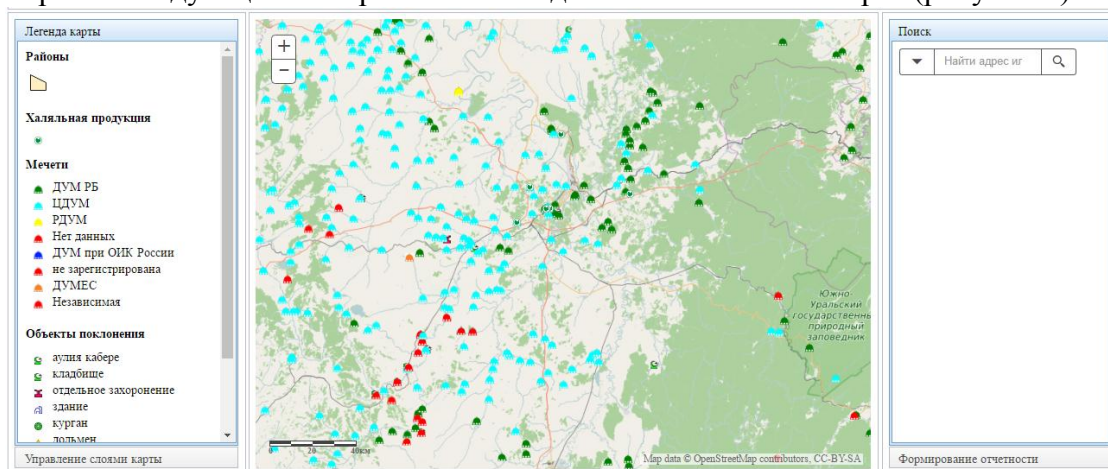


Рис. 1 Фрагмент интерфейса ГИС "Ислам на Южном Урале"

С разработкой ГИС «Ислам на Южном Урале» решается задача визуализации пространственной информации собранной специалистами института этнологических исследований РАН имени Р.Г. Кузеева, однако для полноценного анализа всей имеющейся информации этого недостаточно. Статистический характер информации, содержащейся в базе данных, дает возможность специалистам института производить различные атрибутивные запросы к данным, проводить классификацию по тем или иным параметрам, что, в совокупности с применением диаграмм и графиков, позволит повысить эффективность исследования ислама на Южном Урале. Для достижения этой цели было решено разработать подсистему формирования отчетности в составе ГИС «Ислам на Южном Урале», которая должна обеспечивать возможности:

1. получение справочной информации по религиозным объектам (мечети, объекты поклонения)
2. получение статистической информации в виде схем и диаграмм
3. формирование отчетов (виды религиозных объектов, распределение религиозных объектов по административным районам, распределение мечетей Южного Урала между духовными управлениями и т.д.)
4. экспорт отчетов в формат PDF для работы с информацией вне ГИС «Ислам на Южном Урале»

Для реализации подсистемы формирования отчетности в составе ГИС «Ислам на Южном Урале» были выбраны следующие технологии и программные средства:

- ArcGIS for Desktop Standart для подготовки картографического материала;
- ArcGIS for Server Standart для публикации сервисов с пространственными данными;
- СУБД Microsoft SQL Server 2008 R2 для хранения и поддержки редактирования данных;
- JavaScript для программирования пользовательского интерфейса;
- CSS для оформления пользовательского интерфейса и шаблонов отчетов;
- ArcGIS API for JavaScript использовался для применения библиотек программирования приложений;
- JetBrains WebStorm IDE 10.0 в качестве среды разработки веб-приложения.
- ArcGIS Online для публикации сервисов с пространственными данными;
- JavaScript библиотека Google Charts для создания графиков и диаграмм

Подсистема в целом представляет собой выдвигающуюся панель (рисунок 2) с радиокнопками, текстовыми полями, комбобоксами, кнопками.

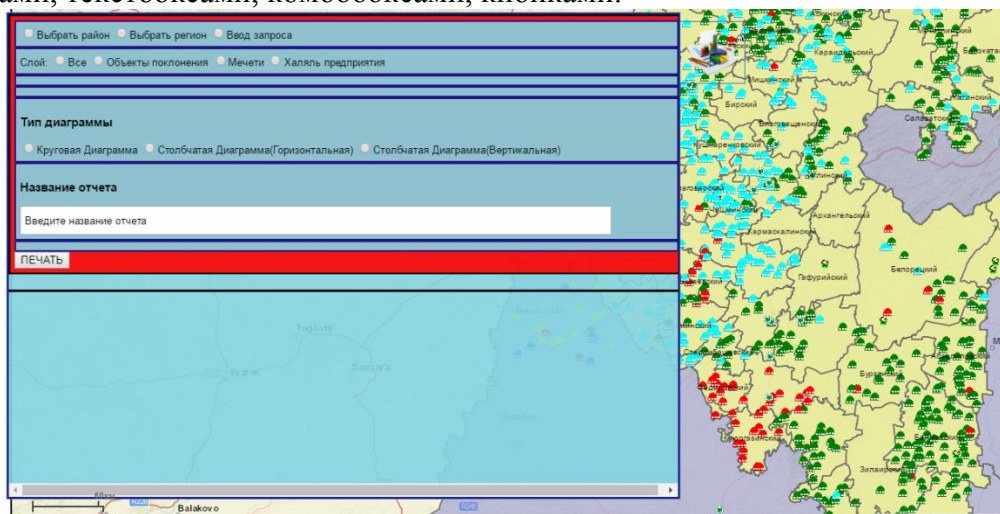


Рис. 2 Фрагмент интерфейса подсистемы

Для получения информации по выбранному на карте району, пользователю необходимо выбрать опцию «Выбрать район», выбрать требуемые параметры и кликнуть по интересующему району (рисунок 3)

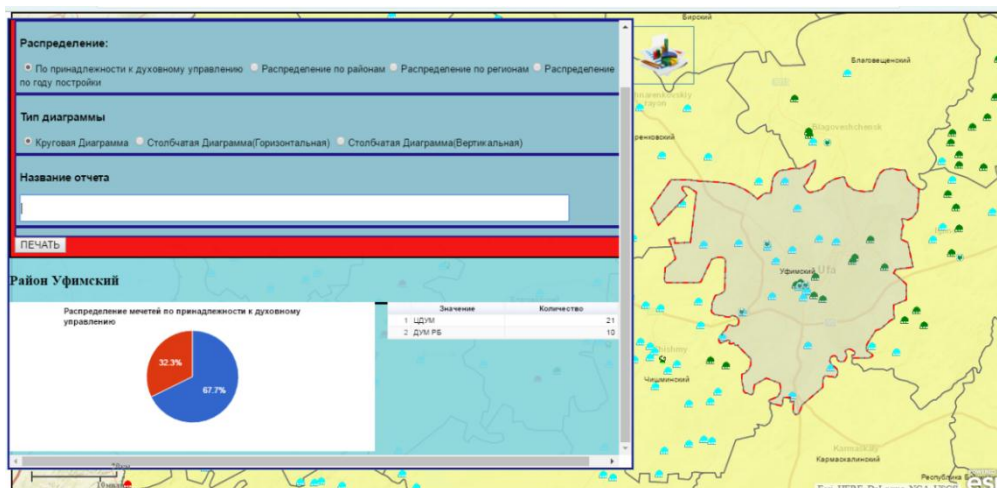


Рис. 3 Распределение по принадлежности к духовному управлению мечетей Уфимского района

Для ввода запроса выборки необходимо выбрать опцию «Ввод запроса», после чего появится окно для ввода запроса и выбора требуемых параметров (рисунок 4)

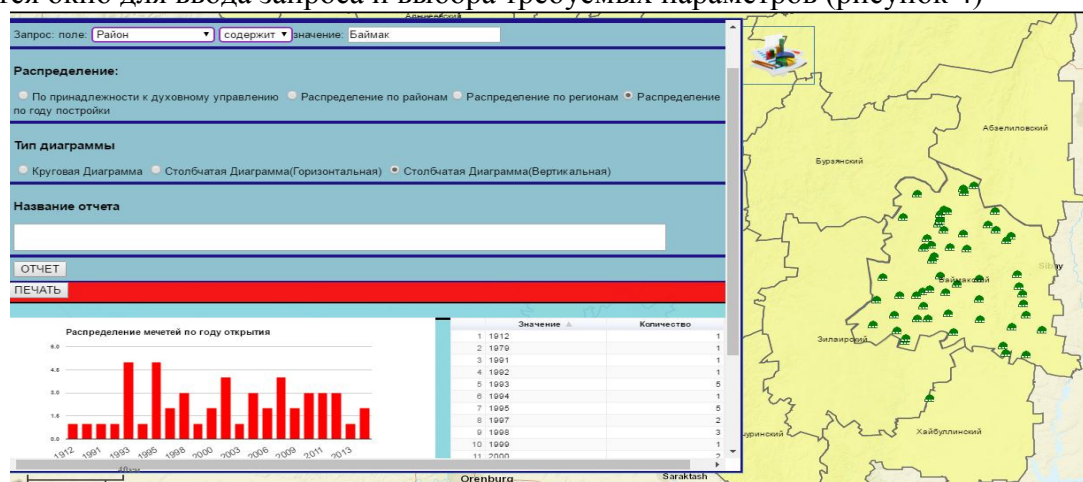


Рис. 4 Распределение по годам открытия мечетей Баймакского района

Подсистема позволяет проводить классификацию объектов ислама по различным критериям, что в совокупности с возможностью получения их отображения на карте повышает эффективность исследования ислама на Южном Урале.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юнусова А.Б. Геоинформационная система «Религии и этноконфессиональные процессы на Южном Урале»// XI Конгресс антропологов и этнологов России: сб. материалов. Екатеринбург, 2–5 июля 2015 г. / Отв. ред.: В.А. Тишков, А.В. Головнёв. – Москва; Екатеринбург: ИЭА РАН, ИИиА УрО РАН, 2015. С. 241.
2. Павлов С. В., Христодуло О. И. Интеграция разнородных данных и методов их обработки для управления территориально-распределенными объектами на основе ГИС // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XI Междунар. конф. Крит, Греция, 2009 . Т. 1. С. 29–37.

**ОБ АВТОРАХ**

**Мустафин Азат Ризаевич**, магистрант 1 курса специальности 09.04.02 «Информационные системы и технологии»  
e-mail: [mustafinazat@gmail.com](mailto:mustafinazat@gmail.com)



**Христовуло Ольга Игоревна**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой ГИС  
e-mail: [o-hristodulo@mail.ru](mailto:o-hristodulo@mail.ru)



**Юнусова Айслу Билаловна**, Заместитель председателя Уфимского научного центра Российской академии наук, д-р исторических наук, профессор  
e-mail: [aislu557@gmail.com](mailto:aislu557@gmail.com)



### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НИЛ САПР-Д УГАТУ

*Информационная поддержка проектирования, доводки и эксплуатации газотурбинных двигателей и установок (для ГПА и ЭУ) на основе ИПП/CALS и ИПП-технологий*

*Параметрическая диагностика технического состояния АД и ГТУ*

*Моделирование двигателей и ЭУ, их узлов, рабочих процессов в них*

*Управление и автоматизация испытаний ГТД и ГТУ*

*Интегрированная логистическая поддержка (ИЛП) технической эксплуатации АД и газотурбинных приводов (ГТП) газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и энергоустановок*

Адрес: 450000, Уфа, ул.К.Маркса, 12, корпус 2, к.603а  
 научный руководитель: Кривошеев Игорь Александрович (347)2730435  
 Email: Krtovsh@sci.ugatu.ac.ru

### Методы и средства проектирования компрессоров авиационных ГТД

**Система COMPRESSOR**

**Центробежный компрессор**

- Расчет по среднему
- Расчет по высоте
- Проточная часть
- Треугольники скоростей

**Осевой компрессор**

- Расчет по среднему
- Расчет по высоте
- Проточная часть
- Треугольники скоростей
- Профили

**Система COMPRESSOR\_2D**

- Расчет характеристик (2D)
- Расчет распределения параметров по радиусу (2D)

**Система COMPRESSOR\_S**

- Расчет характеристик (1D)
- Получение границы устойчивой работы (1D)
- Интеграция с математической моделью двигателя (0D)

**Интеграция с 3D CFD**

450000, г.Уфа, К. Маркса, 12, корпус 2, комната 505  
 Науч. рук. Кривошеев Игорь Александрович  
 Михайлова Александра Борисовна  
 e-mail: mikhalova.ugatu@gmail.com



# «Точка отрыва - Уфа»

- Радиоуправляемые модели самолётов, вертолёт, авто
- Вело-трофи
- Фристайл
- Прыжки с парашютом

## Фестиваль технических видов спорта

## .Точка отрыва



takeOFFpoint.ru

Фестиваль технических видов спорта



[www.takeOFFpoint.ru](http://www.takeOFFpoint.ru)  
[www.vk.com/clubtakeOFFpoint](http://www.vk.com/clubtakeOFFpoint)



# **Молодежный Вестник УГАТУ**

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (16) / 2017

Материалы публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 20.06.2017. Формат 1/8  
Бумага офсетная. Печать плоская. ГарнитураTimesNewRoman.  
Усл. печ. л. 18,9. Уч.-изд. л. 18,8.  
Тираж 100 экз.

Отпечатано в Редакционно-издательском комплексе УГАТУ  
450000, Уфа, ул.К.Маркса, 12.