

# Вестник



# УГАТУ

## МОЛОДЕЖНЫЙ

2016. №2 (15)



Молодежный Вестник УГАТУ

Ежемесячный научный журнал

№ 2 (15) / 2016

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: Даринцев Олег Владимирович,  
проректор ФГБОУ ВО УГАТУ, д.т.н., проф.

Члены редакционной коллегии:

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

Месропян Арсен Владимирович, д.т.н., проф.

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

Михайлова Александра Борисовна, к.т.н., доц.

Ответственный редактор: Михайлова Александра Борисовна

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. 8Г, комн. 01А, тел. 273-06-67

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

<http://mvu.ugatu.ac.ru/>

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	6
<b>Главацкая О. В.</b> Ситуационно-ориентированные базы данных: обзор концепций и функциональных возможностей .....	6
<b>Исмагилов В. А., Уразбахтина Ю. О.</b> Устройство для неинвазивного мониторинга гликемии.....	15
<b>Елизарьева А. Э., Демин А. Ю.</b> Симулирующее устройство для обучения стоматологов проводниковой анестезии .....	18
<b>Кишалов А. Е., Зародов Е. А.</b> Анализ бытовых отопительных котлов для объектов малой энергетики .....	22
<b>Дадоян Р. Г., Михайлов А. Е., Ахмедзянов Д. А., Михайлова А. Б.</b> Верификация ANSYS CFX при расчете характеристики ступени осевого компрессора.....	26
<b>Вавилов В. Е., Фаррахов Д. Р., Меднов А. А., Минияров А. Х.</b> Метод расчёта площади поверхности радиаторов охлаждения силовой электроники.....	32
<b>Кишалов А. Е., Хаматнурова А. Ф.</b> К вопросу о применении беспилотной авиации в МЧС .....	38
<b>Кишалов А. Е., Ключев Н. А., Султанов Р. И., Самигуллин А. А.</b> Моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолетов V поколения при помощи ANSYS CFX.....	44
<b>Калимуллина Э. Р., Валиахметов А. Ф.</b> Сравнительный анализ современных программных продуктов для проведения финансово-экономического анализа .....	53
<b>Калимуллина Э. Р., Валиахметов А. Ф.</b> Анализ и сравнение отечественных PDM систем .....	61
<b>Мифтахова А. Р., Ахмедзянов Д. А.</b> Обзор вибрационных процессов газотурбинных двигателей .....	65
<b>Сенюшкин Н. С., Лобов Д. Д., Губайдуллина Р. Р.</b> Анализ методов вибродиагностики роторных машин .....	70
<b>Кишалов А. Е., Ключев Н. А., Султанов Р. И.</b> К вопросу о транспортировке газа .....	75
<b>Лихачева К. А., Кишалов А. Е.</b> Обзор автономных энергетических установок малой мощности на российском рынке.....	81

<b>Муратова Г. А., Кишалов А. Е.</b> Исследование характеристик ламинаризирующих решёток камер сгорания при помощи инженерных методик и 3D численного моделирования .....	86
<b>Кишалов А. Е., Валиуллина Д. Х.</b> Обзор методов прогнозирования паводка.....	92
<b>Иванов В. В., Калимуллина Э. Р., Шмидт С. П.</b> Моделирование и расчет протяженности биологически опасных зон, создаваемых передающими объектами, с учетом использования современных материалов .....	99
<b>Субхангулов А. А.</b> Обзор поколений военных ЛА и ГТД. Перспективы их развития.....	106
<b>Иванов Н. В., Михайлов А. Е.</b> Особенности конструкции и применения турбовинтовентиляторных двигателей. Тенденции их развития .....	123
<b>Михайлов А. Е., Мокрополов С. В.</b> Анализ применения технологии третьего контура для повышения эффективности многорежимного авиационного двигателя .....	130
<b>Дударева Н. Ю., Ахмедзянова Э. В.</b> Исследование смачиваемости поверхности алюминиевого сплава .....	137
<b>ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ .....</b>	143
<b>Дадоян Р. Г., Галимова М. П.</b> Состояние и прогнозы развития авиационно-транспортной и космической отраслей РФ.....	143
<b>Сергеева И. С., Галимова М. П.</b> Экологичность авиационных ВРД и биотопливо: проблемы и перспективы	149
<b>Золотова Т. М.</b> Государственная политика стимулирования инноваций и инновационной деятельности.....	155
<b>Костюкова Т. П., Гайнетдинов Р. Р.</b> Информационная система подбора альтернативных источников питания ....	159
<b>Плотников М. А., Мартынов В. В.</b> Разработка автоматизированной информационной системы управления инцидентами с использованием субъектно-ориентированного подхода.....	166
<b>Плотникова В. К., Мартынов В. В.</b> Система формирования требований работодателей на основе ФГОС 3+.....	172
<b>Дидык Т. Г., Мулюкова К. И.</b> Проект интернет-магазина на примере ООО «Морозко».....	177
<b>Тулякова А. З., Шаронова Ю. В.</b> Этапы разработки медицинского портала.....	182



**Осипов А. Д., Давлетбаев В. И., Галимова М. П.**

Современные вызовы и окна возможностей развития России в сфере энергоэффективности и энергосбережения ..... 186

**Мифтахова А. Р., Салеев И. И., Галимова М. П.**

Обзор современных инновационных ИКТ в авиационной промышленности: научно-технические, экономические и коммерческие эффекты ..... 189

**Садриева Д. Б., Галимова М. П.**

Аналитический обзор научно-технических достижений и перспектив области новых материалов и нанотехнологий в двигателестроении ..... 194

**Козловская Н. Н.**

Корпоративные проекты оперативного обеспечения студентов информационными ресурсами библиотек России ..... 197

**Козловская Н. Н.**

Нормативно-техническое обеспечение научных исследований ..... 200

**Ануфриева О. А.**

Электронные ресурсы в информационной поддержке образовательного процесса ..... 203

**Ануфриева О. А.**

Технологические аспекты внедрения АБИС «Руслан» в библиотеке Уфимского государственного авиационного технического университета ..... 206

**Дмитриева Т. В.**

Книгообеспеченность учебного процесса в вузе ..... 208

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.65

## СИТУАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ: ОБЗОР КОНЦЕПЦИЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Главацкая О. В.

### АННОТАЦИЯ

Рассматривается общая концепция СОБД и работа веб-приложений на их основе. Описывается динамическая модель HSM; обработка XML-документов; применение XSTL-технологии. Обсуждаются вопросы генерирования персонализированных документов; OLAP-интерфейсы и иовременное направление исследование в области интеграции гетерогенных источников данных.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время любая область деятельности, поддерживаемая информационными технологиями, немыслима без баз данных. Их роль важнее, чем просто накопление и хранение информации – все чаще базы данных используются для поддержки принятия решений, выступают как сложные интеллектуальные системы.

Важным аспектом обработки данных СОБД является формирование контента, отправляемого пользователю в ответ на его запрос. Обычно это включает: 1) сведения, необходимые пользователю в данной ситуации (в текстовой, табличной, графической и иной форме); 2) элементы управления для ввода пользователем ответных данных и принятых в контексте ситуации решений и отправки их на сервер (поля ввода, кнопки, переключатели и т. п.). Все это образует интерфейс пользователя, который в современных веб-приложениях формируется на сервере в виде HTML / JavaScript / CSS-кода и отправляется для отображения в клиентский браузер.

### 1. ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ СОБД

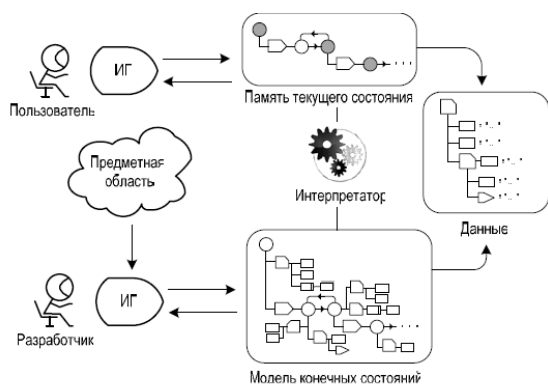
Как утверждает автор [1], говорится об основном предназначении СОБД. Предполагается, что моделируемая в базе данных предметная область может рассматриваться как развитие некоторой ситуации, т. е. как смена ее текущих состояний. В этом плане модель ситуации можно рассматривать на двух уровнях [2]. На верхнем – макро модель укрупненных состояний, описывает качественное развитие ситуации в виде конечного множества состояний, переходы между которыми определяются некоторым набором правил. На нижнем – микро модель детальных состояний, задающих ситуацию с большей степенью детализации: каждое макросостояние ситуации описывается набором своих микросостояний.

Работу с СОБД можно представить в виде двух этапов (рис. 1). В этом плане можно различать:

- ситуационно-зависимые данные, ассоциированные с текущими состояниями ситуации и требующие контроля текущего состояния для доступа к ним;
- ситуационно-независимые данные, соответствующие любым состояниям ситуации и не требующие знания текущего состояния для доступа к ним.

В общем виде СОБД должна соответствовать следующим принципам:

1. Доступ к данным в МКС;
2. Физическая независимость данных;



**Рис. 1.** Взаимодействие различных категорий пользователей с ситуационно-ориентированной базой данных

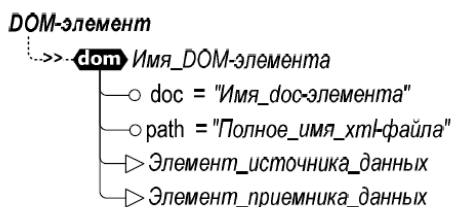
В современных условиях традиционные реляционные СУБД поддерживают обработку XML посредством одноименного типа данных.

Поэтому XML-реализация СОБД возможна и средствами таких СУБД.

## 2. ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

HSML (HSM Library)- это библиотека динамических моделей, содержащая набор иерархических ситуационных моделей HSM в виде иерархии графов переходов с конечным числом состояний. Как утверждает автор [4], что динамическая модель СОБД задается с помощью формального языка HSM [5] в виде графической диаграммы, имеющей эквивалентное XML-представление. Динамические DOM-объекты задаются в составе модели с помощью DOM-элементов и вложенных в них элементов – источников и приемников данных. Синтаксис этих элементов поясняется с помощью синтаксических диаграмм, на которых используются следующие обозначения:

- метасимвол >> означает «по определению»;
- метасимвол OR – выбор варианта (должен быть выбран один из вариантов);
- выносные линии, прикрепленные к элементу снизу – атрибуты элемента или его дочерние элементы;
- темный кружок на выносной линии – обязательный однозначный атрибут;
- светлый кружок – необязательный однозначный атрибут;



**Рис. 2.** Синтаксическая диаграмма DOM-элемента

- 3. Гарантированный доступ к данным;
- 4. Полнота подмножества языка;
- 5. Наличие высокоуровневых операций управления данными.

Принципы, которым должна соответствовать СОБД, определяют выбор платформы для ее реализации. В этой связи целесообразно построение СОБД на платформе XML ввиду двух основных ее преимуществ:

- разнообразия XML-технологий и широкого спектра их возможностей по описанию и ведению любого множества данных;
- аппаратной и программной независимости XML-данных.

• светлая стрелка-треугольник – необязательный многозначный атрибут или множественный дочерний элемент; курсивом обозначены значения подстановки.

DOM-элемент. На рис. 2 приведена синтаксическая диаграмма DOM-элемента. По определению этот элемент на графической диаграмме представляется символом, содержащим метку «dom», с атрибутами и вложенными элементами.

DOM-элемент может содержать следующие необязательные атрибуты,

указывающие исходный XML-документ для загрузки в порождаемый DOM-объект:

- doc – задает XML-документ в виде ссылки на doc-элемент (в динамической модели должен быть задан doc-элемент с соответствующим именем, содержащий информацию о нахождении нужного XML-файла);

- `path` – задает XML-документ путем явного указания пути к XML-файлу.

Если атрибуты отсутствуют, то после порождения DOM-объекта вместо загрузки исходного XML-документа создается корневой XML-элемент с именем DOM-элемента. DOM-элемент может содержать несколько дочерних элементов – источников и приемников данных:

- элемент источника данных задает XML-результат, который будет помещен в порожденный DOM-объект (в корневой элемент или в указанные элементы предварительно загруженного исходного XML-документа) в качестве дочернего элемента (рассматривается ниже);
- элемент приемника данных задает XML-результат, который будет помещен в документ ADM или в поток выходных данных в качестве ответа на запрос (в данной статье не рассматривается).

### 3. ДИНАМИЧЕСКИЕ DOM-ОБЪЕКТЫ

. Задание обработки XML-документов в динамической модели. Применение технологии XSLT.

На рис. 4, а приведена диаграмма модели [7] XSL-трансформации при формировании HTML-кода изображения в окне браузера для исходной HSM-модели без использования виджетов [8]. Справа на диаграмме представлена модель XML-документа, подвергаемого трансформации, а слева – усеченная модель шаблона трансформации. В исходной HSM-модели `sta:EditPersInfo` трансформации подвергается документ `Diss-Info.xml`, загруженный в DOM-объект `dom:Diss-Info` (на модели приведены только элементы, участвующие в трансформации). С корневым элементом `DissInfo` этого документа ассоциирован шаблон трансформации, обеспечивающий требуемое преобразование. Для учета ошибок, обнаруженных в данных, предусмотрено обращение из шаблона к глобальному массиву ошибок `Tr`, в который, как показано выше, в исходной модели заносятся сведения об обнаруженных ошибках тестируемых данных. Для этого используется предусмотренная в XSLT возможность вызова из XSL-шаблона внешних функций, которые могут возвращать DOM-объект.

На рис. 4, б приведена диаграмма модели XSL-трансформации для модифицированной HSM-модели с использованием виджетов. Трансформация запрограммирована так, чтобы максимально использовать конструкции исходной модели. Используются те же XSL-переменные 2, 3, 4, такой же `div`-блок 5, отличия состоят в трансформируемых данных и получении используемых значений. В модифицированной модели трансформации подвергается содержимое DOM-буфера `wdg:PersInfo-Buf`. Из него извлекаются как отображаемые значения, так и сведения об ошибках в данных. Значение переменной `$dataErr` формируется путем подсчета количества элементов `err`, а переменной `$famErr` и ей подобных – путем подсчета элементов `err`, у которых атрибут `field` имеет соответствующее значение.

Технология XSLT – это технология, позволяющая преобразовать XML-документ в другой XML-документ, в HTML-документ для отображения веб-браузером, в документы иных форматов. Базовым элементом XSLT-преобразования являются XSL-таблицы стилей, содержащие набор правил преобразования исходного документа, написанных на языке XSL и предназначенных для XSLT-процессора. При этом исходным XML-документом является СОБД, а под правилами преобразования подразумеваются правила внешнего представления СОБД.

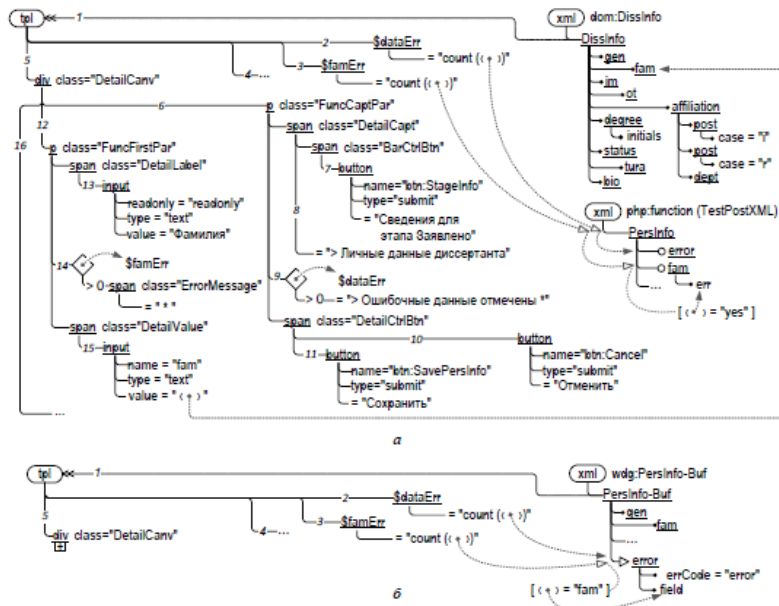
Внешнее представление структурной модели задается набором взаимовызываемых XSL-шаблонов трансформации, задающих правила обработки XML-данных из СОБД (рис. 5).

Принципиально важным является различие XSL-описания ситуационно-зависимых и ситуационно-независимых внешних представлений [9].

С точки зрения XSL-трансформации, простейшим является внешнее

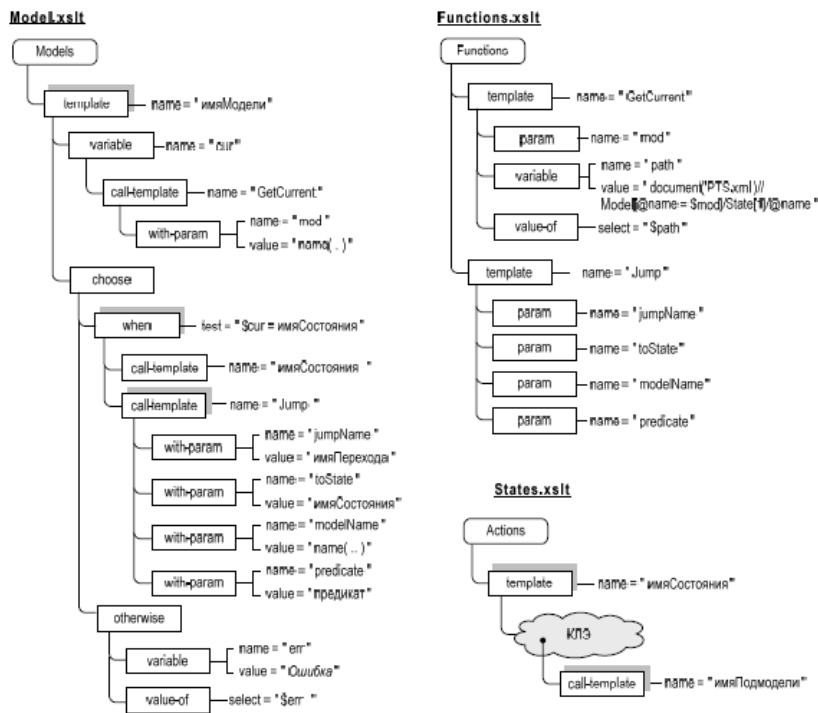


представление, не зависящее от текущей ситуации. В таком случае внешнее представление – это стандартный XSL-файл со стандартным набором правил извлекающей трансформации, применяемый к корневому XML-элементу (головному состоянию модели СОБД).



**Рис. 4.** Модель XSL-трансформации при формировании HTML-кода изображения в окне браузера: *а* – для исходной HSM-модели без использования виджетов; *б* – для модифицированной HSM-модели с использованием виджетов

XSL-трансформация в модифицированной модели



**Рис. 5.** Концептуальная модель внешних представлений СОБД на основе XSL

Таким образом, внешнее представление задается набором из трех XSL-таблиц стилей, описывающих правила обработки субмоделей и состояний модели конечных состояний, а также ассоциированных с ними данных из СОБД.

#### 4. ИЕРАРХИЧЕСКИЕ ВИДЖЕТЫ

Интерпретация динамической модели. Двухпроходный интерпретатор HSMI на каждом цикле интерпретации дважды выполняет рекурсивный обход иерархии текущих состояний динамической модели. На первом проходе отслеживается смена текущих состояний суб-моделей, а на втором – формирование результата для текущих состояний [10].

Состояния динамической модели:

На верхнем уровне модель содержит три состояния, соответствующие трем основным режимам работы пользователя с базой студентов:

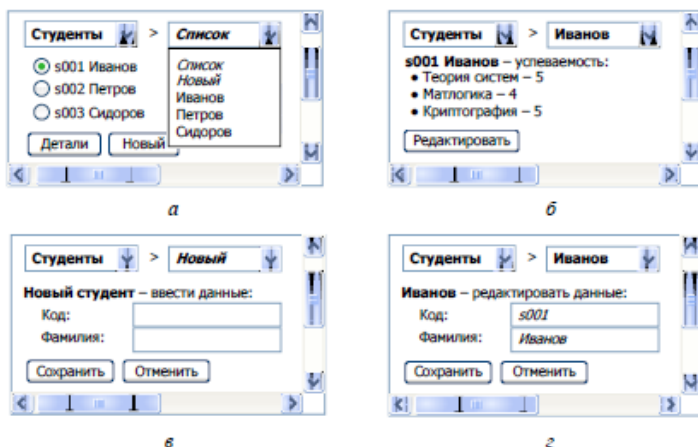
- состояние `sta:СписокСтудентов` отвечает за работу со списком имеющихся студентов (это состояние присутствует в прежней версии модели);
- состояние `sta:НовыйСтудент` обеспечивает занесение в базу сведений о новом студенте (новое состояние, обеспечивающее новую функциональность);
- состояние `sta:ВыбранСтудент` поддерживает работу с данными, соответствующими выбранному из базы студенту (модификация аналогичного состояния прежней модели).

Для расширения функциональности последнее состояние дополнено субмоделью, содержащей следующие подсостояния:

- состояние `sta:ПоказСтудента` обеспечивает отображение пользователю детальных сведений по выбранному студенту – о сданных студентом предметах и полученных оценках (состояние присутствует в прежней модели);
- состояние `sta:РедСтудента` поддерживает новую функцию редактирования пользователем сведений выбранного студента (новое состояние).

Экранные формы состояний формируются с помощью виджет-элементов, предусмотренных в составе каждого состояния.

В состоянии `sta:СписокСтудентов` пользователю отображаются сведения о зарегистрированных студентах (см. рис. 7, а). Верхняя строка формы содержит два раскрывающегося списка-меню.



**Рис. 7.** Формы интерфейса для различных состояний динамической модели: а – список студентов (в состоянии `sta:СписокСтудентов`); б – детальные сведения о выбранном студенте (в состоянии `sta:ПоказСтудента`); в – форма нового студента (в состоянии `sta:НовыйСтудент`); г – форма редактирования (в состоянии `sta:РедСтудента`)

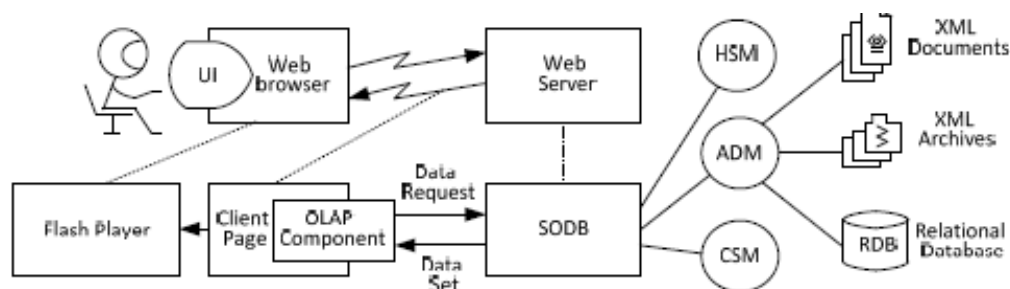
#### 5. OLAP-ИНТЕРФЕЙСЫ

OLAP— технология обработки данных, заключающаяся в подготовке суммарной (агрегированной) информации на основе больших массивов данных, структурированных по многомерному принципу. Реализации технологии OLAP являются компонентами программных решений класса Business Intelligence.

Технология комплексного многомерного анализа данных получила название OLAP. Концепция OLAP была описана в 1993 году Эдгаром Коддом, известным исследователем баз данных и автором реляционной модели данных.

Архитектура веб-приложения на основе СОБД, предоставляющая возможности OLAP, показана на рис. 8. Веб-приложение выполняется на сервере (Web server), для

доступа к которому через Интернет на клиентской машине используется веб-браузер (Web browser), выполняющий роль «тонкого клиента» [11].



**Рис. 8.** Архитектура веб-приложения с OLAP-возможностями, основанная на СОБД

В ответ на клиентский запрос веб-сервер генерирует и отправляет в браузер клиентскую страницу (Client Page), сформированную на основе данных из СОБД (SOBD) в соответствии с текущим состоянием.

Для поддержания OLAP-функциональности на клиентской стороне необходим OLAP-клиент. Это версия «тонкого» клиента, означающая, что все данные хранятся и обрабатываются на сервере, а на клиентской стороне происходит воспроизведение результатов и прием команд пользователя.

Браузер получает страницу, содержащую OLAP-компонент (OLAP Component), который в процессе воспроизведения в OLAP-клиенте запрашивает из СОБД нужную информацию для отображения многомерных данных в виде сводных таблиц. Для этого СОБД должна «на лету» формировать наборы данных по запросам OLAP-компонента.

Предложен подход, на концептуальном уровне, к проектированию многомерной модели данных концептуального уровня для решаемых «на лету» задач Web-OLAP.

Подход отличается тем, что за основу берется ER-модель базы данных OLTP и в ней дополнительно вычленяются в отдельные сущности атрибуты, существенные в плане анализа, после чего связи типа «многие-ко-многим» рассматриваются как потенциальные гиперкубы (атрибуты связей – как меры гиперкуба, а связываемые сущности – как измерения гиперкуба).

Предложенный подход, не ограничивается рамками ситуационно-ориентированных баз данных, а может использоваться в случае баз данных с иной организацией, например, реляционной.

## 6. ГЕНЕРИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ ДОКУМЕНТОВ

Электронные документы – могут быть представлены в форматах на основе XML, что позволяет обрабатывать их в СОБД как обычные XML-документы. При этом «старые» форматы, такие как xml, vdx, позволяют использовать документы в СОБД непосредственно. В «новых» форматах, таких как docx и xlsx, соответствующих стандарту Office Open XML, документ представляет собой zip-архив, содержащий файлы XML. В этих случаях СОБД должна иметь возможность разархивировать нужные файлы при загрузке их в DOM-объекты и сохранять их в архиве при выгрузке [12].

Для создания персонализированных документов СОБД должна обеспечивать следующую функциональность:

- загрузку шаблона-заготовки документа в DOM-объект в формате XML – целиком или какой-то частью;
- отыскание в дереве загруженного шаблона нужных узлов, которые необходимо наполнить контентом;
- обновление найденных узлов – изменение их содержимого;
- выгрузку наполненного контентом шаблона в хранилище документов;

- отправку персонализированного документа клиенту.

Документы в формате xml

Загрузка. Шаблоны-заготовки персонализируемых документов в формате XML могут непосредственно загружаться в DOM-объекты, специфицированные в HSM.

Выгрузка и отправка. Эти задачи также решаются на основе уже имеющейся функциональности HSM.

Документы в формате open xml

Для обработки документов в этом формате в HSM потребовалось предусмотреть дополнительную функциональность работы с zip-архивами. На лингвистическом уровне эта функциональность обеспечивается новыми атрибутами в составе doc-элементов:

- type = "zip" – специфицируемый файл является zip-архивом;
- action – действие с архивом: "create" – создать; "close" – закрыть;
- flags – задает опции действий с архивом;
- from – специфицирует файл, на основе которого создается архив;
- zipEntry – указывает файл в архиве, подлежащий обработке.

Таким образом, при переходе к документам в формате Office Open XML структура HSM-модели в целом остается прежней, расширяется набор атрибутов, которые нужно задать для спецификации обрабатываемого документа.

Для реализации технологии в ситуационно-ориентированных базах данных потребовалось дополнить функциональность элементов HSM-модели возможностью поиска и замены узлов в DOM-объектах документа, а также возможностями обработки содержимого zip-архивов (для персонализации документов в формате Open XML).

Для формирования структур с повторяющимися элементами предложен подход, при котором размеченный элемент переносится из шаблона в буферный DOM-объект, где циклически заполняется и копируется в результирующий документ.

## 7. ИНТЕГРАЦИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ

Первоначально предполагалось, что СОБД обрабатывает документы в формате XML, для чего в HSM были предусмотрены dom-элементы. Когда практические задачи потребовали обрабатывать JSON-документы, в HSM дополнительно были введены smarty-элементы [13]. В настоящее время DPO-элементы ограничиваются этими двумя типами. Если в дальнейшем потребуется распространить СОБД на обработку документов других типов, то одним из путей решения этой задачи является введение в HSM новых разновидностей DPO-элементов.

Другой путь решения задачи обработки разнородных (гетерогенных) документов состоит в преобразовании «на лету» исходных документов в имеющиеся DPO-форматы при загрузке и обратно при выгрузке. В результате приходим к концепции виртуального хранилища документов, которое отображается на множество реальных документов и их хранилищ.

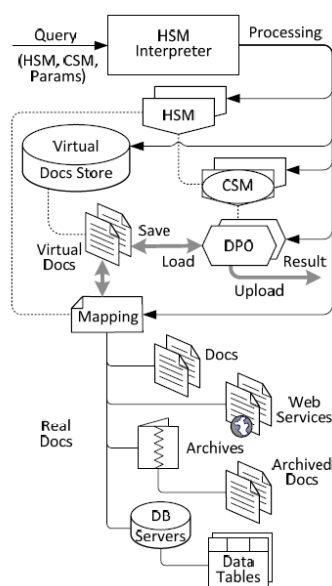
На рис. 9 представлена архитектура СОБД, в хранилище документов является виртуальным.

Виртуальное хранилище документов (Virtual Docs Store) предоставляет набор виртуальных документов в формате XML, JSON и др., которые отображаются (Mapping) на реальные документы в различных форматах. Если необходимо загрузить в DPO виртуальный документ, выполняется его извлечение из реального хранилища и преобразование «на лету» в требуемый формат. При необходимости выгрузить из DPO виртуальный документ выполняется обратная процедура преобразования и сохранения.

Перечень реальных типов документов, на которые могут отображаться документы виртуального хранилища, включает:

- документы в форматах XML и JSON под управлением файловой системы;
- документы в тех же форматах, предоставляемые веб-сервисами через сеть;





**Рис. 9.** Архитектура СОБД с виртуальным хранилищем документов

- документы, упакованные в ZIP-, RAR- и др. архивах;
- документы, «упакованные» в таблицах под управлением серверов баз данных и др.

В настоящее время эта концепция реализована частично и охватывает отображение виртуальных XML-документов на реальные XML-документы (тривиальный случай), на XML-документы, предоставляемые веб-сервисами [14], на XML-документы в ZIP-архивах [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Ситуационно-ориентированные базы данных представляют собой базы данных со встроенными динамическими моделями.
- Внешнее представление ситуационно-ориентированной базы данных представляет собой набор обобщенных и ситуационно-ориентированных правил обработки информации из базы данных, результатом действия которых является пользовательское представление данных в виде электронных документов и их фрагментов.

• XML-реализация архитектуры ситуационно-ориентированной базы данных направлена на представление описательных данных в форме XML-разметки, а регламентирующих – в виде XML-схем. В этой связи исходная динамическая модель и память текущего состояния – документы XML, а словарь данных – XML-схема (XSD).

• Применение XSL-трансформации является эффективным способом построения внешних представлений ситуационно-ориентированных баз данных ввиду XML-организации их внутреннего представления.

• Концептуальная модель внешних представлений определяется их XSL-архитектурой – для субмоделей и состояний динамической модели СОБД предусматриваются XSL-шаблоны трансформации, инструкции в которых задают правила преобразования данных СОБД.

• Интерпретатор HSM на каждом цикле интерпретации выполняет несколько нисходящих проходов динамической модели. CSM – модель текущего состояния – формируется интерпретатором в виде поддерева HSM, в котором для субмоделей указаны их текущие состояния.

• Возможность доступа к разнородным документам в форме виртуальных документов XML или JSON обеспечивается слоем интеграции с помощью doc-элементов, задающих преобразование формата документов «на лету» с учетом специфики реальных хранилищ.

• Дальнейшее развитие СОБД в рамках рассмотренных концепций предполагает расширение ассортимента обрабатываемых форматов документов за счет введения, во-первых, новых типов элементов обработки документов, во-вторых, – новых типов виртуальных документов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов В. В., Шакирова Г. Р. Концепция динамических XML-документов // Вестник УГАТУ. 2006. Т. 8, № 5. С. 58–63.
2. Миронов В. В., Шакирова Г. Р. Интерпретация XML-документов со встроенной динамической моделью // Вестник УГАТУ. 2007. Т. 9. № 2. С. 88–97.

3. Миронов В. В., Шакирова Г. Р. Программно-инструментальное средство для создания и ведения динамических XML-документов // Вестник УГАТУ. 2007. Т. 9, № 5. С. 54–63.
4. Миронов В. В., Юсупова Н. И., Шакирова Г. Р. Ситуационно-ориентированные базы данных: концепция, архитектура, XML-реализация // Вестник УГАТУ. 2010. Т. 14, № 2 (37). С. 233–244.
5. Миронов В. В., Гусаренко А. С. Ситуационно-ориентированные базы данных: концепция управления XML-данными на основе динамических DOM-объектов // Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16, № 3 (48). С. 159–172.
6. Миронов В. В., Гусаренко А. С. Динамические DOM-объекты в ситуационно-ориентированных базах данных: лингвистическое и алгоритмическое обеспечение источников данных // Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16, № 6 (51). С. 167–176.
7. Канашин В. В., Миронов В. В. Иерархические виджеты: организация интерфейса пользователя в веб-приложениях на основе ситуационно-ориентированных баз данных // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 2 (55). С. 138–149.
8. Канашин В. В., Миронов В. В. Иерархические виджеты: ввод и контроль данных пользователя в веб-приложениях на основе ситуационно-ориентированных баз данных // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 5 (58). С. 166–176.
9. Канашин В. В., Миронов В. В. Иерархические виджеты: алгоритмы контроля данных пользователя в веб-приложениях на основе ситуационно-ориентированных баз данных // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 1 (62). С. 204–213.
10. Канашин В. В., Миронов В. В. Иерархические виджеты: опыт применения в веб-приложении на основе ситуационно-ориентированной базы данных // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 2 (63). С. 185–196.
11. Макарова Е. С., Миронов В. В. Проектирование концептуальной модели данных для задач Web-OLAP на основе ситуационно-ориентированной базы данных // Вестник УГАТУ. 2012. Т. 16, № 6 (51). С. 177–188.
12. Макарова Е. С., Миронов В. В. Функции аналитики в веб-приложениях на основе ситуационно-ориентированных баз данных // Вестник УГАТУ. 2013. Т. 17, № 5 (58). С. 150–165.
13. Гусаренко А. С., Миронов В. В. Smarty-объекты: вариант использования гетерогенных источников в ситуационно-ориентированных базах данных // Вестник УГАТУ. 2014. Т. 18, № 3 (63). С. 242–252.
14. Гусаренко А. С., Миронов В. В. Использование RESTful-сервисов в ситуационно-ориентированных базах данных // Вестник УГАТУ. 2015. Т. 19, № 1 (67). С. 204–211.
15. Миронов В. В., Юсупова Н. И., Шакирова Г. Р. Иерархические модели данных: концепции и реализация на основе XML / под ред. проф. Н. И. Юсуповой. М.: Машиностроение, 2011. 453 с.
16. 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.
17. Миронов В. В., Юсупова Н. И., Гусаренко А. С. Ситуационно-ориентированные базы данных: современное состояние и перспективы исследования // Вестник УГАТУ. 2015. Т. 19, № 2 (68). С. 188–199.
18. Гусаренко А. С. Модели создания документов в формате Office Open XML на основе ситуационно-ориентированной базы данных // Прикладная информатика. 2015. Т. 10, № 3. С. 62–75.
19. Гусаренко А. С., Миронов В. В. Гетерогенные источники документов в ситуационно-ориентированных базах данных // Вестник УГАТУ. 2015. Т. 19, № 4 (70). С. 124–131.

Фото

**ОБ АВТОРЕ**

**Главацкая Оксана Валентиновна** – студентка 4-го курса спец. «Прикладная информатика в менеджменте», кафедра АСУ, факультет информатики и робототехники УГАТУ.

e-mail: [glav5ksusha@mail.ru](mailto:glav5ksusha@mail.ru)

УДК 615.47

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА ГЛИКЕМИИ****Исмагилов В. А., Уразбахтина Ю. О.**

Сахарный диабет (СД) — одно из наиболее распространенных эндокринных заболеваний человека, которое развивается вследствие абсолютной или относительной недостаточности гормона поджелудочной железы инсулина.

Инсулин необходим, чтобы доносить до клеток организма глюкозу, которая поступает в кровь из пищи и обеспечивает ткани энергией. При нехватке инсулина или нечувствительности к нему тканей организма уровень глюкозы в крови повышается - это состояние называется *гипергликемия*, а понижение содержания глюкозы - *гипогликемия*. Связанные с этим нарушения обмена веществ в организме могут нанести серьезный ущерб практически всем системам организма, особенно нервной и кровеносной системам [1].

Существуют 2 основные формы диабета:

- *диабет 1 типа (инсулинзависимый)* - организм людей с таким типом диабета вырабатывает недостаточное количество инсулина, в связи с этим им требуется ежедневное введение инсулина.

- *диабет 2 типа (инсулиннезависимый)* - характерен для людей, организм которых неэффективно использует инсулин. Диабет 2 типа в значительной мере является результатом излишнего веса и физической инертности.

Помимо 2 основных форм выделяют ещё 3 типа диабета:

- *гестационный* - является гипергликемией, которая развивается или впервые выявляется во время беременности и диагностируется чаще всего во время пренатального скрининга, а не на основе сообщаемых симптомов;

- *диабет, обусловленный недостаточностью питания*, главным образом в тропических странах у пациентов 10 - 50 лет.

- *симптоматический, или вторичный*, сахарный диабет - это заболевание, которое по сути является второстепенным проявлением другой болезни.

Эксперты ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) признали СД инфекционной эпидемией XX в. Эпидемия СД распространяется столь высокими темпами, что в ближайшие годы это заболевание грозит стать главной медико-социальной проблемой XXI в.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в 2014 году уровень заболеваемости диабетом составил 9% среди взрослого населения 18 лет и старше. Уже сегодня смертность от диабета превышает смертность от ВИЧ/СПИД. Согласно последним исследованиям, он занимает третье место в мире после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

По оценкам, в 2012 году 1,5 миллиона смертельных случаев произошло по причине диабета. Более 80% случаев смерти от диабета происходит в странах с низким и средним уровнем дохода. По прогнозам ВОЗ, в 2030 году диабет станет седьмой по значимости причиной смерти [2].

По прогнозам, каждые 15 лет ожидается двукратное увеличение числа больных. По странам статистика заболеваемости СД такова (в процентном отношении к общей численности населения):

- Россия - 3-4%;
- США - 4-5%;
- страны Западной Европы - 4-5%;
- страны Латинской Америки - 14-15%.

Основной задачей лечения СД является поддержание уровня глюкозы в крови на уровне, близком к нормальному. Поскольку человек практически не способен чувствовать перепады глюкозы в крови в диапазоне значений от 4 до 10 ммоль/л, необходимо проведение регулярных тестов на содержание сахара в крови (гликемии) и моче (глюкозурии). Анализ полученных результатов позволяет корректировать дозу инсулинотерапии, режим питания и физической активности пациентов.

Для оценки качества лечения, питания и профилактики осложнений больные СД должны уметь пользоваться средствами самоконтроля уровня глюкозы.

ВОЗ определила следующие основные мероприятия, которые направлены на диагностирование и лечение сахарного диабета:

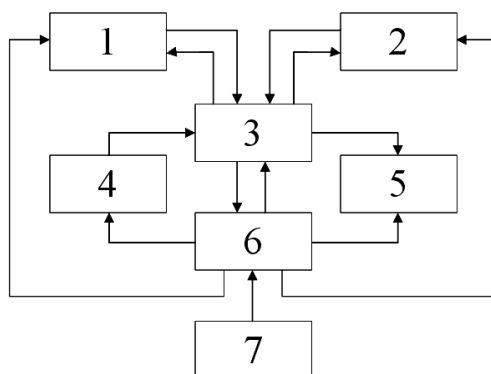
- контроль за умеренным содержанием глюкозы в крови;
- контроль кровяного давления;
- контроль за содержанием липидов в крови;
- скрининг с целью выявления ранних признаков болезней почек, связанных с диабетом [2].

1. На данный момент существует 3 основных способа мониторинга уровня глюкозы в крови:

1. инвазивный;
2. минимально инвазивный;
3. неинвазивный.

В настоящее время создано много средств, позволяющих производить инвазивный мониторинг уровня глюкозы, однако вопрос не инвазивного мониторинга остаётся весьма актуальным.

В результате исследования рынка имеющихся технических средств для неинвазивного мониторинга уровня глюкозы в крови и перспективных разработок в области неинвазивного мониторинга, была разработана структурная схема устройства, предназначенная для неинвазивного мониторинга гликемии, представленная на рисунке 1.



**Рис. 1** - Структурная схема устройства неинвазивного мониторинга гликемии

1 – комбинированный датчик; 2 – часы реального времени; 3 – микроконтроллер; 4 – клавиатура; 5 – дисплей; 6 – схема управления источником питания; 7 – источник питания

Работа устройства, представленного на рисунке 1, основана на методе интерпретации метаболического тепловыделения. Суть данного метода состоит в



следующем: кислород и глюкоза поступают к клеткам организма с помощью системы кровообращения. После окисления глюкозы кислородом высвобождается энергия в виде тепла в окружающую среду, таким образом, существует взаимосвязь между количеством окисленной глюкозы и количеством кислорода в крови. Также необходимо учесть, что объём поступающего кислорода зависит от скорости кровотока и степени насыщения крови кислородом, а потому количество выделяемого тепла можно выразить следующей зависимостью:  $H=f(G, VF, O)$ , где  $H$  – это количество рассеиваемого тепла,  $G$  – уровень глюкозы в крови,  $VF$  – скорость кровотока,  $O$  – степень сатурации крови кислородом [3].

Таким образом, при известных параметрах  $H$ ,  $VF$ , и  $O$  можно вычислить концентрацию глюкозы.

Разрабатываемое устройство работает следующим образом: после подачи напряжения от источника питания (7) на схему управления источником питания (6) происходит распределение энергии с помощью микроконтроллера (3) на комбинированный датчик (1), часы (2), клавиатуру (4) и дисплей (5). Клавиатура необходима для ввода параметров пациента. Комбинированный датчик позволяет измерять температуру окружающей среды, температуру около кожи, температуру ближнего и дальнего конца металлической пластины, относительную влажность около поверхности кожи пальца. Информация, измеренная датчиком, поступает в микроконтроллер и после соответствующей обработки отображается на дисплее.

Преимуществами разрабатываемого устройства, в первую очередь, является его не инвазивность, также необходимо отметить простоту реализации конструкции и лёгкость в управлении и снятии информации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Портал о здоровье. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ayzdorov.ru/lechenie\\_diabeta\\_chtotakoe.php](http://www.ayzdorov.ru/lechenie_diabeta_chtotakoe.php) (дата обращения 18.01.2016).
2. Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/ru/> (дата обращения 18.03.2016).
3. Fei Tang, Xiaohao Wang, Dongsheng Wang and Junfeng Li. Non-invasive glucose measurement by use of metabolic heat conformation method. Sensors, 2008.

## ОБ АВТОРАХ



**Фамилия Имя Отчество**, магистрант каф. электроники и биомедицинских технологий УГАТУ, дипл. бакалавра по биомедицинской инженерии (УГАТУ, 2014). Исследования в области биотехнических систем медицинского назначения.

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



**Уразбахтина Юлия Олеговна**, доцент кафедры электроники и биомедицинских технологий УГАТУ, декан факультета АВИАТ УГАТУ, дипл. инж. по специальности авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы (УГАТУ, 1993). Канд. техн. наук по информационно-измерительным системам (УГАТУ, 1996). Исследования в области биотехнических систем медицинского назначения.

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

## СИМУЛИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТОМАТОЛОГОВ ПРОВОДНИКОВОЙ АНЕСТЕЗИИ

Елизарьева А. Э., Демин А. Ю.

Проводниковая анестезия сложная стоматологическая манипуляция. Для ее успешного выполнения необходимы теоретические и практические умения. Устройство симуляционного обучения позволит дополнить знания, полученные на лекциях мануальными навыками.

Медицина, как и любая наука, постоянно развивается и не стоит на месте. Постоянно появляются новые протоколы и методы лечения различных заболеваний. Но для того, чтобы перейти от теории к практике необходимо протестировать предложенную методику. Но как создать условия, максимально приближенные к реальным? Как раз здесь приходят на помощь симулирующие средства.

Как всем известно, качество медицинской помощи зависит не только от теоретической подготовки врачей, но и от наработки практических навыков. Как научить будущих докторов выполнять даже самые сложные манипуляции еще в стенах университета? Ответом опять станут средства симуляционного обучения в медицине.

Считается, что стоматология – это одно из самых прогрессивных направлений в медицинской практике. Она обновляется на 70% каждые 5 лет. Поэтому остро встает вопрос относительно актуальности используемых методов при лечении полости рта. Студенты, доктора, интерны обязаны регулярно посещать дополнительные семинары, лекции, курсы, чтобы шагать в ногу со временем. Используемые материалы, тоже играют важную роль в исходе лечения, поэтому необходимо быть в курсе поступления новинок на стоматологический рынок. Некоторые препараты, которые использовались не один год, становятся запрещенными (например, эндометазон) так как вызывают побочные эффекты только спустя 5-10 лет после окончания лечения. Хотя, несколько лет назад, эндометазон использовался практически в каждой клинике, так как он, в отличие от своих предшественников, являлся не окрашивающим зуб материалом. Но к сожалению, зачастую подобные мероприятия дают всего лишь теоретические знания, представляющие собой курс лекция без практических занятий.



**Рис.1.** Фантомная стоматологическая установка с рабочим местом и набором инструментов

Существует множество фантомных стоматологических установок например, компании Sirona, AstroDent, но они настолько примитивны, что подходят только для студентов и совершенно бесполезны для докторов с опытом. Одна из таких установок

представлена на рис.1. В основном они включают в себя: голову, имитирующую пациента и различные его положения в стоматологическом кресле, а так же гидроблок, блок управления, все основные стоматологические наконечники необходимые для основных манипуляций и блок освещения.

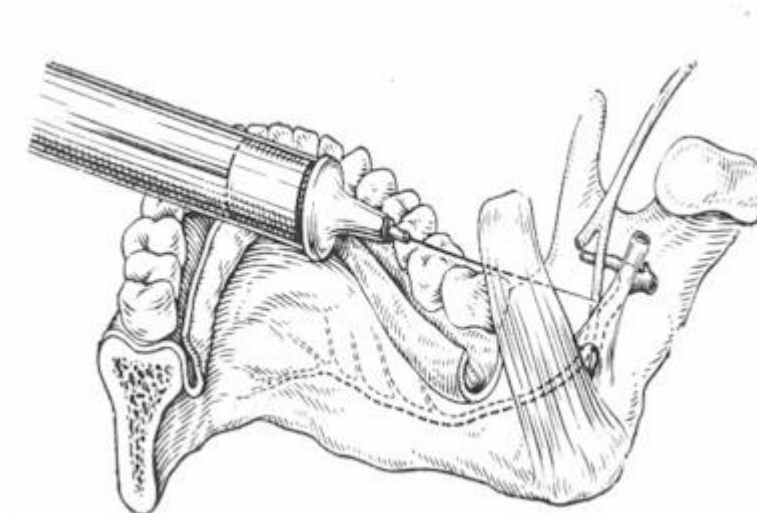
Но достаточно ли таких практических навыков для начала врачебной деятельности? Я думаю, что нет. Необходимо создать фантом, максимально приближенный к живому человеку. Для этого необходимо подключить одну из существующих моделей, например, к компьютеру.

К данной установке необходимо подключить монитор, на котором бы отображалась информация, как бы отреагировал живой организм на ту или иную манипуляцию со стороны доктора.

Рассмотрим рутинную клиническую ситуацию, проводниковая мандибулярная анестезия (рис.2а, рис.2б).



**Рис.2а.** Проведение проводниковой анестезии на практике



**Рис.2б.** Проведение проводниковой анестезии на теории

Для проведения такого обезболивания обычно используется игла длиной 4 см, которую практически полностью вводят в тело пациента. Не редкими являются случаи, когда у молодых специалистов из-за недостатка опыта игла ломается (что чаще всего случается у места соединения иглы с канюлей). Но даже если Вам повезло, то не всегда даже опытный врач-терапевт может провести такую процедуру с первого раза успешно.

Если создать фантом, в котором будут смоделированы нервы, а диоды бы

отображали успешно ли была проведена анестезия, то описанные выше проблемы отпали бы сами собой.

Минимальная стоимость полной фантомной установки составляет примерно 200000 рублей на сегодняшний день. Но для обучения проведения проводниковой анестезии будет достаточно стимулятора пациента (рис.3) и электрический шприц, эмитирующий воздействие карпульного (рис.4), что снизит стоимость в разы.

Симулятор пациента включает в себя: голову, челюстной симулятор, анатомическую резиновую маску лица, две модели зубов (верхняя и нижняя челюсть) и систему фиксации на спинке кресла.

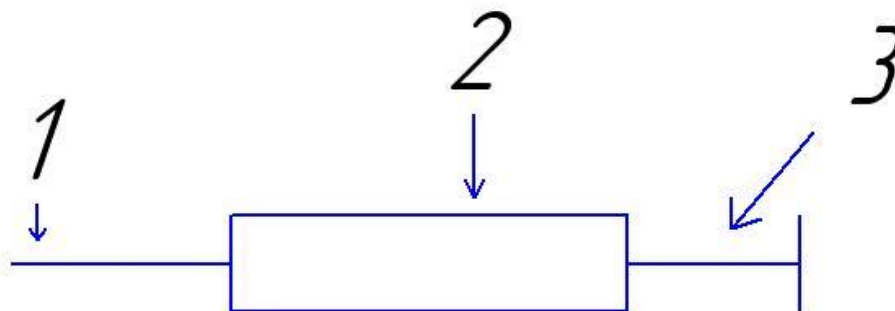
Классическую модель необходимо доработать, сделав ее анатомически максимально приближенной к живому человеку. Для этого необходимо реализовать слизистую полости рта и низлежащие мышцы из латекса, соответствующего по плотности тканям пациента. В их толще расположить чувствительные электроды, имитирующие ход основных нервов. Моделирование полости рта можно провести в лаборатории быстрого прототипирования УГАТУ, основываясь на фантом полости рта «Sirona 1058». При контакте электрода с электрической иглой, сигнал должен направляться на светодиод, расположенный на голове. Если диод загорается, значит игла достигла нерва (электрода), анестезия была проведена успешно.



**Рис.3.** Симулятор головы пациента

Электрический шприц представляет собой устройство, состоящее из: электрической «иглы», корпуса шприца и поршня. Игла выполняет роль воздействующего электрода.





**Рис.4.** Электрический шприц

1-Электрическая «игла», 2-Корпус шприца, 3-Поршень

Введение такого симуляционного средства в процесс обучения позволит студентам отточить практические навыки проведения проводниковой анестезии до необходимого уровня. Что станет залогом безболезненного и комфортного лечения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фантомный курс терапевтической стоматологии. Атлас. Ю.М. Максимовский, учеб. Пособие. –М. «Медицина», 2005. – 328с.
2. Пропедевтическая стоматология. М.М.Пожарицкая, Т.Г.Симакова, М., «Медицина», 2004. – 304с.
3. Ортопедическая стоматология Под ред. В.Н. Трезубова.-7-е изд., перераб. И доп. – Спб.: Фолиант, 2006. – 592 с.
4. Хирургическая стоматология Робустова
5. Фантомный курс терапевтической стоматологии. А.И. Николаев, Л.М. Цепов «Медпресс-информ» М.2009., 430с.
6. Пропедевтическая стоматология. Учебник. Под редакцией профессора Э.А. Базикяна. М. «ГЭОТАР-Медиа», 2010.

### ОБ АВТОРАХ



**Елизарьева Анастасия Эдуардовна**, студент магистратуры факультета АВИАТ УГАТУ, дипл. бак. по биотехническим системам и технологиям (УГАТУ, 2015). Полимеризационная лампа в стоматологии.

e-mail: cindi\_92@mail.ru



**Демин А.Ю.**, Д-р техн. наук по Информационно-измерительным и управляющим системам. (УГАТУ, 2011).

e-mail: sssstudent@mail.ru

## АНАЛИЗ БЫТОВЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЛОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Кишалов А. Е., Зародов Е. А.

### Введение

Малая энергетика – направление энергетики, связанное с получением энергии (тепловой или электрической) независимо от централизованных тепловых сетей. Децентрализация тепловой энергии позволяет уменьшить затраты на её производство и в будущем это может стать перспективным направлением энергетики. В данной статье рассматриваются только источники тепловой энергии, для малой энергетики (мощностью до 300 кВт).

К объектам малой энергетики можно отнести удалённые населенные пункты, независимые малые производства, частные коттеджи, муниципальные объекты (больницы, пожарные станции), и другие объекты, требующие резервного теплоснабжения.

На сегодняшний день наибольшее распространение в сфере отопления получили автономные котельные установки. Как показала практика, применение котлов для отопления различных помещений оказывается более эффективным, чем применение отопительных приборов другого типа, например, электрических обогревателей. При выборе типа и мощности котла основным фактором является площадь отапливаемого помещения. В среднем на 10 м<sup>2</sup> требуется порядка 1 кВт мощности. К преимуществам автономных котельных установок можно отнести:

- отсутствие дорогостоящих наружных тепловых сетей;
- возможность быстро реализовать монтаж и запуск в работу систем отопления горячего водоснабжения;
- сокращение расхода топлива за счет местного регулирования отпуска тепла и отсутствия потерь в тепловых сетях.

### Принцип работы и классификация котлов

Принцип работы любого отопительного котла заключается в том, что рабочее тело (в основном это вода) по трубам поступает в котёл, где подогревается топочными газами, получаемыми в результате сгорания топлива в горелке. Затем подогретое рабочее тело поступает в систему отопления помещения.

Отопительные котлы можно классифицировать:

а) по возможности обеспечения ГВС

- одноконтурные;
- двухконтурные;

б) по виду топлива [1]

- газообразное топливо;
- жидкое топливо;
- электричество;
- твердое топливо.

Одноконтурные (рис 1. а) – котлы, способные в стандартной комплектации работать лишь на обеспечение отопления. Внутри котла есть циркуляционный насос (1), который подаёт теплоноситель в теплообменник (3). Под теплообменником находится газовая горелка (4), в которой путем процесса горения топлива производится тепло. Нагретый в теплообменнике теплоноситель направляется в систему отопления (СО). Если же требуется также приготовление горячей воды, к котлу необходимо подсоединить емкостной водонагреватель косвенного нагрева (2). Переключающий клапан (5) может

быть в положении «на систему отопления» или «на бойлер» (Б).

Двухконтурные (рис. 1 б) – котлы, способные обеспечивать и отопление, и нагрев горячей воды для нужд ГВС. Теплоноситель нагревается от горелки и поступает в систему отопления под действием циркуляционного насоса (4), затем возвращается в котел и снова направляется на подогрев. Если от датчика температуры поступает запрос о необходимости подогреть воду, срабатывает трёхходовой кран (6), и теплоноситель обращается только внутри котла: выходит из первичного теплообменника (1), поступает во вторичный теплообменник (5), отдаёт тепло водопроводной воде, снова идёт к насосу и от него к первичному теплообменнику, где снова нагревается (рис. 1).

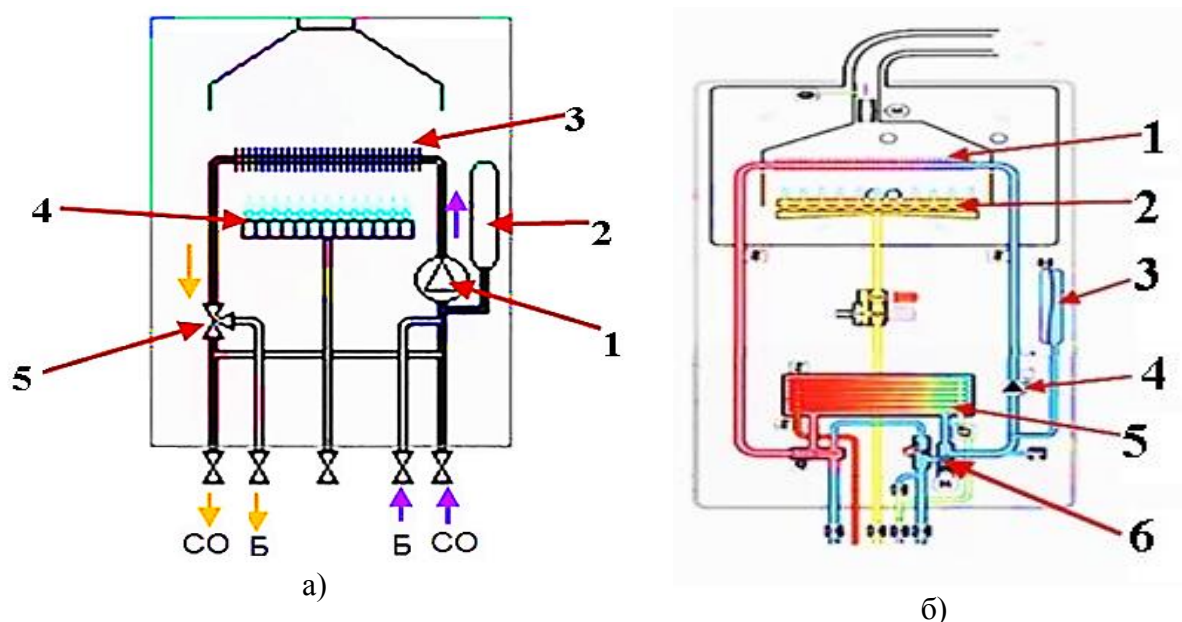


Рис. 1. Схема котлов: а) одноконтурный газовый котёл; б) двухконтурный газовый котёл

*Газовые котлы.* Газообразным топливом для газовых котлов чаще всего является природный газ. В таблице 1 представлены теплофизические свойства газообразных топлив. На сегодняшний день, во многих регионах России природный газ является наиболее предпочтительным видом топлива. КПД данных котлов  $\approx 85-98\%$  в зависимости от типа самого газового котла, его характеристик и вида используемого газа. Различают конвекционные газовые котлы (используют только низшую теплоту сгорания топлива, не допуская конденсации дымовых газов) и конденсационные газовые котлы (используют дымовые газы для предварительного подогрева холодной воды). Конденсационные котлы увеличивают КПД и экономию топлива, но цена самих котлов достаточно высока из-за использования нержавеющей стали.

Таблица 1

**Теплофизические свойства газов**

Название	Низшая удельная теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	Плотность газа (при 0 °С и 0,1 МПа = 1 атм абс), кг/м <sup>3</sup>	Химическая формула, состав
Природный газ	35,615	0,68–0,85	Смесь CH <sub>4</sub> (>90%) и др. газов
Метан	35,83	0,716	CH <sub>4</sub>
Пропан	92	1,967	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
Бутан	119	2,598	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>

*Жидкотопливные котлы.* Эксплуатация жидкотопливного котла ничем не



отличается от эксплуатации газового. Во многих газовых котлах вместо газовой горелки может устанавливаться жидкотопливная. Котлы данного типа целесообразно использовать там, где будет дешевле применять жидкое топливо, чем газ. КПД котлов на жидком топливе составляет порядка 80-90%. В качестве топлива используется, в основном, мазут, дизель, керосин и бензин [2]. В таблице 2 приведены некоторые теплофизические характеристики вышеперечисленных жидких топлив [3, 4].

Таблица 2

### Характеристики наиболее распространенных жидких топлив

Вид жидкого топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Плотность при 20° С, $\frac{кг}{м^3}$	Вязкость кинематическая, сСт, до 80°С	Вязкость условная, °ВУ
Мазут	40,61	1015	118	16
Дизельное топливо	42,62	820	40	6
Керосин	42,96	800	0,721-1,5	–
Бензин	43,75	720	0,281-0,518	–

*Электрические котлы.* Целесообразно применять для отопления небольших помещений или как резервный источник тепла. Одно из основных отличий от других котлов – отсутствие камеры сгорания, использование электроэнергии для производства тепла. Электрические котлы, в отличие от других видов котлов, не взрывоопасны. КПД  $\approx 99\%$ , т.к. электроэнергия, затрачиваемая на преодоление сопротивления преобразуется в тепловую, которая передается теплоносителю. К существенным недостаткам электрических котлов можно отнести необходимость достаточно мощного источника электроэнергии и ограничение мощности самих котлов.

Электрические котлы бывают [5]:

- косвенного действия или реостатные (рис. 2 а), в которых нагревательным элементом является реостатный патрон (тепловой электронагреватель – ТЭН)
- прямого действия (рис 2. б) – электродные паровые котлы и электродные водонагреватели. В них электрический ток, проходя через воду как через проводник между электродами, выделяет тепло и нагревает её.

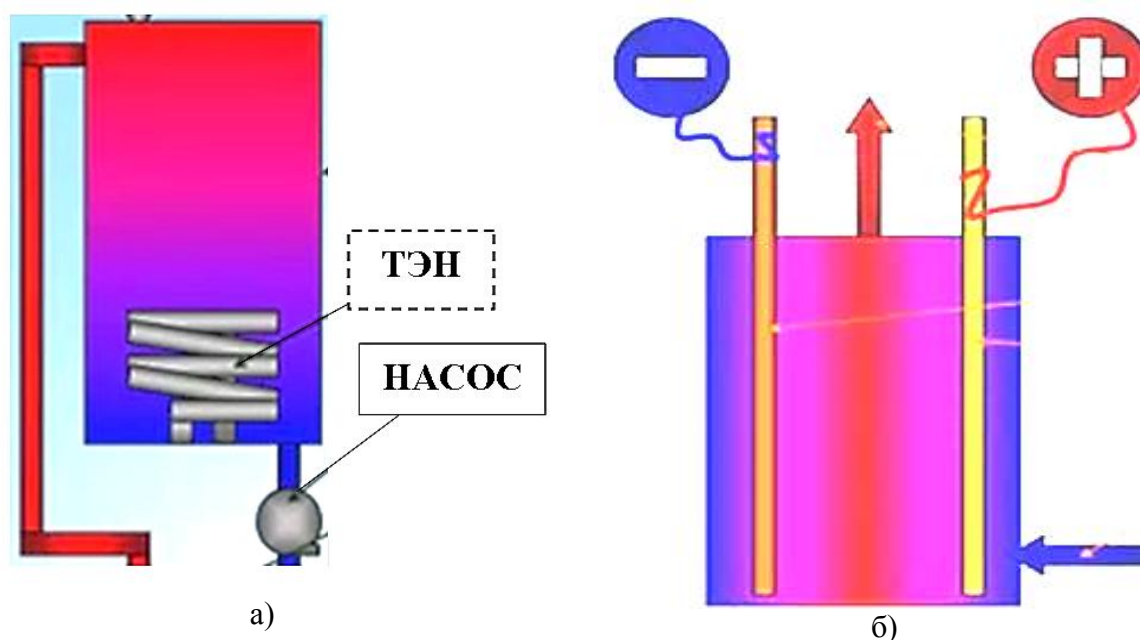


Рис 2. Электрические котлы а) косвенного действия; б) прямого действия

**Твердотопливные котлы.** Используется чаще всего как резервный котёл или в местах, где нет газопровода. КПД твердотопливных котлов зависит от типа твердого топлива и варьируется в промежутке 58-90%. В качестве топлива для твердотопливных котлов используют торф, дрова, уголь, кокс или топливные гранулы (пеллеты) – недорогую альтернативу газу и нефти. Сжигание отходов деревообработки и сельскохозяйственного производства позволяет заодно решить проблему их утилизации. Принцип работы у твердотопливных котлов такой же, как у большинства котельных установок на жидком и газообразном топливе.

Пеллеты – один из перспективных видов топлива, т.к. благодаря этому топливу можно повысить КПД твердотопливных котлов практически до 90%, сделать автоматизированным процесс производства тепла, подачи топлива в топку. Особенность самого топлива (пеллетов) заключается в том, что оно производится из отходов сельского хозяйства и других отходов, что позволяет сильно экономить на его производстве.

### Анализ характеристик топлив

Проведя данный анализ можно сказать, что выбор котла в большей степени зависит от выбора топлива, чем от самого типа сгорания этого топлива. В таблице 3 представлены некоторые характеристики самых распространённых видов топлив для каждого из рассмотренных выше типов котлов [1, 3, 4].

Таблица 3

Сравнение различных видов топлива для котлов

Вид топлива	Объем для получения 1 кВт/ч	Теплотворная способность, кВт*час/кг	Цена за кг, руб.	КПД установки, %	Стоимость 1 кВт/ч, руб.
Метан	0,108 м <sup>3</sup>	9,5	3-4(м <sup>3</sup> )	94	0,5
Пропан-бутан	0,1 кг	13	25-28	92	2,7
Дизель	0,1 л	11,6	30	90	3
Топочный мазут	0,14 л	10,5	11	85	1,64
Электричество	1 кВт	-	≈3,5(кВт)	97-99	3,5
Уголь	0,25 кг	5,5	4,5	70	1,13
Дрова	0,4 кг	1,5-2,2	1000(м <sup>3</sup> )	50-60	1,23
Пеллеты	0,2 кг	5,5	3-6	88-90	1

Метан имеет высокую теплотворную способность, дает высокий КПД котла, низкую стоимость, что делает его одним из самых выгодных топлив среди рассмотренных. Пропан-бутан имеет более высокую стоимость в сравнение с метаном, но также у него выше теплотворная способность. Основной недостаток газообразного топлива – это сложность подведения газа и хранение топлива (баллоны с газом).

Дизельное топливо имеет самую высокую стоимость, что делает его невыгодным для использования как топлива для отопления помещения.

Топочный мазут имеет меньшую теплотворную способность, чем дизельное топливо и пропан-бутан, но цена его гораздо ниже всех вышеупомянутых топлив (кроме метана и пеллетов), поэтому он наиболее распространен среди жидких топлив.

Твердое топливо (уголь, дрова) при использовании дают низкий КПД установки (по сравнению с остальными видами топлива). Имеют невысокую теплотворную

способность, но стоимость 1 кВт/час достаточно низкая.

Пеллеты имеют достаточно невысокую теплотворную способность и стоимость по сравнению с остальными топливами, однако КПД установки при этом гораздо выше. И в пересчёте на стоимость производства 1 кВт/ч тепловой энергии применение пеллетных котлов становится выгодным.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щеголев М. М. Топливо, топки и котельные установки. – М.: Государственное издательство литературы по архитектуре и строительству, 1953. – 544 с.
2. Киселёв Н. А. Котельные установки. 2-издание, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа, 1979. – 270 с.
3. Роддатис К. Ф., Полтарецкий А. Н. Справочник по котельным установкам малой производительности – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
4. Теплофизические свойства некоторых авиационных топлив в жидком и газообразном состоянии. Сборник статей под редакцией Н. Б. Варгафтика. Труды института. – М.: Оборонгиз, – вып. 132, 1961. – 163 с.
5. Электрический котёл. [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический\\_котёл](https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_котёл)

### ОБ АВТОРАХ



**Кишалов Александр Евгеньевич**, доц. каф. авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ, дипл. инж. (УГАТУ, 2006). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2010) Исследования в области имитационного моделирования автоматики авиационных ГТД, трёхмерного численного моделирования процессов, происходящих в камерах сгорания авиационных ГТД.  
e-mail: [kishalov@ufanet.ru](mailto:kishalov@ufanet.ru)



**Зародов Егор Алексеевич**, студент 2-го курса ФАДЭТ каф. АТиТ.  
e-mail: [ezarodov14@gmail.com](mailto:ezarodov14@gmail.com)

УДК 621.452.32

### ВЕРИФИКАЦИЯ ANSYS CFX ПРИ РАСЧЕТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТУПЕНИ ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА

**Дадоян Р. Г., Михайлов А. Е., Ахмедзянов Д. А., Михайлова А. Б.**

Известно, что любая авиационная продукция является весьма сложным техническим объектом, к которому предъявляются строгие требования по всем показателям и характеристикам. Наиболее сложным техническим объектом является авиационный двигатель (АД), с весьма высокой удельной стоимостью. Все характеристики АД зависят от уровня совершенства его узлов и систем, в частности от компрессора.

Трёхмерное проектирование компрессоров позволяет получить более сложную геометрию, обеспечивающую высокие степени повышения давления, КПД, а также,

меньший потребный запас устойчивости компрессора.

Расчеты в работе проводятся в программном комплексе ANSYS Workbench 15.0 в модуле для расчета течений жидкостей и газов CFX.

Для расчета характеристики выбрана экспериментальная ступень [1] с результатами проведения испытаний [2]. Необходимая для расчетов 3D модель ступени, построенная в программном комплексе UNIGRAPHICS (NX), полностью соответствует исходной геометрии ступени, представленной в [1]. Результат построения представлен на рис. 1.

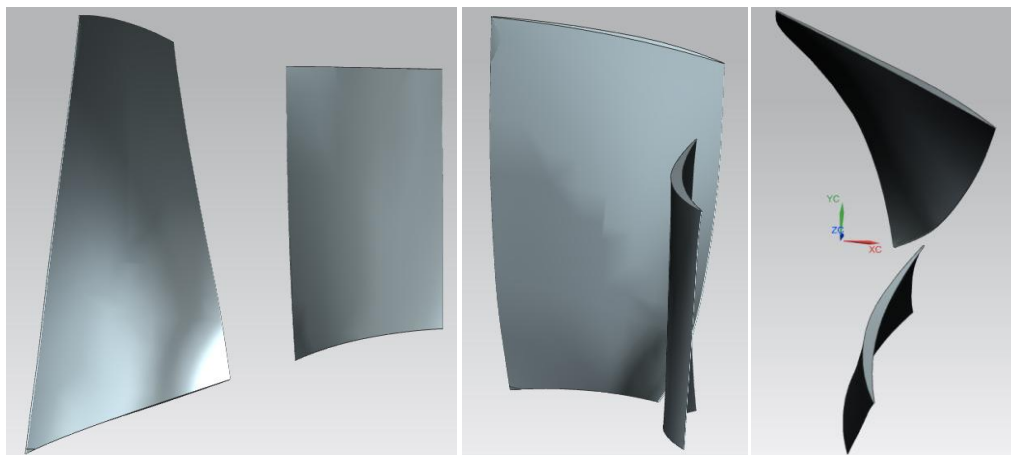


Рис.1. 3D модель экспериментальной ступени в NX

Рабочая лопатка ступени построена семью сечениями по высоте, а лопатка направляющего аппарата построена шестью сечениями. Выбранное количество сечений позволяет с высокой точностью построить трехмерную модель ступени.

Для построения сеточной модели необходимо загрузить полученную ступень (отдельно рабочее колесо РК и направляющий аппарат НА) в DesignModeler для создания меридиональных обводов. Для этого создаются эскизы Входа (Inlet), Втулки (Hub), Периферии (Shroud) и Выхода (Outlet). Далее, используя функцию FlowPath (Add flow path feature), добавляются линии тока. Используя функцию ExportPoints (Add export points feature) подготавливается меридиональный обвод для экспорта из DesignModeler в TurboGrid. Результаты построения представлены на рисунках 2 и 3 для РК и НА соответственно.

Для того чтобы сеточная модель ступени, построенная в TurboGrid, получилась правильная, необходимо, чтобы выход меридионального обвода РК точно совпадал с входом в меридиональные обводы НА.

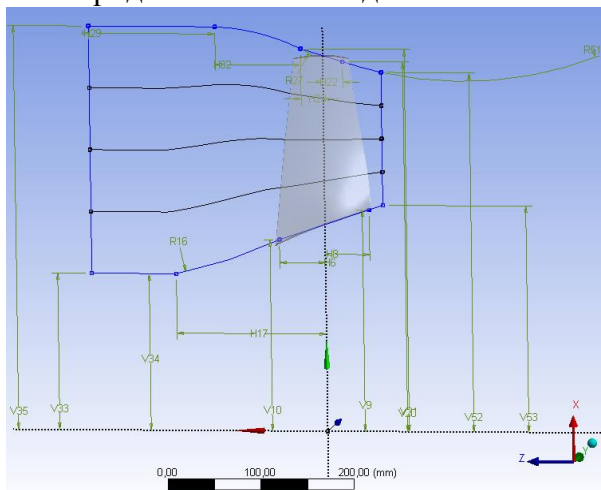


Рис.2. Меридиональные обводы РК

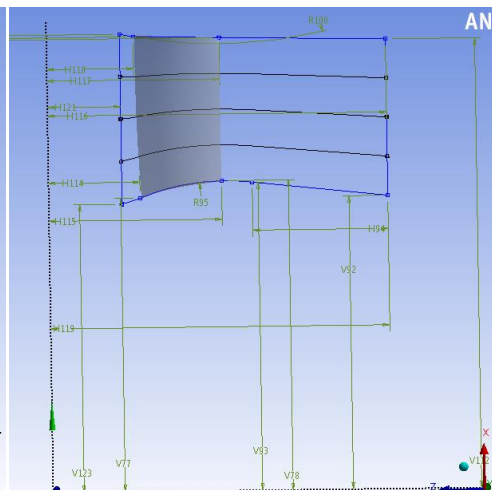


Рис.3. Меридиональные обводы НА

Далее в модуле TurboGrid строится сетка межлопаточного канала отдельно для РК и НА. Сеточная модель межлопаточного канала РК строится с учетом радиального зазора с постоянной высотой зазора в 1,27 мм (рис.4). Для наиболее точного повторения геометрии ступени используется большое количество элементов. Для моделирования пограничного слоя (ПС) используется метод  $y^+$ , рассчитывается критерий Рейнольдса, и задаются требуемое количество элементов в ПС и требуемые размеры, как для межлопаточного канала, так и для интерфейса в радиальном зазоре.

В процессе предварительных расчетов, был проведен анализ влияния входных и выходных областей перед РК и после НА (рис. 5) соответственно на характеристику ступени. В результате выбор пал на сеточную модель без входных и выходных областей. Результаты построения представлены на рис. 6.

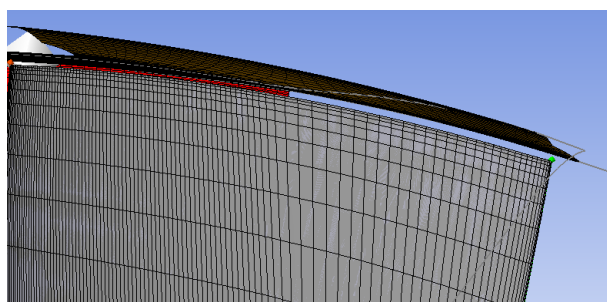


Рис.4. Радиальный зазор

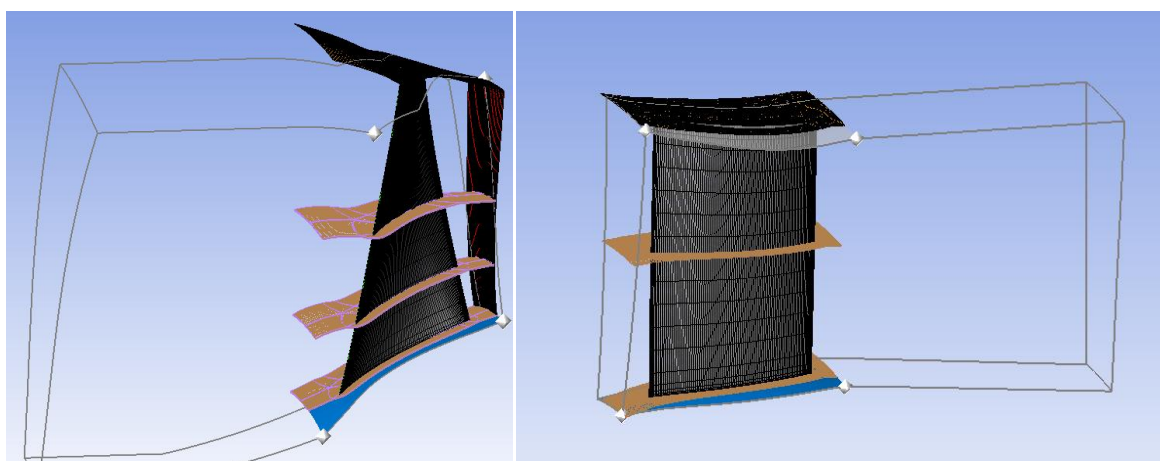


Рис.5. Входные и выходные области

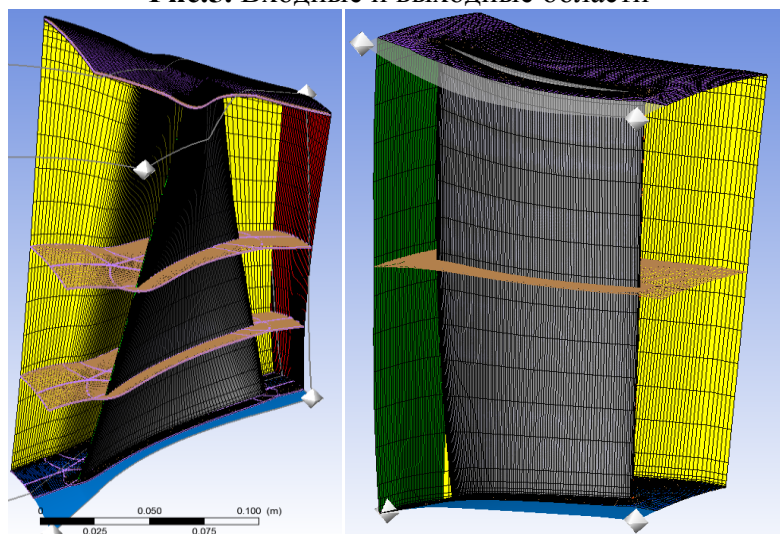


Рис.6. Сеточная модель РК и НА в TurboGrid



Результатом построения является количество элементов расчетной сетки 276845 и 265732 для РК и НА соответственно.

Для задания граничных условий в ANSYS CFX в модуле CFX используется Turbo Mode для создания ступени осевого компрессора. В ней задаются тип рабочего тела – Воздух идеальный газ, модель теплопереноса – Total Energy, модель турбулентности – Shear Stress Transport.

Граничными условиями являются полное давление и температура на входе и статическое давление на выходе (рисунок 7).

Расчет проводится в модуле Solution. Задача делится на количество ядер компьютера для ускорения процесса расчета. Для контроля решения задачи необходимо следить в вкладке Momentum and Mass за RMS по всем показателям (рис.8).

Расчет проводится с изменением статического давления, на каждой ветке приведенных частот, от границы запирирования до границы устойчивости компрессора, таким образом, определяя расчетную границу устойчивости.

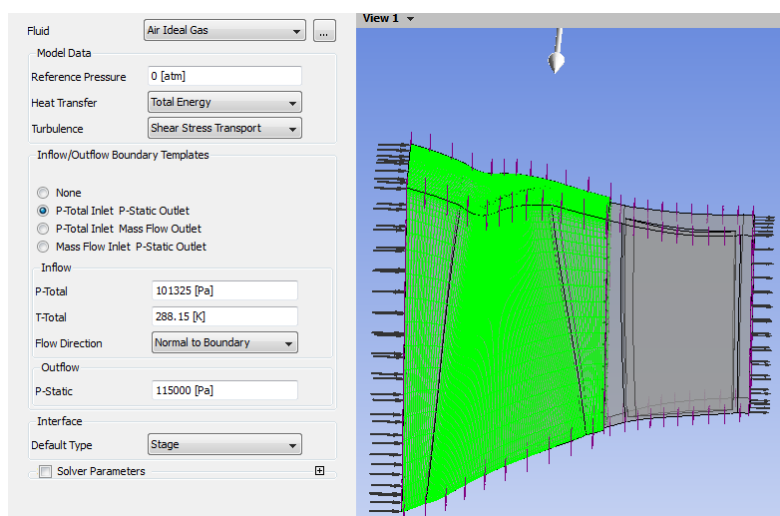


Рис.7. Граничные условия

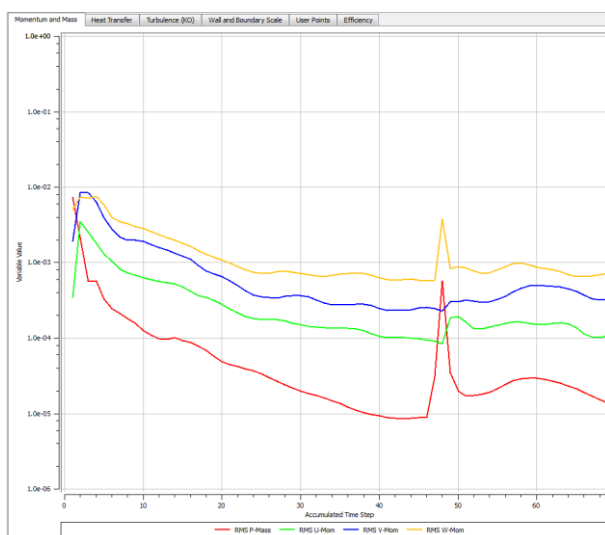


Рис.8. Сходимость задачи

На каждой ветке приведенных частот были проведены расчеты ступени. В результате определены расчетные степени повышения давления и КПД ступени для сравнения с экспериментальными данными. Для более точного расчета, КПД определялся также с учетом переменного  $c_p$  и  $k$ .

На рисунках 9 и 10 представлены характеристики ступени без учета переменного  $c_p$  и  $k$  и с учетом соответственно.

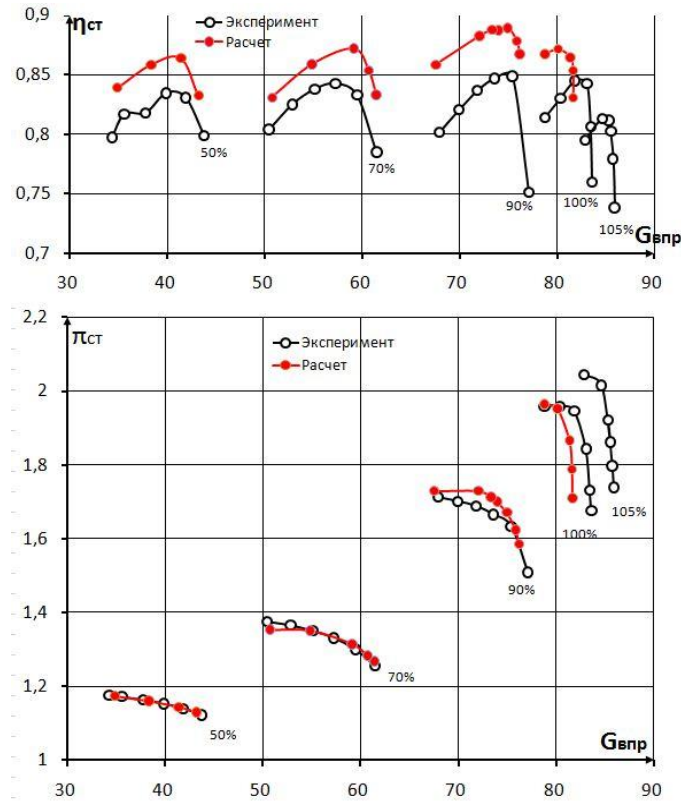


Рис.9. Характеристика ступени без учета переменного  $c_p$  и  $k$

Погрешности расчета по максимальным  $\pi_k$ ,  $G_{впр}$  и  $\eta_k$ :

$$\delta G_{впр} = -2,15\%, \delta \pi_{ст} = 0,36\%, \delta \eta_{ст} = 4,42\%$$

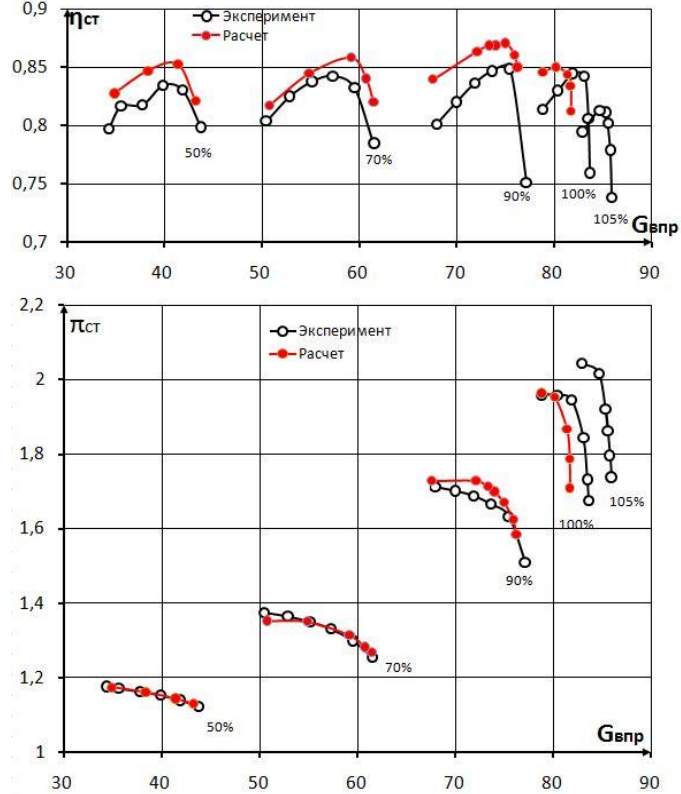


Рис.10. Характеристика ступени с учета переменного  $c_p$  и  $k$

Погрешности расчета по максимальным  $\pi_k$ ,  $G_{впр}$  и  $\eta_k$ :

$$\delta G_{впр} = -2,15\%, \delta \pi_{ст} = 0,36\%, \delta \eta_{ст} = 2,22\%$$



По результатам расчета в ANSYS CFX можно сделать вывод, что верификация прошла успешно, поскольку все расчетные данные оказались в хорошем соответствии с экспериментальными, о чем свидетельствуют характеристики, представленные на рисунках 9 и 10.

Верификация CFX при расчете характеристики ступени позволяет провести анализ влияния радиального зазора (величины зазора, способа задания в модуле TurboGrid или построения зазора вручную), также анализ влияния количества элементов в расчетной сетке, способа задания свойств пограничного слоя. Возможно исследование влияния модели турбулентности на результаты CFD анализа.

В дальнейшем планируется провести анализ влияния различного типа загромождения на характеристику экспериментальной ступени и сравнение результатов расчета с экспериментальными данными.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. N.T. Monsarrat, M. J. Keenan and P. C. Tramm. Design report single stage evaluation of highly-loaded high-mach-number compressor stages. Prepared for NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, 1969.- 110 p.
2. D. H. Sulam, M. J. Keenan, and J. T. Flynn. Single-stage evaluation of highly-loaded high-mach-number compressor stages II. Data and performance multiple-circular-arc rotor. Prepared for NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, 1969.-184 p.

## ОБ АВТОРАХ



**Дадоян Размик Геворгович**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра по двигателям летательных аппаратов (УГАТУ, 2015). Исследования в области аэродинамики компрессоров.

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



**Михайлов Алексей Евгеньевич**, ст. преп. каф. авиац. двигателей, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2010). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2015). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неуставившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.

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



**Ахмедзянов Дмитрий Альбертович**, проф. каф. авиац. двигателей, декан ФАД УГАТУ. Дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 1997). Д-р. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2007). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неуставившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, автоматизации испытаний.

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



**Михайлова Александра Борисовна**, доц. каф. авиац. двигателей, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2008). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2011). Исследования в области математического моделирования процессов в турбомашинах.

e-mail: alexandra11112007@yandex.ru

УДК 621.382

## МЕТОД РАСЧЁТА ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ РАДИАТОРОВ ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Вавилов В. Е., Фаррахов Д. Р., Меднов А. А., Минияров А. Х.**

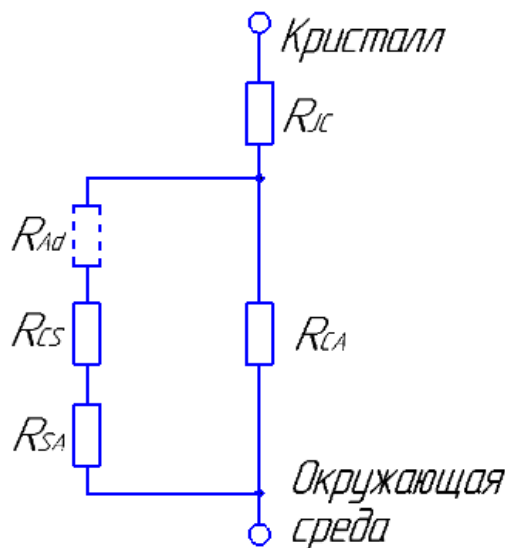
В современных конструкциях радиоэлектронной аппаратуры широко применяется полупроводниковая техника. Существуют определенные ограничения параметров, превышение которых категорически недопустимо. Так, например, максимально допустимая температура кристалла  $+135^{\circ}\text{C}$  для приборов широкого применения и до  $+(180\div 200)^{\circ}\text{C}$  для диодов специального исполнения.

В настоящее время выбор радиатора охлаждения элементов силовой электроники выполняется с помощью расчетов величины теплового сопротивления или по величине тепловых потерь. Подбор по данным способам является грубым и не предусматривает точных запасов по перегревам. Отсутствие запаса или его значительная величина одинаково негативно влияют на параметры оборудования. В первом случае небольшой рост температуры окружающей среды может вызвать преждевременный выход прибора из строя, что значительно снижает показатели надёжности радиоэлектронной аппаратуры. С другой стороны, значительный запас по перегреву подразумевает увеличение радиатора и, следовательно, его объёма и массы. В свою очередь снижение расхода материала позволяет говорить о технологичности производства и улучшении массогабаритных параметров оборудования.

С целью решения проблемы подбора радиатора авторами проведено исследование тепловых процессов в системе радиатор-транзистор, результаты которого позволяют рассчитать площадь его охлаждающей поверхности с учётом необходимого запаса по перегреву. Иными словами, при расчёте радиатора появляется возможность закладывать необходимый уровень надёжности системы и выдерживать необходимые весовые и габаритные параметры.

Тепловое сопротивление имеет обратно-пропорциональную зависимость от площади, что позволяет выполнить обратное преобразование [1]. В данном расчёте не учитывается изменение параметров теплопроводности с ростом температуры материалов, что приводит к большим погрешностям. Проведенные авторами эксперименты позволили выявить эту зависимость и на основе этого построить тепловую модель системы «радиатор-транзистор».

Авторами предложено рассмотрение параллельного теплоотвода с поверхностями корпуса транзистора и радиатора в окружающую среду. В связи с этим была преобразована схема термических сопротивлений к следующему виду, (рис.1):



**Рис. 1.** Эквивалентная схема тепловых сопротивлений системы «транзистор - радиатор»

На рис.1 изображены следующие тепловые сопротивления:  $R_{CA}$  (case to ambient) отражает передачу тепла в окружающую среду параллельно теплоотводу радиатора;  $R_{Ad}$  добавляется в цепь при наличии дополнительных прокладок между радиатором и электронным компонентом.

Стоит отметить, что теплоотвод от прокладки в окружающую среду минимален в связи с малой площадью контакта с воздухом. Это позволило включить данное сопротивление последовательно с сопротивлением  $R_{SA}$  (sink to ambient) и  $R_{CS}$  (case to sink). К тому же  $R_{CA}$  изменяется по двум причинам: уменьшение площади контакта корпус-окружающая среда и влияние температуры на теплопроводность материала. Учитывать данные параметры при расчёте радиатора предлагается путём подбора соответствующего коэффициента. Это позволяет упростить расчёт, внося незначительную погрешность в результат расчёта. Аналогичный приём использован и при расчёте  $R_{SA}$ .

Представляется целесообразным рассмотреть предлагаемый подход к расчету площади поверхности радиатора охлаждения на примере транзистора IRF 740.

-Расчитанные параметры потерь транзистора  $P=9$ Вт.

-Заранее определенные значения температуры окружающей среды, при которой будет работать транзистор  $T_{окр}=40$  °С и максимально допустимой для кристалла  $T_{кр.макс.}=150$  °С.

По вышеуказанным значениям рассчитывается требуемое сопротивление  $R_{ja}^*$ :

$$R_{ja}^* = \frac{(T_{кр.макс.} - T_{окр.})}{P} = \frac{150 - 40}{9} = 12,222 \text{ °С/Вт.} \quad (1)$$

Затем требуется найти информацию в технической документации на транзистор о сопротивлениях корпус-радиатор  $R_{cs}=0,5$ , кристалл-корпус  $R_{jc}=1$ .

Если режим работы полупроводникового ключа импульсный, то значение  $R_{jc}$  корректируется согласно формуле (2):

$$R_{jc} = Z_{jc}(f, D) \cdot R_{jc} \quad (2)$$

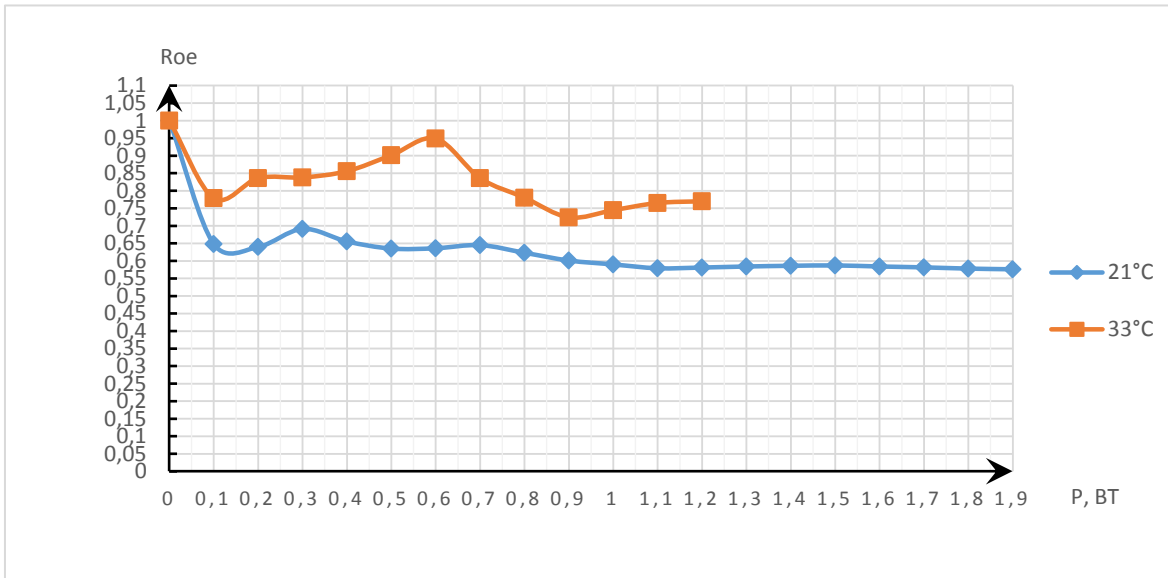


Рис. 2. Определение Roe

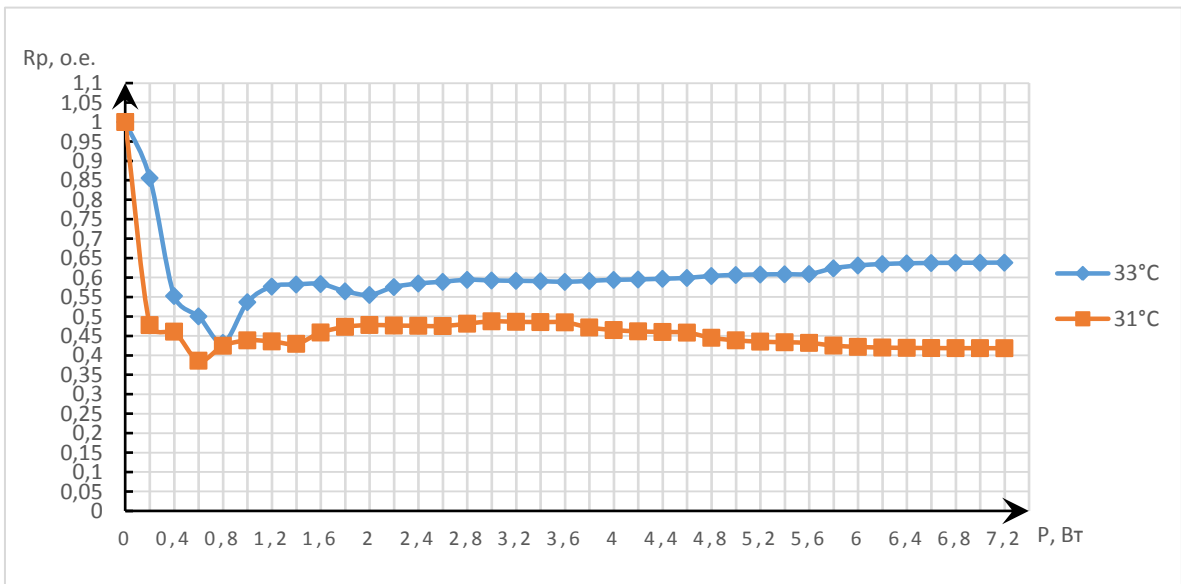


Рис. 3. Определение Rp oe на постоянном токе

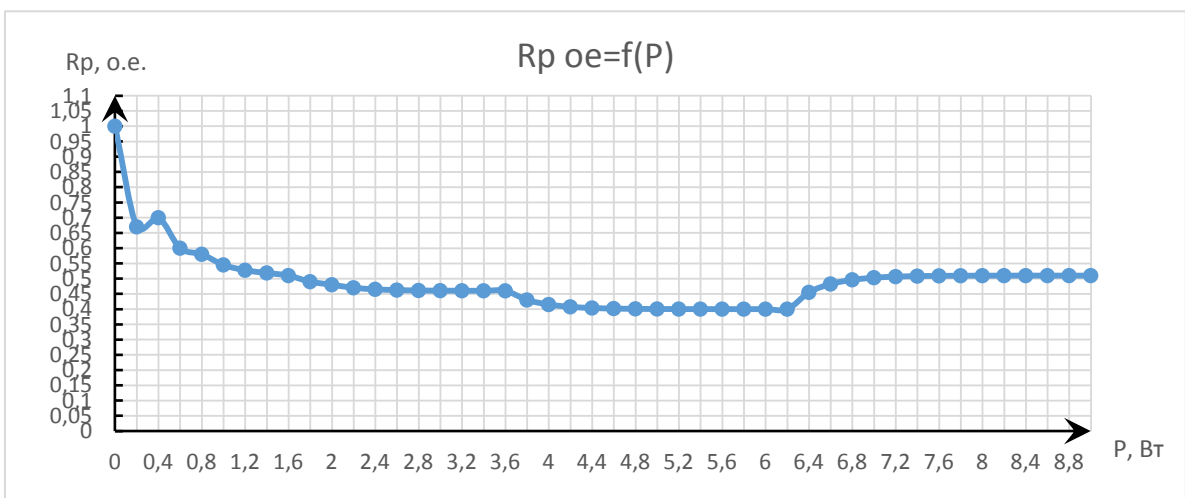


Рис. 4. - Определение Rpp oe в импульсном режиме для 31°C.

Таблица 1

## Коэффициент теплопередачи за счет конвекции

Токр, °C	0	10	20	30	40	60	80	100	120	140	150
$A_2$	1,42	1,4	1,38	1,36	1,34	1,31	1,29	1,27	1,26	1,25	1,245

где  $Z_{jc}(f, D)$  – переходной коэффициент сопротивления «кристалл-корпус» (выбирается из технической документации на транзистор).

Далее определяется сопротивление параллельного участка тепловой цепи  $R_p$ :

$$R_p = R_{ja} - R_{jc} = 12,222 - 1 = 11,222 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}. \quad (3)$$

После чего определяется значение параметра  $R_{ca}$

$$R_{ca} = R_{ja} - R_{jc} = 62 - 1 = 61 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad (4)$$

где  $R_{ja}$  – выбирается из технической документации на транзистор.

Прежде чем начать расчёт сопротивления  $R_{sa}$ , необходимо определить текущие значения сопротивлений  $R_{ca}$  и  $R_p$ , что возможно при умножении их на сопротивления в относительных единицах  $R_{oe}$ . Последние выбираются из рис.2 (рис.4) и рис.3 в зависимости от мощности потерь  $P$ .

Выбрав значения из графиков, производим расчёт  $R_{sa}$  по формуле:

$$R_{sa} = \frac{R_p \cdot R_{ca} \cdot R_{oe}}{(R_{ca} \cdot R_{oe} \cdot R_{poe} - R_p \cdot R_{poe})} = \frac{11,222 \cdot 61 \cdot 0,7}{61 \cdot 0,7 \cdot 0,65 - 11,222 \cdot 0,65} = 23,286 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Вт}. \quad (5)$$

Исходя из полученного сопротивления радиатор-окружающая среда  $R_{sa}$ , можно приступить к расчету необходимой площади поверхности радиатора.

Перед этим необходимо лишь задаться значением средней длины теплового пути  $l=0,051$  м, которое вычисляется как среднеарифметическое её максимальной ( $H$ ) и минимальной ( $h$ ) составляющей (рис.5), найти необходимые параметры теплопроводности материала радиатора  $\lambda=200$  Вт/(м\*С) [2], а также определить площадь контактной поверхности транзистор-радиатор  $A_1=108 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>.

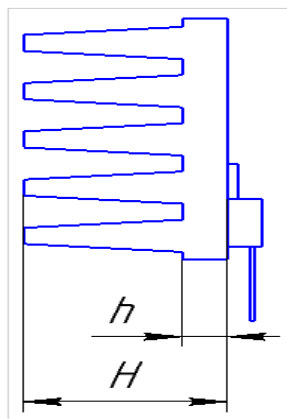


Рис. 5. К расчету средней длины теплового пути.

По таблице 1 и 2 определить оставшиеся коэффициенты теплопередачи за счёт излучения  $\varepsilon=0,055$  и за счет конвекции  $A_2=1,3$ .

Площадь радиатора  $S$  рассчитывается по формуле (6):

$$S = \frac{\lambda \cdot A_1}{(\lambda \cdot A_1 \cdot R_{sa} - l) \cdot (A_2 + \varepsilon)} =$$

$$= \frac{200 \cdot 108 \cdot 10^{-6}}{(200 \cdot 108 \cdot 10^{-6} \cdot 23,286 - 0,051) \cdot (1,3 + 0,055)} = \quad (6)$$

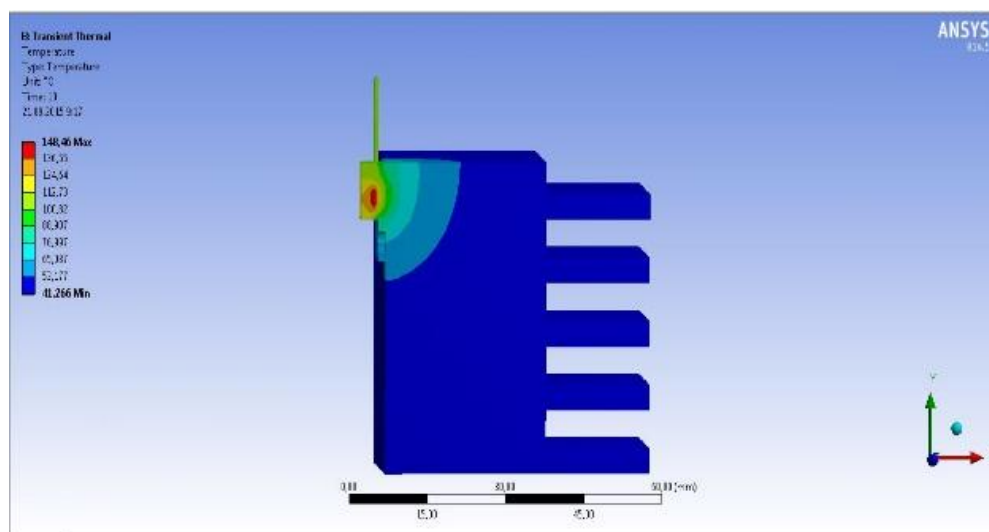
$$= 0,035 \text{ м}^2.$$

Таблица 2.

**Коэффициент излучения поверхностей**

Тип поверхность	Приведенная степень черноты
Алюминий с полированной поверхностью	0,04...0,06
Алюминий с окисленной поверхностью	0,2...0,31
Силуминовое литье	0,31...0,33
Анодированный в черный цвет алюминий	0,85...0,9
Окисленная латунь	0,22
Металлическая поверхность, окрашенная в цвет, близкий к черному	0,92...0,96
Металлическая поверхность, окрашенная черным матовым лаком	0,96...0,98

С целью проверки результатов расчёта была построена трёхмерная модель системы «радиатор-транзистор». (рис.6.) Данная тепловая модель была получена в программном комплексе ANSYS и её параметры соответствуют значениям, полученным эмпирическим путём, в пределах допустимых погрешностей ( $\pm 1,5\%$ ).

**Рис. 6.** Результат трехмерного моделирования

Проверка результатов подбора осуществлялась экспериментальным методом, в ходе которого была собрана установка, изображенная на рис. 7. К транзистору *IRF 740* поз.1 подключен источник тока *GWINSTEK GPR-75500* поз.2, с помощью которого имитировалась нагрузка и осуществлялось питание установки. Для снятия температурных параметров в процессе нагрева использовалась термопара поз.3, выводы которой зафиксированы на корпусе транзистора. Напряжение затвор-исток ( $U_{GS}$ ) фиксировалось вольтметром поз. 4, ток открытого канала транзистора – амперметром поз. 5.



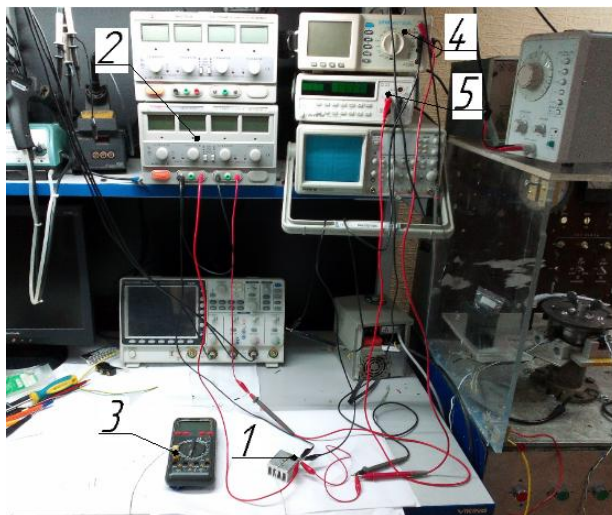


Рис. 7. Схема установки

Таким образом использование данного метода позволяет рассчитать радиатор с минимально необходимыми массогабаритными показателями и достаточной площадью охлаждения. Тем самым достигается не только запас по перегреву полупроводниковых ключей, но и повышается технологическая эффективность производства охладителей. К тому же по данной методике расчёта инженер-конструктор имеет возможность заложить уже на стадии проектирования температурный запас прочности системы, что немаловажно при разработке особо ответственных узлов оборудования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исаченко, В. П. Теплопередача : учебник для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. — 5-е изд., стер. — Москва: АРИС, 2014. — 417 с. [ V. P. Isachenco, *Detection of information security breach on a basis of monitoring of information-telecommunication networks*, (in Russian). Moscow: National Research Nuclear University “МЕРФІ”, 2011. ]
2. Справочник Физические величины. А.П. Бабичев, Н.А. Бабушкина, А.М. Братковский и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 1232 с.

#### ОБ АВТОРАХ

**Вавилов Вячеслав Евгеньевич**, ст. преп. каф. электромеханики. Дипл. (УГАТУ, 2010). К-т техн. Наук. e-mail: [s2\\_88@mail.ru](mailto:s2_88@mail.ru)

**Фаррахов Данис Равилевич**, ст. преп. каф. электромеханики. Дипл. (УГАТУ). Аспирант по Иссл. в обл. электроники. . e-mail: [d.farrakhov@yandex.ru](mailto:d.farrakhov@yandex.ru)

**Меднов Антон Александрович**, студент. каф. электромеханики. Иссл. в обл. электроники, электромеханики и тепловых процессов. e-mail [mednov@spartak.ru](mailto:mednov@spartak.ru)

**Минияров Айбулат Халяфович**, студент. каф. электромеханики. Иссл. в обл. электроники, электромеханики и тепловых процессов. e-mail [zi.zd@mail.ru](mailto:zi.zd@mail.ru)



## К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ В МЧС

Кишалов А. Е., Хаматнурова А. Ф.

### Введение

В последние годы подразделениями Министерства чрезвычайных ситуаций (МЧС) России активно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Сложность задач, стоящих перед МЧС Российской Федерации определяется территориальными особенностями страны, наличием регионов с высоким риском чрезвычайных ситуаций (ЧС) разного характера [1].

Зачастую бывает крайне сложно осуществить исследование территории ЧС пилотируемой авиацией и крайне опасно проводить изучение места происшествия человеческими ресурсами. Необходимость сохранения жизни спасателей в сложных техногенных катастрофах с химическими, биологическими и радиоактивными объектами требует поиска альтернативных способов и средств выявления, поиска и локализации ЧС.

Для регулярного мониторинга опасных территорий и территорий возможных ЧС целесообразно использовать беспилотные летательные аппараты, которые способны в режиме реального времени передавать информацию о состоянии того или иного опасного объекта. Фото и видеоданные, получаемые с борта БПЛА, позволяют сотрудникам МЧС принять оперативные меры.

В различных подразделениях МЧС РФ успешно эксплуатируются беспилотные летательные аппараты различного принципа действия, форм, размеров, грузоподъемности, полезной нагрузки и предназначения. По словам главы МЧС Пучкова В.А., в ближайшие два года планируется удвоить парк беспилотных летательных аппаратов, стоящих на службе у спасателей.

В данной статье рассматриваются наиболее распространённые российские БПЛА: летательный аппарат «Орлан-10» компании ООО «Специальный технологический центр», «Груша» компании ООО «Ижмаш – Беспилотные системы», микро-БПЛА «INSPECTOR» компании ООО «АЭРКОН» и беспилотные комплексы компании «ZALA AERO GROUP».

### БПЛА «Орлан-10»

БПЛА «Орлан-10» (рис. 1) – многофункциональный беспилотный комплекс, предназначенный для ведения наблюдения за протяженными (например, нефтегазопровод, лесной массив) и локальными объектами в труднодоступной местности [2]. Разработан российским предприятием ООО «Специальный технологический центр» (СТЦ) в 2010 году. Аппарат неоднократно использовался при проведении поисково-спасательных работ и продолжает эксплуатироваться в настоящее время. На сегодняшний день произведено порядка 200 единиц данной техники. БПЛА оборудован фотоаппаратом и гиросtabilизированной телевизионной камерой. Для его применения необходим наземный пункт управления (см. рис. 1), который позволяет одновременно управлять четырьмя комплексами. Одновременно на одном БПЛА могут быть смонтированы фото- и видеокамера (29 Мп), тепловизор, радиопередатчик для передачи информации на наземный пункт управления.



**Рис. 1.** БПЛА Орлан-10

Максимальный взлетный вес – 18 кг, пять из которых приходится на полезную нагрузку. БПЛА выполнен по схеме высокоплана с передним расположением двигателя и тянущим винтом. Способ старта – со специальной разборной катапульты (см. рис. 1). После первоначального разгона полет происходит за счет маломощного бензинового двигателя, работающего на жидком топливе – безине АИ-95. Скорость полета может достигнуть 90–150 км/ч. Максимальная продолжительность полета – до 16 часов, при этом дальность применения комплекса – 120 км от наземной станции управления. Высота полета над уровнем моря может достигнуть 5000 метров, при скорости ветра 10 м/с. Диапазон рабочих температур у поверхности земли в пределах от -30 до +40 °С.

Посадка БПЛА осуществляется с помощью парашюта, после получения с пункта управления команды на сброс скорости и на открытие купола.

Маршрут БПЛА задается при помощи спутников (GPS/ГЛОНАСС). Возможно указание точки посадки или задание алгоритма поведения во внештатных ситуациях.

В «Орлан-10» предусмотрена возможность оперативной замены полезной нагрузки и состава бортового оборудования, фото- и видеосъемки (с регистрацией координаты местности, высоты и номера кадра), размещение контрольно-измерительной аппаратуры внутри консолей крыла.

Эксплуатация данного БПЛА затруднена большим размахом крыла (310 см). Также недостатком комплекса является то, что для запуска «Орлан-10» необходимо использовать специальную катапульту, а для приземления – парашют и амортизирующую подушку.

#### **БПЛА «Груша»**

В подразделения МЧС также применяется небольшой портативный комплекс «Груша» (рис. 2) производства ООО «Ижмаш – Беспилотные системы» (2009 г.). Аппарат способен набрать высоту до 500 метров, дальность полета составляет 10 км, передает информацию на расстоянии до 15 км.

Вес аппарата составляет 2,4 кг. Курс БПЛА задается при помощи навигационных спутников (GPS/ГЛОНАСС), аппарат за время полета не требует постоянного управления, он может лететь в режиме автопилота. Чтобы изменить траекторию полета, достаточно изменить ранее заданные точки на цифровой карте.

Беспилотник снабжен электрическим двухлопастным двигателем и способен находиться в воздухе до 75 минут. Крейсерская скорость – 80 км/ч, максимальная – 120 км/ч. Запускается «Груша» с рук.



Рис. 2. БПЛА Груша

На борту БПЛА установлены две камеры с максимальным разрешением 750x576 пикселей и фотоаппарат с разрешением 10 Мп и четырехкратным оптическим увеличением.

Данный комплекс применяется для получения разведывательных данных при пожарах или при иных чрезвычайных ситуациях и активно используется военными.

#### **БПЛА «INSPECTOR»**

БПЛА «INSPECTOR» разрабатываются российской компанией «АЭРКОН» с 2009 года. Аппараты предназначены для ведения наблюдения за окружающим пространством и отдельными объектами в стесненных условиях, например, в промышленных и жилых кварталах, на сложном рельефе местности [3].

Конструктивно «Инспектор-101» (рис. 3) представляет собой микро-БПЛА с тянущим воздушным винтом, вращаемым электродвигателем. Полезная нагрузка включает в себя микросхемы передачи информации, а также малогабаритную видеокамеру переднего или панорамного обзора [4]. Вес – 250 гр., размах крыла – 30 см.

Запуск аппарата осуществляется с рук при помощи специальной катапульты. Особенностью конструкции «Инспектора-101» является полностью отклоняемый киль.

Получение информации с беспилотного аппарата и выдача ему команд осуществляется через блок управления, сделанного на базе портативного компьютера.

Развернуть комплекс можно в течение 10 минут, радиус действия – 1,5 км, при скорости до 20 м/с время полета составляет 30–40 минут. Полеты можно проводить на высотах 25–500 м, при температуре воздуха от -30 до +50°C, скорости ветра до 10 м/с в умеренный снегопад и дождь.

Стартовая масса БПЛА «Инспектор-201» (рис. 4) составляет 1,2 кг при массе полезной нагрузки 150 граммов. Размах крыла – 80 см. Аппарат оснащен телевизионной камерой переднего либо планового обзора со стабилизацией по крену или цифровым фотоаппаратом. «Инспектор-201» относится к классу микро-БПЛА и способен в радиусе 5 км выполнить поставленную задачу, находясь в воздухе 45 минут.

Время развертывания представленного комплекса примерно 10 минут, масса рюкзака-контейнера с беспилотным аппаратом – 6 кг. Взлет производится с катапульты. Для посадки может использоваться парашют. Для взлета и посадки требуется площадь размером 75x75 м.

БПЛА «Инспектор-301» (рис. 5) – самый тяжелый из аппаратов, входящих в серию трёх микро-БПЛА, который были разработаны компанией «Аэрокон». Весит 6 кг, запуск производится резино-механической катапульты. Комплекс может проводить полет длительностью до 2 часов, полезная нагрузка составляет 1 кг.

БПЛА состоит из блока наземной станции управления, средств транспортировки и управления. На развертывание комплекса уходит порядка 10 минут. Время полета, в зависимости от выбранного режима, может составить от 45 до 120 минут. Максимальная высота, которую может достичь данный аппарат – 4000 м. Скорость полета – 50-150 км/ч.



Рис. 3. БПЛА Испектор-101

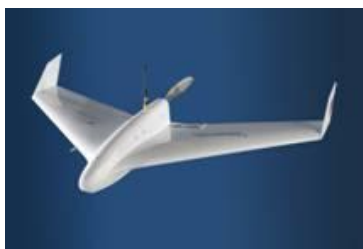


Рис. 4. БПЛА Испектор-201



Рис. 5. БПЛА Испектор-301

### БПЛА «ZALA»

Ижевская компания «ZALA AERO GROUP» является самым активным поставщиком БПЛА в подразделения МЧС по всей территории России. Данная организация выпускает беспилотные комплексы как самолетного, так и вертолетного типа. Их аппараты в основном имеют малые габариты, но встречаются модели с размахом крыла 6 м и дальностью полета 120 км [5]. Всего у компании порядка 50 различных аппаратов.

Беспилотный самолет **ZALA 421-04M** (рис. 6) предназначен для разведывательных полетов в широком диапазоне метеоусловий, определения степени ущерба, выявления взрывных устройств, сбрасывания небольших грузов, пограничного контроля, обнаружения нефтяных разливов, обследования состояния трубопроводов, поиска и обнаружения людей. Аппарат впервые демонстрировался в 2008 году на выставке «Интерполитех-2006» [6].

В декабре 2012 года ZALA-421-04M был поставлен на вооружение в части МЧС РФ по Брянской области. Беспилотный самолет оборудован системой автоматического управления, навигационной системой (GPS/ГЛОНАСС), встроенной цифровой системой телеметрии, навигационными огнями, трехосевым магнитометром, цифровым фотоаппаратом (12 Мп), цифровым широкополосным видеопередатчиком C-OFDM-модуляции, системой самодиагностики и поисковым передатчиком [5]. Продолжительность полета составляет 90 минут. БПЛА в режиме реального времени передает высококачественную фото-, видео- и тепловизионную информацию на расстояние до 25 км. Размах крыла составляет 1615 мм, длина самолета – 635 мм. Максимальная высота полета 3600 м, скорость может достичь значения 65–100 км/ч.

ZALA-421-04M построен по схеме «летающее крыло» с тянущим воздушным винтом, вращаемым электродвигателем, работающим на аккумуляторах. Запуск аппарата осуществляется с рук при помощи эластичной или пневматической катапульты. Самолет не требует специально подготовленной взлетно-посадочной площадки. Посадка осуществляется на парашюте с автоматически наполняемой амортизационной подушкой.

БПЛА **ZALA-421-21** (рис. 7) – малогабаритный беспилотный летательный аппарат вертикального взлета и посадки тактического радиуса действия. Относится к БПЛА вертолетного типа. Эффективен при работе в различных погодных и климатических условиях, а также оснащен защитой от мощных электромагнитных полей. Предназначен для воздушного мониторинга, аэрофото- и видеосъемки отдельных участков дорог, а также протяженных объектов топливно-энергетического комплекса, нефтегазопроводов с обнаружением нелегальных врезок, провисаний проводов и повреждений изоляторов и т. п. Кроме этого, БПЛА ZALA-421-21 активно применяется в мониторинге лесных и водных ресурсов. Подразделения МЧС успешно применяют данный комплекс для мониторинга мест ЧС пожаров, наводнений; дорожно-транспортных происшествий.

ZALA-421-21 запускается с рук, что позволяет его успешно применять в местах, где отсутствуют условия для взлета и посадки БПЛА самолетного типа. Радиус действия составляет 2 км, продолжительность полета 40 минут. Максимальная высота полета – 1000 м. Двигатель электрический тянущий. Скорость достигает 40 км/ч [7]. Максимальная взлетная масса 1,5 кг. Целевая нагрузка – 300 г. Навигационная система – GPS/ГЛОНАСС.

Конструкция выполнена по шестироторной схеме с шестью подъемными винтами, размещенными по сторонам летающей платформы. Система подвеса позволяет дистанционно управлять линией визирования целевой нагрузки.

**ZALA-421-06** – БПЛА вертолетного типа (рис. 8). Он используется для аэрофотосъемки, трансляции и ретрансляции теле- и радиосигналов, проведения экологических экспериментов, доставки медикаментов, продуктов, при оказании экстренной помощи в процессе ликвидации аварий и катастроф в труднодоступных и опасных для человека местах, для инженерной, радиационной, химической и биологической разведки, а также для мониторинга пожаров промышленных объектов и леса. Аппарат способен находиться в воздухе до 2 часов и удаляться от пункта управления на расстояние до 40 км. БПЛА оснащен электрооптической и инфракрасной камерой. В качестве дополнительной нагрузки могут быть использованы детекторы радиации и химических газов. На ZALA-421-06 может быть установлен громкоговоритель.

Диаметр несущего винта – 1,77 м. Длина аппарата составляет 1,57 м. Максимальная взлетная масса – 12 кг, полезная нагрузка – 2 кг. Беспилотный вертолет может набрать скорость 50 км/ч. Максимальная высота полета 2000 м. Радиус действия – 15 км. Силовая нагрузка – электрический двигатель или двигатель внутреннего сгорания (ДВС).



Рис. 6. БПЛА ZALA-421-04M Рис. 7. БПЛА ZALA-421-21 Рис. 8. БПЛА ZALA-421-06

### Анализ рассмотренных БПЛА

Как видно из приведенного обзора, в настоящее время БПЛА самолетного типа эксплуатируются активнее всего. Как правило, они запускаются с рук или требуют специальную ручную или наземную катапульту, некоторым требуется взлетно-посадочная полоса. Для приземления часто используется парашют и амортизирующая подушка, что требует наличия дополнительного оборудования в составе комплекса. Дополнительное оборудование в свою очередь уменьшает полезную нагрузку и сокращает время пребывания в воздухе.

БПЛА вертолетного типа также успешно эксплуатируются в подразделениях МЧС и по сравнению с БПЛА самолетного типа имеют ряд преимуществ: вертикальный взлет и посадку, обладают хорошей маневренностью и способны зависать в воздухе. Для БПЛА вертолетного типа не требуется катапульты для запуска и дополнительное оборудование для приземления. К недостаткам БПЛА вертолетного типа можно отнести малый радиус действия, небольшую скорость и высоту полета. В таблице 1 приведены сравнительные характеристики проанализированных в данной статье БПЛА.



Таблица 1

## Характеристики БПЛА самолетного и вертолетного типа

БПЛА \ Хар-ки	Запуск	Масса, кг	Отношение полезной нагрузки к массе БПЛА	Радиус действия, км	Скорость, км/ч	Высота полета, м	Время полета
Орлан-10	с кат.	18	0,28	120	90-150	5000	до 16 часов
Груша	с рук	2,4	0,36	10	80-120	100-500	75 минут
Inspector-101	с рук, с кат.	0,25	0,20	1,5	28-72	25-500	30-40 минут
Inspector-201	с кат.	1,2	0,125	5	55-120	100-500	30-60 минут
Inspector-301	с кат.	6	0,16	25	50-150	4000	45-120 минут
ZALA-421-04M	с кат.	5,5	0,18	25	65-100	3600	90 минут
ZALA-421-21	с земли	1,5	0,20	2	до 40	1000	40 минут
ZALA-421-06	с земли	12	0,16	15	50	2000	120 минут

Практически все аппараты, применяемые в МЧС, имеют спутниковую навигацию GPS/ГЛОНАСС. В полезную нагрузку в основном входят фото- и видеокамеры, тепловизоры, различные датчики и анализаторы.

Наибольшей скоростью, высотой, временем и дальностью полета обладает БПЛА «Орлан» (см. таблицу 1). Он является самым тяжелым и громоздким из рассмотренных БПЛА, что вызывает сложности в его эксплуатации. Наименьшей грузоподъемностью обладает Инспектор-201.

Для БПЛА небольших размеров применяются электродвигатели, они проще в эксплуатации. У «больших» БПЛА – двигатели внутреннего сгорания, они, в свою очередь, сложны в эксплуатации, но имеют ряд преимуществ в сравнении с электрическими двигателями: позволяют развивать гораздо большую мощность, тем самым улучшают характеристики аппарата, и дают возможность беспилотному комплексу иметь при себе более тяжелую полезную нагрузку.

### Вывод

В данной статье рассмотрены БПЛА различных типов, активно и успешно применяемых в подразделениях МЧС для обеспечения пожарной безопасности, безопасности людей на водных объектах, для сбора информации о возможности возникновения ЧС и для защиты населения и территории от ЧС. Выбор того или иного БПЛА зависит от поставленных перед летательным аппаратом целей и задач.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воропаев, Н. П. Применение беспилотных летательных аппаратов в интересах МЧС России // Вестник Санкт-Петербургского университета государственной

- противопожарной службы МЧС России №4. – Санкт-Петербург: СПБ УГПС, 2014. – С. 13-17.
2. Российский беспилотник «Орлан-10» [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – <http://www.techcult.ru/technics/2736-bes-pilotnik-orlan-10>
  3. АЭРОКОН [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <http://aerocon.ru/inspector/>
  4. Аэрокон ИНСПЕКТОР-101. Многоцелевой сверхлегкий БПЛА [Электронный ресурс]. – Режим доступа. - URL: <http://avia.pro /blog/aerokon-inspektor-101-mnogocelvoy-sverhlegkiy-bpla>
  5. ZALA AERO GROUP [Электронный ресурс]. Режим доступа. – URL: <http://zala.aero>
  6. Беспилотники на "INTERPOLITEX-2006" ("Интерполитех-2006") [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: [http://www.missiles.ru/UAV\\_INTERPOLITEX-2006.htm](http://www.missiles.ru/UAV_INTERPOLITEX-2006.htm)
  7. Кишалов А.Е., Галимзянова Р.Р. Применение БПЛА в задачах подразделений МЧС // Молодежный вестник УГАТУ. Ежемесячный журнал Ежемесячный журнал № 1 (13). – Уфа: УГАТУ, 2015. – С. 74-79.

### ОБ АВТОРАХ



**Хаматнурова Алия Фадисовна** студент каф. пожарной безопасности УГАТУ. Исследования в области применения БПЛА в подразделениях МЧС.

e-mail: hamatnurova\_10@mail.ru



**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 неустойчивых режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД

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

УДК 629.735.33

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОЛЕТОВ V ПОКОЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ANSYS CFX

**Кишалов А. Е., Ключев Н. А., Султанов Р. И., Самигуллин А. А.**

### Введение

На сегодняшний день во всём мире разрабатываются, а в некоторых странах и эксплуатируются самолёты V поколения. Основные требования, предъявляемые к



самолетам V поколения: увеличение удельной тяги, уменьшение расхода топлива, кардинальное уменьшение заметности самолета в радиолокационном и инфракрасном диапазонах, высокая боевая эффективность, полет на сверхзвуковых скоростях без использования форсажа, сверхманевренность. Каждое новое поколение отличается от предыдущего существенным улучшением характеристик (удельная масса, удельная тяга удельный расход топлива и т.п.) [1].

Одним из показателей совершенства летательного аппарата (ЛА) является их лобовое сопротивление. Для того чтобы достигать больших скоростей, необходимо либо уменьшить лобовое сопротивление, либо увеличить тягу. Как правило, развитие и совершенствование ЛА идёт одновременно по обоим направлениям. В данной работе исследовано лобовое сопротивление двух моделей самолётов V поколения при различных высотах и скоростях полёта при помощи 3D численного термогазодинамического моделирования в ANSYS 17.0 CFX [2].

Для моделирования были выбраны два самолёта: перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации (ПАК ФА, Т-50) российский многоцелевой истребитель пятого поколения разрабатываемый подразделением объединенной авиастроительной корпорации «ОКБ Сухого» и американский малозаметный многоцелевой истребитель пятого поколения F-35 Lightning, разработанный фирмой Lockheed Martin. В данной статье рассматривается модель F-35B, созданная для ВМС США, отличающейся возможностью вертикальной посадки и укороченного взлета. Лётный образец Т-50 имеет два двигателя АЛ-41Ф1 (с последующей модернизацией до АЛ-41Ф2), F-35B оснащён одним двигателем V поколения Pratt & Whitney F135 [3].

### Характеристики и габариты самолетов

Как видно из таблицы 1 заявленных тактико-технических характеристик Т-50 по своим размерам почти в 2 раза больше чем F-35B, двигатель F-135 выдаёт на 30% большую тягу как на форсаже, так и при крейсерском полёте, чем АЛ-41Ф1 [1, 3].

Таблица 1

Тактико-технические и лётные(заявленные) характеристики самолетов

Самолет	Т-50	F-35
Площадь крыла, м <sup>2</sup>	82,0	42,7
Тяга максимальная, кгс	2 × 8 800	1 × 13 000
Тяга на форсаже ( $P_{max}$ ), кгс	2 × 15 000	1 × 19 500
Предельная скорость на высоте, км/ч	2 600	1 700
Максимальная (бесфорсажная) скорость, М	1,2	0,8
Практический потолок, м	20 000	18 200

По известным габаритным размерам и схемам (рис. 1 и 2) были построены 3D-модели самолетов в САД системе Autodesk Inventor 2016 (рис. 3 и 4).

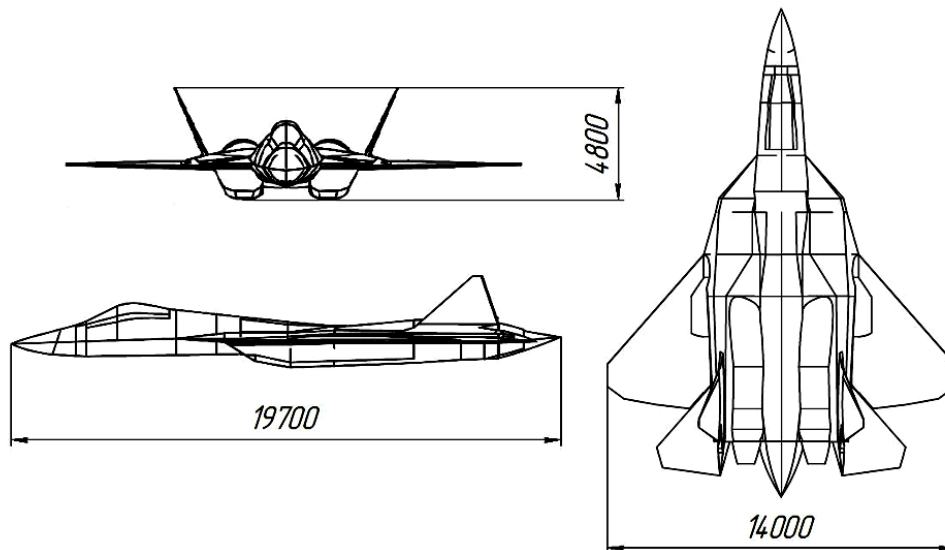


Рис.1. Схема и габаритные размеры самолета T-50

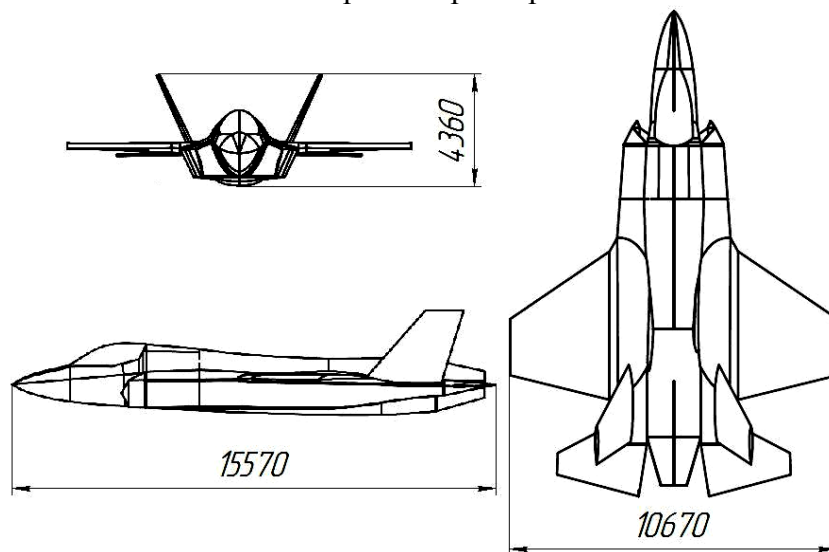


Рис.2. Схема и габаритные размеры самолета F-35

При построении были допущены некоторые одинаковые для обеих моделей упрощения в области воздухозаборника, профиля крыла и сопла. Для расчёта и оценки лобового сопротивления был выбран программный комплекс конечно-элементного анализа ANSYS 17.0 CFX [2]. Готовые модели самолётов были преобразованы с помощью функции комбинирования и, для уменьшения времени расчёта, использовались только половины моделей. Моделирование производилось для угла атаки  $0^\circ$ .

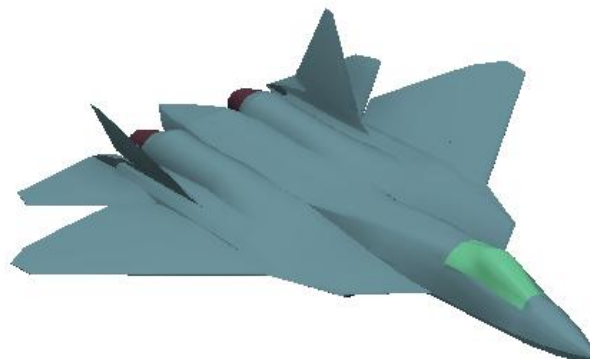
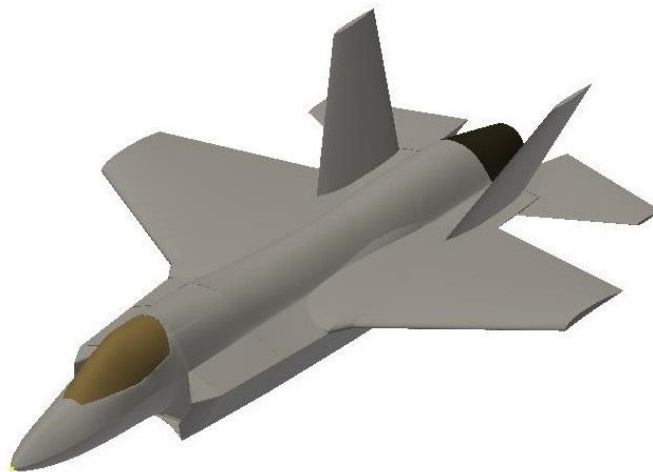


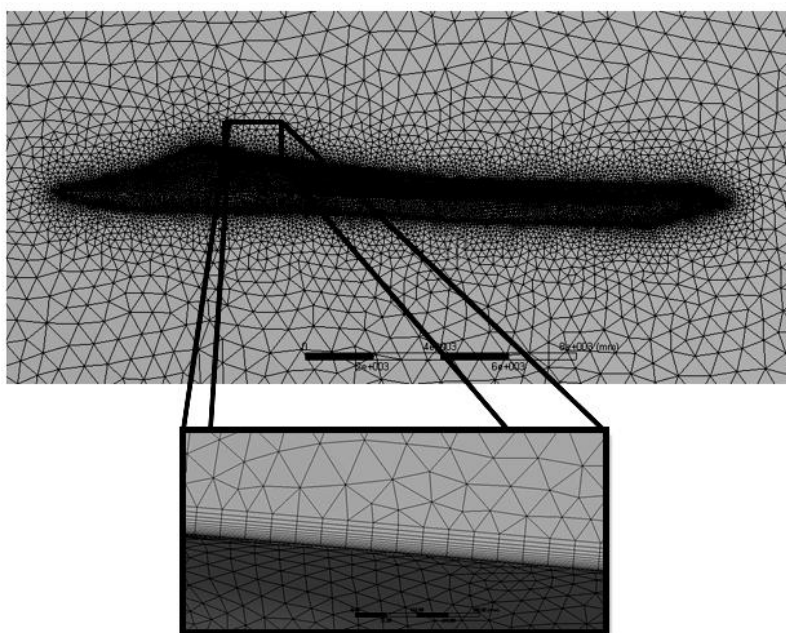
Рис. 3. 3D модель самолета T-50, построенная в Autodesk Inventor



**Рис. 4.** 3D модель самолета F-35, построенная в Autodesk Inventor

### Построение конечно-элементной модели

Для применения численного метода решения при помощи конечных элементов в ANSYS Mesh на геометрической модели была построена конечно-элементная тетраэдрическая неструктурированная сетка с количеством элементов порядка 3 млн., с размером одного элемента порядка 700 мм. Для повышения точности расчётов сетка была замельчена в области самолёта с размерами элемента 60 мм для T-50 и 25 мм для F-35. Для лучшего решения в области пограничного слоя на твердых стенках модели были построены структурированные призматические слои в количестве 15 штук и общей толщиной 70 мм (рис. 5) [3].



**Рис. 5.** 3D модель сетки самолета T-50

### Работа в ANSYS CFX

Далее в ANSYS CFX были заданы граничные условия для моделей (рис. 6). Граничные условия Inlet – т. е. вход потока со значениями скорости потока воздуха и статической температуры, определяемой в зависимости от высоты полёта. В качестве рабочего тела использовался Air Ideal Gas, задавалась модель турбулентности – k-ε. Устанавливалась модель переноса тепла – Total Energy, что позволило при моделировании учитывать сжимаемость рабочего тела при приближении скорости потока к скорости звука [4].

На данном этапе моделирования аэродинамических характеристик летательных аппаратов, в моделях не учитывалась работа двигателя. Поток не входит в воздухозаборник, а реактивная струя не истекает из сопла, из-за этого сопротивление модели больше, чем было бы в действительности. Но, так как на обеих моделях одинаковые упрощения и самолеты находятся в одинаковых условиях, разницу гидравлических сопротивлений моделей можно считать верной.

Моделирование производилось с числами Маха полёта от 0,2 до 1 для высот 0,2, 10 и 18 километров от уровня моря (18 км – практический потолок для F-35B).

По [5] определялись параметры атмосферы на выбранных высотах, вычислялись значения скорости звука и скорости потока на входе в модель (таблица 2).

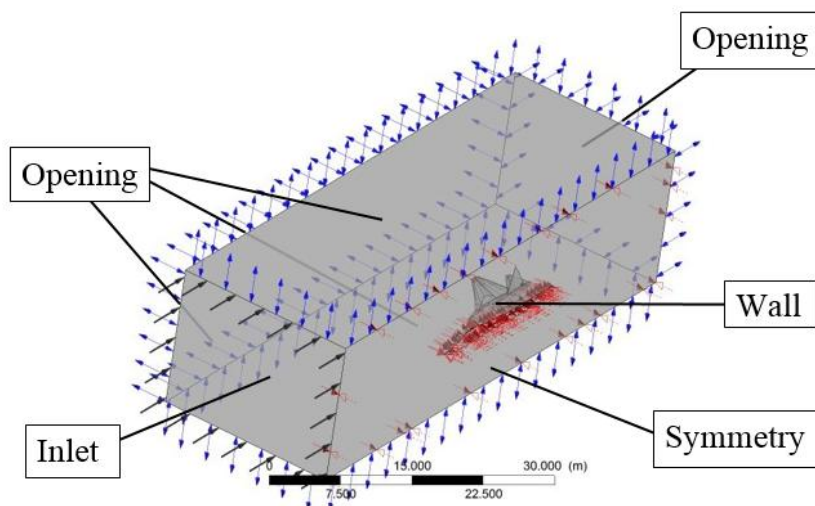


Рис. 6. Граничные условия в CFX на примере самолета Т-50

Таблица 2

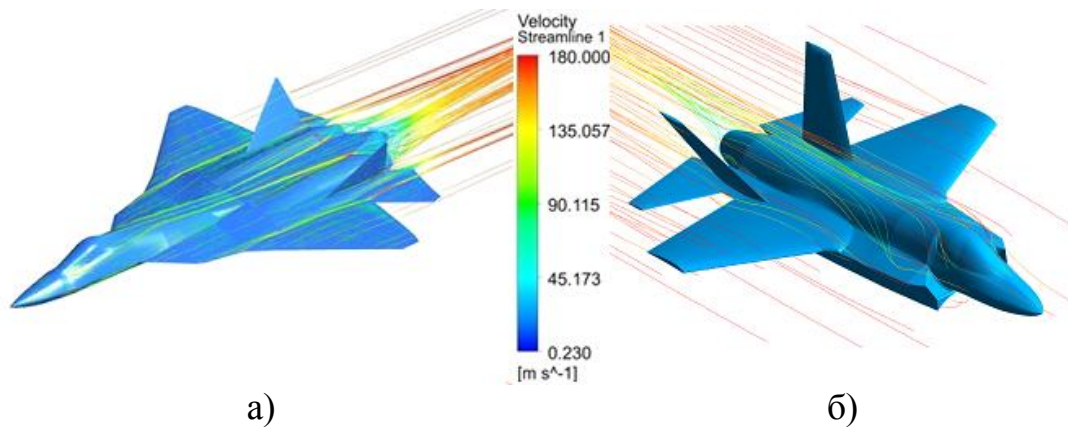
**Параметры граничных условий**

$H$ , км	$\rho_H$ , Па	$T_H$ , К	$M$	$a$ , м/с	$W$ , м/с
0,2	98 945,4	286,85	0,2	339,49	67,90
			0,4		135,8
			0,6		203,7
			0,8		271,6
10	26 499,9	223,25	0,2	229,50	59,90
			0,4		119,8
			0,6		179,7
			0,8		239,6
			1,0		299,5
18	7 565,21	216,65	0,2	295,04	59,01
			0,4		118,0
			0,6		177,0
			0,8		236,0
			1,0		295,0

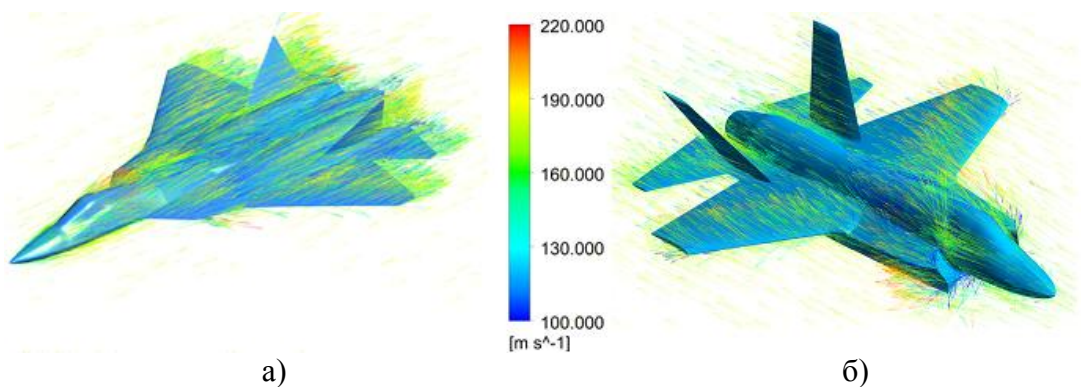
**Обработка результатов моделирования**

В ходе исследования проведено 28 расчётов. В процессе расчётов контролировалась сходимость и дисбаланс решения основных уравнений. Дисбаланс сходимости уравнений во всех расчётах сошелся к нулю [4].

Для визуализации обтекания моделей потоком воздуха приведены линии тока и вектора скоростей на рис. 7 и 8 для  $M = 0,6$  и на высоте  $H = 10$  км.

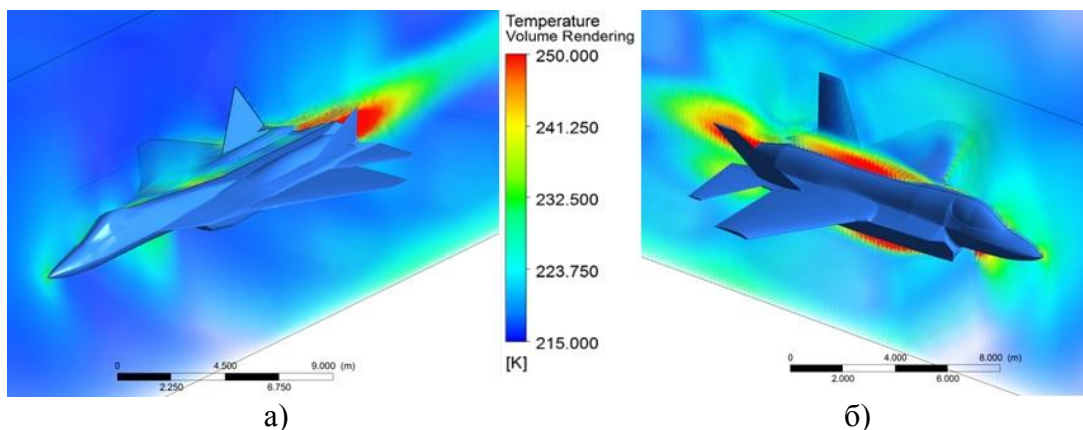


а) б)  
Рис. 7. Линии тока на моделях самолетов:  
а) Т-50; б) F-35В



а) б)  
Рис. 8. Векторы скоростей на моделях самолетов:  
а) Т-50; б) F-35В

На рис. 9 приведены объёмные поля температур на моделях для  $M = 1$  и на высоте  $H = 18$  км.



а) б)  
Рис. 9. Объёмные поля температур на моделях при  $M = 1$  и  $H = 18$  км:  
а) Т-50; б) F-35В

На рис. 10 показаны изоповерхности сверхзвуковых скоростей ( $M = 1$ ) на моделях на высоте  $H = 10$  км, для  $M = 0,8$ . Хотя скорости полёта – дозвуковые, в некоторых местах моделей возникли области со сверхзвуковыми скоростями и скачками уплотнения (трансзвуковое течение). Обычно толщина скачков составляет порядка длины свободного пробега молекулы и для правильного моделирования сетка в этих зонах должна быть порядка 30 нм. Сетка, построенная на данных моделях, не подготовлена к расчёту



сверхзвуковых течений, и поэтому в некоторых зонах могут возникать небольшие погрешности в расчётах.

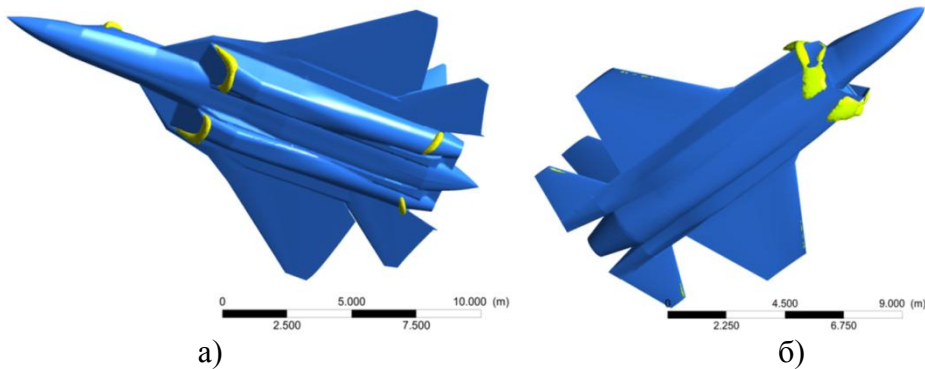


Рис. 10. Изоповерхности сверхзвуковых скоростей на моделях самолетов: а) Т-50; б) F-35В

### Анализ аэродинамических характеристик

Для низких скоростей полёта, на которых сжимаемостью воздуха можно пренебречь, коэффициент сопротивления самолётов  $\xi$  зависит только от геометрии модели и не зависит от параметров потока. Коэффициент сопротивления можно определить рассчитать, как отношение изменения полного давления к динамическому напору [6]

$$\xi = \Delta p^* / \frac{\rho W^2}{2}. \quad (1)$$

Для каждой модели были определены коэффициенты сопротивления и построены зависимости  $\xi$  от чисел Маха (рис. 11). Видно, что графики накладываются друг на друга, однако при приближении скорости к скорости звука начинает появляться волновое сопротивление ЛА, которое суммируется с сопротивлением  $\xi$ . При приближении к  $M = 1$  и к появлению местных сверхзвуковых течений волновое сопротивление моделей увеличивается в разы.

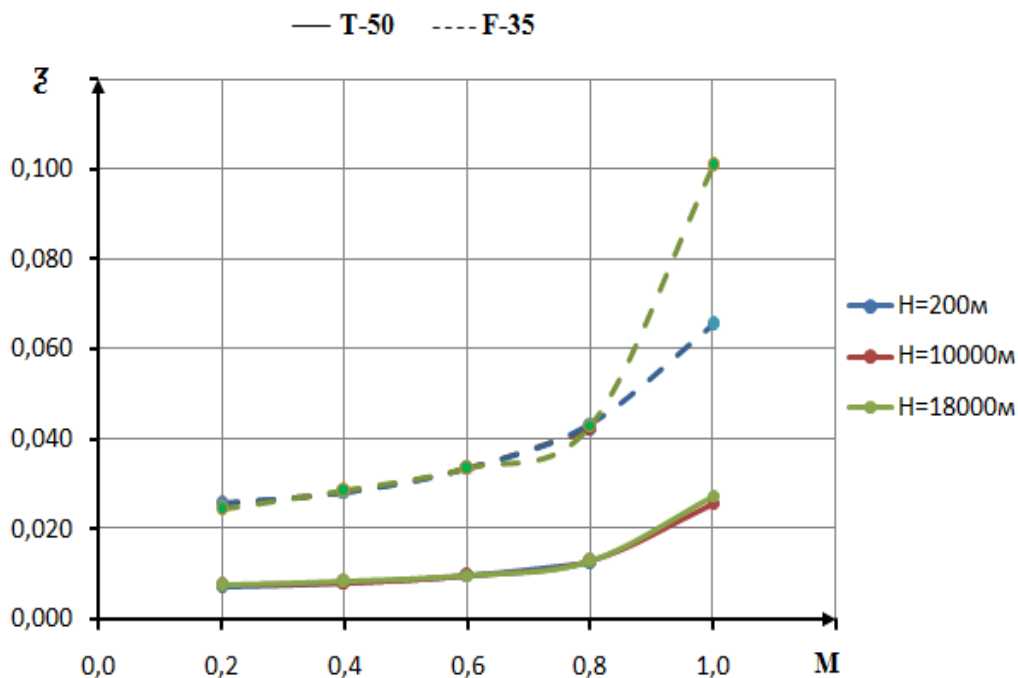


Рис. 11. Зависимость  $\xi$  моделей от скорости  $M$  и высоты полёта  $H$

То, что коэффициент сопротивления для модели F-35В выше коэффициента



сопротивления модели Т-50 показывает, что его сопротивление больше, поэтому на него и устанавливается более мощный двигатель, чем каждый из АЛ-41Ф1 на Т-50.

При помощи уравнения сохранения полного импульса для каждой модели определено ее сопротивление (как разность полных импульсов, определённых по избыточному давлению на входе и на выходе модели) [6]

$$\vec{R} = \vec{I}_{1и} - \vec{I}_{2и}; \quad (2)$$

$$\vec{I}_{1и} = \overline{mW + p_иF}. \quad (3)$$

На рис. 12 представлена зависимость относительного сопротивления моделей самолетов от разных чисел Маха при различных высотах полёта. Относительное сопротивление является отношением сопротивления потока к максимальной тяге на форсаже самолётов.

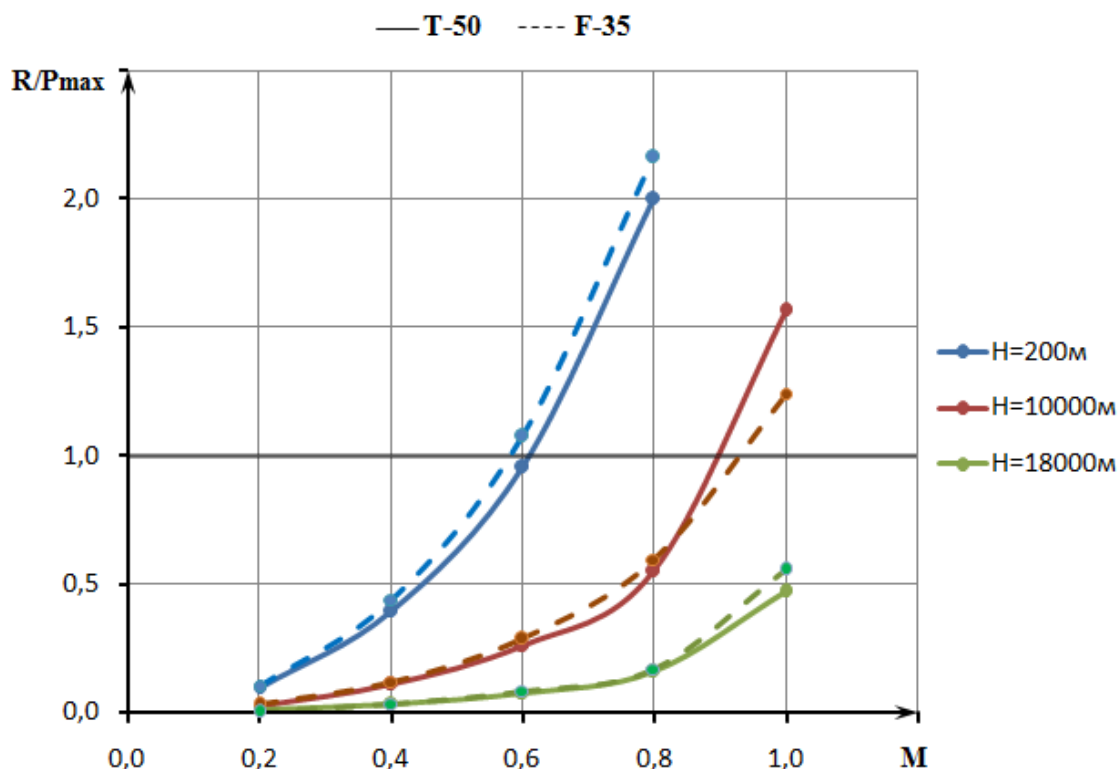


Рис. 12. Зависимость  $R/P_{max}$  от скорости  $M$  и высоты полёта  $H$

С ростом скорости, растёт и лобовое сопротивление моделей. Так же при увеличении высоты полёта, лобовое сопротивление обеих моделей уменьшается.

Несмотря на различия в размерах моделей и на разную тяговооружённость, при одних и тех же высотах и скоростях полёта F-35B имеет большее сопротивление, чем Т-50. Но зависимости расположены достаточно близко друг к другу, т. к. оба ЛА относятся одному поколению.

### Выводы

Было сделано 28 расчётов двух моделей ЛА пятого поколения в ANSYS на высотах 0,2, 10 и 18 километров при скоростях от 0,2 до 1 с шагом 0,2 Маха. Определено лобовое сопротивление каждой модели в различных высотно-скоростных условиях. При увеличении высоты лобовое сопротивление существенно уменьшается. Модель Т-50 показывает лучшие аэродинамические характеристики по сравнению с моделью F-35B при обтекании их дозвуковым потоком под углом атаки  $0^\circ$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Ахмедзянов, Д. А. Применение ANSYS CFX в исследовании взаимодействия сверхзвуковой реактивной струи с планером самолета МиГ-21 / Д. А. Ахмедзянов, А. Е. Кишалов, К. В. Маркина // Будущее авиации и космонавтики за молодой Россией: Материалы Международного молодежного форума. – Рыбинск: РГАТУ имени П. А. Соловьёва, 2015. – С.103-108.
3. Кишалов, А. Е. Обзор конструкций и характеристик выходных устройств современных авиационных ГТД для военных высокоманевренных самолётов / А. Е. Кишалов, А. А. Самигуллин // Молодёжный Вестник УГАТУ. Ежемесячный научный журнал – Уфа: УГАТУ. – 2015 – №1 (13). – С. 32-39.
4. Жернаков, В. С. Исследование взаимодействия сверхзвуковой реактивной струи с планером самолёта в ANSYS CFX 14.5 / В. С. Жернаков, И. А. Кривошеев, Д. А. Ахмедзянов, А. Е. Кишалов, К. В. Маркина, В. Д. Липатов // Молодёжный Вестник УГАТУ. Ежемесячный научный журнал – Уфа: УГАТУ. – 2015 – №1 (13) – С. 86-95.
5. ГОСТ 4401-81. Атмосфера стандартная. Параметры. М., 1981, – 181 с.
6. Клеванский, В. М. Гидрогазодинамика: [учебное пособие для студентов всех форм обучения] / В. М. Клеванский. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т - Уфа: УГАТУ, 2010 – 309 с.

## 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 -303 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области транспортировки газа, приводы ГПА и увеличение ресурса работоспособности. Исследования и моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолетов V поколения.

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



**Султанов Руслан Ильшатович**, студент группы ДЛА -303 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области транспортировки газа, приводы ГПА и увеличение ресурса работоспособности. Исследования и моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолетов V поколения.

e-mail: [rsultanov95@mail.ru](mailto:rsultanov95@mail.ru)



**Самигуллин Алмаз Азатович**, студент группы ДЛА -303 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области конструкций и характеристик выходных устройств современных авиационных ГТД для военных высокоманевренных самолётов. Исследования и моделирование аэродинамических характеристик современных и перспективных самолетов V поколения.

e-mail: almaz.samigullin.2014@mail.ru

УДК 004.4

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

**Калимуллина Э. Р., Валиахметов А. Ф.**

Российский рынок программных продуктов для проведения экономического и статистического анализа, а также систем бухгалтерского учета и аудита стремительно развивается.

Применение компьютерных технологий повышает эффективность аналитической работы финансовых экспертов. Это достигается за счет сокращения сроков проведения анализа; более полного охвата влияния факторов на результаты хозяйственной деятельности; замены приближенных или упрощенных расчетов точными вычислениями; постановки и решения новых многомерных задач анализа, практически не выполнимых вручную и традиционными методами.

Компьютеры становятся неотъемлемой частью рабочего места экономиста, а его деятельность приобретает характер автоматизированного труда. В связи с этим автоматизация экономического анализа на базе компьютеров становится объективной необходимостью. Она обусловлена ростом значения качественного информационного обслуживания процесса управления хозяйственной деятельностью, бурным развитием технических возможностей современных компьютеров.

Финансово-экономический анализ поднялся на новую ступень в связи с применением для обработки экономической информации компьютеров. Новые возможности, открывшиеся для анализа, обусловлены исключительными особенностями компьютеров – низкая стоимость, высокая производительность, надежность, относительная простота обслуживания и эксплуатации, гибкость и автономность использования, наличие развитого программного обеспечения, диалоговый режим работы и др.

Применение компьютера позволяет реально повысить производительность труда экономиста, бухгалтера, финансового менеджера и других специалистов за счет децентрализации процесса автоматизированной обработки финансовой информации, совмещения непосредственно на рабочем месте их профессиональных знаний с преимуществами электронной обработки информации.

Согласованную работу всех устройств компьютера и их взаимодействие с человеком обеспечивает программное обеспечение финансового аналитика.

Большая степень ответственности сейчас лежит в основном на информационных системах, созданных на предприятиях. Они, в свою очередь, связаны с конкретной производственной деятельностью и потоками бухгалтерской, налоговой и нормативно-справочной информации. Спрос на оперативность получения экономической информации (независимо от того, будет ли создана информационная система или нет), ее систематизацию и обобщение велик. Как в первом, так и во втором случае необходимо

использование программных продуктов. Они являются комплексным информационным ресурсом как учета, так и экономического анализа в обосновании управленческих решений.

Существует ряд программных продуктов, которые являются ключевыми звеньями в соединении информационной базы для учета, планирования и финансового анализа.

Рассмотрим наиболее популярные программные продукты для проведения финансово-экономического анализа.

#### **Система «1С: Предприятие 8»**

Система программ «1С: Предприятие 8» предназначена для комплексной автоматизации экономической деятельности предприятий в целом и для решения широкого спектра задач автоматизации учета и управления на них.

Гибкость платформы позволяет применять «1С: Предприятие 8» в самых разнообразных областях:

- автоматизация производственных и торговых предприятий, бюджетных и финансовых организаций, предприятий сферы обслуживания;
- поддержка оперативного управления предприятием;
- автоматизация организационной и хозяйственной деятельности;
- ведение бухгалтерского учета с несколькими планами счетов и произвольными измерениями учета, регламентированная отчетность;
- широкие возможности для управленческого учета и построения аналитической отчетности, поддержка мультивалютного учета;
- решение задач планирования, бюджетирования и финансового анализа;
- расчет зарплаты и управление персоналом.

Ключевым направлением развития данного решения является реализация мощной функциональности, предназначенной для организации эффективного управления современным торговым предприятием:

- управление продажами;
- управление поставками;
- управление складскими запасами;
- управление заказами;
- управление взаимоотношениями с клиентами;
- управление товарооборотом предприятия;
- планирование продаж и закупок;
- анализ цен и управление ценовой политикой;
- мониторинг и анализ показателей торговой деятельности.

#### **Система «Парус»**

Программные продукты «Парус» позволяют решить конкретные проблемы и оптимизировать деятельность коммерческих предприятий и бюджетных организаций различного уровня, предоставляя оперативную информацию для принятия управленческих решений. Программные продукты базируются на различных платформах, что позволяет клиентам выбрать оптимальную функциональность для решения стоящих перед организацией задач:

- Парус 7 – с архитектурой Файл-сервер;
- Парус 8 – с двухзвенной архитектурой Клиент-сервер;
- Парус 10 – с трехзвенной архитектурой.

Отличительным признаком Парус 8 и Парус 10 от Парус 7 является то, что клиентская часть Парус 8 и Парус 10 обуславливает относительно невысокие аппаратные требования на рабочие места, а при организации терминального или WEB-доступа – минимальные аппаратно-программные требования.

Система «Парус» построена по модульному принципу и представляет собой набор модулей, каждый из которых предназначен для автоматизации одного из основных видов

деятельности предприятия и может работать как в автономном режиме, так и совместно с другими модулями комплекса, образуя единое информационно-управленческое пространство масштаба предприятия.

Набор модулей следующий:

- бухгалтерия;
- реализация и склад;
- комплекс;
- учет договоров;
- комплектование;
- заработная плата;
- учет персонала.

Каждый модуль может работать как самостоятельное приложение, но в полной мере достоинства модулей реализуются при использовании их в качестве единого программного комплекса с общей базой данных.

#### **Система «Audit Expert»**

«Audit Expert» – это аналитическая система диагностики, оценки и мониторинга финансового состояния одного или группы предприятий на основе данных финансовой и управленческой, в том числе консолидированной отчетности. Программа «Audit Expert» ориентирована на финансово-экономические службы крупных компаний, банки и аудиторские фирмы, госорганы, контролирующие финансовое состояние подведомственных организаций.

Основными возможностями системы «Audit Expert» являются:

1. Экспресс-анализ финансового состояния предприятия. Экспресс-анализ дает возможность на основании Баланса и Отчета о прибылях и убытках быстро получить заключение с оценкой финансового состояния предприятия.

2. Коэффициентный анализ. Методика заключается в расчете на основании данных Баланса и Отчета о прибылях и убытках четырех основных групп показателей: рентабельности, ликвидности, деловой активности и структуры капитала.

3. Анализ операционных и финансовых рисков.

4. Регламентируемый финансовый анализ. Анализ предоставляет возможность провести финансовый анализ в соответствии с методиками, показатели, структура и форма отчетов которых регламентирована различными нормативными документами.

5. Анализ возможных финансовых стратегий. Методика позволяет на основе данных бухгалтерской отчетности выявить динамику изменения результатов финансовой и хозяйственной деятельности предприятия и получить заключение с анализом возможных вариантов дальнейшего развития финансово-хозяйственного состояния компании.

6. Оценка кредитоспособности заемщика. «Audit Expert» предоставляет возможность оценить собственное финансовое состояние с позиции финансирующего банка и помогает принять решение в случае предоставления или пролонгации контрагенту коммерческого кредита, изменения условий кредитования, обеспечения гарантий возврата кредитных средств.

7. Сравнительный анализ и рейтингование. Программа позволяет проводить сравнение компаний, входящих в группу, подготовить рейтинг на основе показателей, характеризующих их финансовое состояние. В качестве критериев сравнения могут быть использованы любые финансовые показатели и коэффициенты, рассчитанные в программе.

8. Консолидация финансовой отчетности.

9. Реализация собственных методик финансового анализа. «Audit Expert» предоставляет пользователю встроенный конструктор методик и позволяет легко реализовать дополнительные финансово-экономические показатели, формулы их расчета, отчетные формы на основе исходных данных и показателей всех аналитических таблиц.

10. Автоматические экспертные заключения и настраиваемые отчеты. Система автоматически формирует экспертные заключения. В дополнение к ним генератор отчетов помогает быстро подготовить их с помощью шаблонов, а также создавать новые отчеты – необходимой структуры, с таблицами, графиками, текстовой информацией.

#### **Система AuditXP «Комплекс Аудит»**

Программа AuditXP «Комплекс Аудит» органично сочетает в себе такие важные качества как удобство работы и многофункциональность, обеспечивает комплексную автоматизацию ввода и обработки информации на всех этапах проведения общего аудита, предлагает оригинальную методику проведения аудита, содержащую встроенные алгоритмы расчетов, планирования, формирования и анализа выборки, выбора видов выявленных нарушений и автоматического построения выводов по разделам аудита и итогового заключения.

Программа AuditXP «Комплекс Аудит» (версия 2008) содержит более 500 бланков, процедур, справочных таблиц и отчетов по всем четырем этапам проведения аудита (подготовительный, планирование аудита, проведение аудита, заключительный).

Серьезными аргументами в пользу программы AuditXP «Комплекс Аудит» являются следующие:

- Программа предлагает оригинальную методику проведения аудита, содержащую встроенные алгоритмы расчетов, планирования, формирования и анализа выборки, выбора видов выявленных нарушений и автоматического построения выводов по разделам аудита и итогового заключения.

- Программа содержит более 500 бланков, процедур, справочных таблиц и отчетов по всем четырем этапам проведения аудита (подготовительный, планирование аудита, проведение аудита, заключительный).

- Программа включает методику контроля качества аудиторской проверки, блок аналитических процедур и финансового анализа.

- Программа предоставляет возможность автономной работы аудиторам на переносных компьютерах (ноутбук) и последующую выгрузку результатов аудита по разделам (этапам) в один выбранный компьютер без использования сетевой версии. При этом число аудируемых предприятий практически неограниченно.

- Программа имеет встроенный редактор бланков, который позволяет создавать новые и изменять уже существующие бланки аудиторских процедур или вообще полностью изменить программу под внутренние стандарты организации.

#### **Onvision**

Программный комплекс «Onvision» предназначен для оперативного анализа данных, получаемых из учетных систем. Позволяет сотрудникам аналитических служб и руководителям предприятий самостоятельно, без помощи программистов решать следующие задачи:

- оперативно получать нужную информацию из хранилищ данных;
- анализировать полученные данные в различных разрезах и с необходимым уровнем детализации;
- выводить результаты этого анализа в виде, удобном для восприятия и принятия решений.

Программный комплекс «Onvision» использует технологию OLAP и предоставляет своим пользователям следующие возможности:

- 1) использование различных типов хранилищ данных (OLAP-сервер, автономный OLAP-куб, XML-файл);

- 2) высокая скорость загрузки нужной информации из хранилища данных;

- 3) оперативная обработка полученной информации:

- фильтрация, группировка и сортировка исходных данных;

- добавление вычисляемых полей и промежуточных итогов;

- определение трендов.



- 4) представление данных в табличном и графическом видах;
- 5) сохранение аналитических отчетов в файл и печать отчетов. При вызове сохраненного отчета исходные данные автоматически обновляются, а расчетные — пересчитываются;
- 6) публикация отчетов в Интернет. Просмотр опубликованных отчетов можно осуществлять в MS Internet Explorer без установки «Onvision»;
- 7) создание файла автономного куба для работы с исходными данными в автономном режиме. При создании автономного куба можно выполнить полное копирование всех полей источника, а можно с целью уменьшения объема файла скопировать только необходимые для работы поля. Файл автономного куба можно разместить в сети для общего пользования или переслать адресату по электронной почте;
- 8) экспорт отчета в MS Excel в виде сводной таблицы, книги или графического изображения.

### **ФинЭкАнализ**

Программа для финансового анализа — ФинЭкАнализ — мощный инструмент, в котором реализовано несколько десятков различных методик финансового анализа, финансового менеджмента, оценки управления и прогнозирования.

Программа позволяет по данным бухгалтерского генерировать отчеты с выводами, таблицами и графиками, рассчитывает большое количество финансовых коэффициентов.

Система позволяет получать все необходимые расчеты в форме аналитических таблиц и графиков, а также текстовые выводы. Она учитывает существующие нормативы и уровень инфляции.

Программа ускоряет проведение финансово-экономического анализа организаций и делает его комплексным. Это удобный инструмент для аудитора, финансиста, экономиста, бухгалтера и арбитражного управляющего, сотрудников региональных и муниципальных администраций.

Вы можете воспользоваться программой для:

- постоянных ежеквартальных мониторингов финансового состояния предприятий и организаций;
- разработки прогнозных балансов и прогнозных финансовых результатов;
- проведения экспресс анализа финансового состояния предприятия в сжатые сроки;
- подготовки аналитических записок к бухгалтерской отчетности;
- подготовки аналитических материалов к собраниям акционеров, членов трудовых коллективов;
- разработки стратегии развития предприятия в среднесрочной и долгосрочной перспективе;
- разработки программ оздоровления финансового состояния (санации) предприятий для арбитражных управляющих;
- проведения регламентируемых анализов в соответствии с нормативными актами контролирующих ведомств;
- проведения финансового анализа при аудите;
- определять возможные варианты дальнейшего развития предприятия путем составления матрицы финансовых стратегий.

На основании бухгалтерской отчетности (Форма №1, Форма №2 и при необходимости Форма №3, Форма №4, Форма №5) программа формирует аналитические текстовые отчеты вместе с наглядными граф

### **Альт-Инвест**

Программный продукт Альт-Инвест предназначен для подготовки, анализа и оптимизации инвестиционных проектов различных отраслей, масштабов и направленности.

С помощью Альт-Инвест возможно эффективно и корректно решить такие задачи,

как:

- подготовка финансовых разделов ТЭО и бизнес-планов;
- моделирование и оптимизация схемы осуществления проекта;
- проведение экспертизы инвестиционных проектов;
- ранжирование инвестиционных проектов.

Программа применима для моделирования и анализа инвестиционных проектов различных отраслей, а также различной направленности (модернизация, строительство новых объектов, появление нового вида услуг и т.д.).

Программа позволяет провести оценку проекта с трех основных точек зрения:

- эффективность инвестиций;
- финансовая состоятельность;
- риск осуществления проекта;

Исходная информация, необходимая для выполнения расчетов:

- доходы проекта (выручка от реализации);
- текущие затраты;
- инвестиционные затраты;
- источники финансирования;
- описание экономического окружения.

Расширенной версией программы Альт-Инвест является Альт-Инвест Сумм, позволяющая работать с группами проектов, сравнивать различные варианты реализации, оценивать проекты, реализующиеся на действующем предприятии.

Альт-Инвест - это открытый программный продукт. Открытость программы означает, что пользователь имеет возможность:

- выбирать и задавать необходимую структуру описания исходных данных для расчетов;
- просмотреть алгоритм выполнения расчетов;
- скорректировать заложенный алгоритм расчетов, исходя из специфики конкретного проекта (предприятия);
- дополнить программу новыми табличными формами и показателями.

Добавленные пользователем таблицы и показатели становятся равноправными элементами модели, на них распространяются все сервисные возможности программы

При необходимости может быть установлен режим защиты расчетных формул от изменений.

Широкие возможности по моделированию. При подготовке модели к работе Вы можете быстро настроить все основные параметры:

- используемые валюты (расчет может вестись в двух валютах);
- временные параметры проекта (дата начала, шаг расчета, длительность);
- перечень продуктов/услуг, статей затрат, источников финансирования;
- налоговое и экономическое окружение.

#### Представление результатов расчетов

Программа позволяет представить проект в международно признанных форматах, предлагая широкий выбор результатов анализа, охватывающих различные области оценки инвестиций:

- построение прогнозной финансовой отчетности по международным стандартам (баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет о движении денежных средств. При построении прогнозов учитываются рекомендации МСФО);
- анализ эффективности инвестиций с позиций различных участников проекта;
- оценка финансовой состоятельности и расчет финансовых показателей;
- оценка бизнеса;
- анализ бюджетной эффективности.

Пользователи получают не только программный продукт, но и целый комплекс сопутствующих услуг, помогающих в работе:

- подробное руководство пользователя программного продукта;
- бесплатную консультационную поддержку специалистов компании;
- регулярные обновления с учетом изменений в законодательстве.

Программа "Альт-Инвест" реализована в среде электронных таблиц Microsoft Excel. Это означает, что для работы с системой необходимо иметь на компьютере "Excel", что никак нельзя отнести к недостаткам "Альт -Инвест", поскольку этот тип электронных таблиц распространен практически повсеместно.

Говорить об интерфейсе программы в данном случае не приходится, так интерфейс MS Excel хорошо всем знаком.

Следует отметить, что программа практически не дает никаких предупреждений об ошибочно введенных данных, если вы сами не пропишите это в алгоритме.

Примечания к отдельным строкам таблицы о правильности их заполнения могут служить лишь некоторым утешением.

О графических возможностях программы говорит сам факт ее реализации в среде Microsoft Excel. Неограниченное количество любых дополнительных таблиц и графиков, корректировка выходных форм, не зависящие от разработчика средства оформления - безусловные достоинства программы.

### Сравнение программных продуктов для анализа финансового состояния предприятий

Программы	1С Предприятие 8	ПАРУС	«Audit Expert»	AuditXP «Комплек с Аудит»	Onvision	ФинЭкАнализ	Альт- Инвест
Характеристика							
Цена за 1 шт. руб	13 000 (примечание: 1С:Бухгалтери я 8 ПРОФ)	14 200 (примечание: : ПАРУС 8)	75000	17750	30000	6500 на год	63 150
Возможность экспорта из 1С	+	+	+	+	+	+	+
Возможность построения графиков и диаграмм	+	+	+	+	+	+	+
Расчет финансовых коэффициентов	+	+	+	+	+	+	+
Возможность использования интегральных методик	+	+	+	+	+	+	+
Требование наличия на компьютере Microsoft Office	+	-	-	-	-	+	+
Возможность создания собственных методик для анализа	-	+	+	+	+	+	+

Возможность вывода данных на английском языке	+	+	+	+	+	-	+
Наличие справочных материалов для работы с программой	+	+	-	+	+	+	+
Возможность скачать с Интернет сайта программы демоверсию (полностью программу)	+	+	+	+	+	+	+

Главной задачей современных информационных технологий финансового управления является своевременное предоставление достоверной информации специалистам и руководителям для принятия обоснованных управленческих решений.

Автоматизированная информационная технология представляет собой совокупность методов и способов сбора, передачи, накопления, хранения, поиска и обработки информации на основе применения средств вычислительной техники и связи.

Актуальность настоящей работы обуславливается тем, что информация в настоящее время выходит на первый план среди прочих ресурсов предприятия. Это обуславливается необходимостью экономить трудовые, материальные и финансовые ресурсы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анущенкова К.А., Анущенкова В.Ю. Финансово-экономический анализ: Учебно-практическое пособие. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2009. — 404 с.
2. Бочаров В. В. «Финансовый анализ». – СПб.: Питер – 2005. – 240 с.

#### ОБ АВТОРАХ

**Калимуллина Элида Рашитовна**, студент группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [kalimullina.elida@yandex.ru](mailto:kalimullina.elida@yandex.ru)

**Валиахметов Алмаз Фаварисович**, студент группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [almaz14val@gmail.com](mailto:almaz14val@gmail.com)

## АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ PDM СИСТЕМ

Калимуллина Э. Р., Валиахметов А. Ф.

Актуальность рассмотрения таких отечественных систем PDM (Product Data Management) системы, такие как PSS (PDM STEP Suite) и «Союз-PLM». достаточно велика, поскольку эти системы необходимы для решения различных задач управления инженерными данными и управления данными изделия на всех стадиях его жизненного цикла, т.е. необходимо выбрать такую систему, которая была бы наиболее функциональна, оптимальна и соответствовала всем требованиям предприятий различных областей деятельности: в области машиностроения, приборостроения, архитектуры, строительства.

### Система PDM STEP Suite

Комплекс программных решений PDM (Product Data Management) STEP Suite предназначен для сбора всей информации об изделии в интегрированной базе данных (БД) и для обеспечения совместного использования этой информации в процессах проектирования, производства и эксплуатации, т.е. для управления данными об изделии на всех стадиях жизненного цикла.

Для обмена данными PDM STEP Suite (PSS) предоставляет два способа:

1. Через обменный файл STEP (преимущественно для обмена с CAD/CAM-системами, с которыми нет прямой интеграции).

2. Прямая интеграция посредством полнофункционального интерфейса доступа к данным (API), который является реализацией стандартного интерфейса доступа к данным ГОСТ Р ИСО 10303-22 (SDAI).

Для обеспечения эффективной работы система PSS имеет трехуровневую архитектуру «клиент - сервер приложений – сервер БД», когда доступ к данным осуществляется через промежуточное звено - сервер приложений, что дает значительные преимущества по сравнению с двухуровневой.

### **Минимальные технические требования к программному и аппаратному обеспечению**

#### Клиент:

- Windows 98.
- Pentium 100, RAM 32 МБ, 10 МБ на HD, NetCard 10 Мбит.

#### Сервер приложений:

- Windows 2000, Oracle 8.1.7 Client.
- Pentium 200 МГц, RAM 128 МБ, 100 МБ на HD, NetCard 100 Мбит.

#### Сервер БД:

- Windows 2000, Oracle 8.1.7 Server.
- Pentium III 800 МГц, RAM 512 МБ, NetCard 100 Мбит.

### **Формирование отчетов**

Для формирования отчетов в системе PSS есть специальный модуль – «Конструктор отчетов». Используя его можно на основе данных системы сформировать произвольные отчеты в форме документов ЕСКД и ЕСТД.

Получаемый отчет может быть сохранен в специальном формате и экспортирован в форматы PDF, WMF, TIFF, BMP, GIF и другие.

Также система PSS позволяет хранить электронные технические документы. Логически ЭТД состоит из двух частей: содержательной и реквизитной (ГОСТ Р 5.001.01-2002). В качестве содержательной части может выступать любой файл, способный храниться в компьютере: 3D-модель, файл мультимедиа, растровое изображение (например, отсканированный чертеж). Реквизитная часть содержит аутентификационные

и идентификационные данные документа.

### **Модель данных**

В основе PDM STEP Suite лежит объектно-ориентированная база данных о проектах и изделиях, построенная на логических моделях данных, регламентированных стандартами ISO 10303 (ГОСТ Р ИСО 10303), спецификациями NATO PRODUCT DATA MODEL (PLCS) и рекомендациями Workflow Management Coalition (WFMC).

### **Основные достоинства системы**

- Управление данными всего жизненного цикла изделия;
- Система PSS содержит встроенную подсистему WorkFlow, предоставляющую возможность автоматического управления порядком прохождения информации между сотрудниками предприятия;
- Открытая информационная модель, соответствующая требованиям CALS стандартов;
- Открытая архитектура, позволяющая не только дополнять систему новой функциональностью, но и дополнять структуру базы данных новыми объектами и атрибутами;
- Изначальная ориентация системы на решение задач в масштабе предприятия;
- Поддержка специфики российских предприятий.

### **Основными функциями подсистемы PSS WorkFlow являются:**

- Создание и настройка шаблонов процессов;
- Создание и настройка процессов (по шаблонам процессов). При создании процесса указываются конкретные исполнители (из списка возможных) и сроки выполнения заданий;
- Автоматическая выдача и контроль сроков выполнения заданий и всего процесса. Автоматическое оповещение о возникающих задержках;
- Автоматическое управление статусами рабочих объектов;
- Отслеживание циклов (например, доработки чертежа) внутри процесса;
- Хранение истории процессов (ведение архива).

### **Основные этапы внедрения систем PDM**

- Формирование рабочей группы из сотрудников предприятия. Определение приоритетных целей и задач внедрения системы PDM, разработка технического задания;
- Выявление и анализ процессов, которые соприкасаются с системой PDM, разработка рекомендаций по их реорганизации;
- Разработка стандарта предприятия, регламентирующего работу с информацией, которая хранится в системе PDM;
- Установка и конфигурирование ядра системы и базового ПО для администрирования системы и макетирования этапов;
- Загрузка существующих баз данных (материалов, стандартных изделий, конструкторско-технологических спецификаций и др.) в PDM STEP Suite;
- Разработка и апробация специализированных рабочих мест под специфику предприятия;
- Обучение конечных пользователей. Ввод системы в эксплуатацию.

### **Программа PLM-союз**

Союз-PLM – это система управления инженерной технической информацией на протяжении всего жизненного цикла изделия. Союз-PLM представляет собой программный комплекс, предназначенный для решения различных задач управления инженерными данными в области машиностроения, приборостроения, архитектуры, строительства и смежных с ними областях.

Модули интеграции обеспечивают взаимодействие комплекса Союз-PLM с различными САПР: Autodesk Inventor, AutoCAD, SolidWorks. Помимо САПР, интеграция реализуется с наиболее часто используемыми офисными системами, например, Microsoft Word, Microsoft Excel.



Союз-PLM предназначен для использования на предприятиях любого масштаба. Для этого система поставляется в конфигурациях, отличающихся по производительности (для малых, средних и крупных организаций) и по функциональным возможностям (конструкторская подготовка производства, конструкторско-технологическая подготовка производства, управление организацией работ по проектам, управление требованиями, техническое обслуживание и ремонт, служба тех. документации, и другие). В "Союз-PLM" имеется возможность экспорта документов и отчетов в PDF и 1С

Комплект разработчика конфигураций на платформе «Союз-PLM» позволяет сторонним разработчиками создавать собственные модули, подстраивая Союз-PLM под нужды своего предприятия.

Система "Союз-PLM" создана в российскими разработчиками и предназначена для использования на предприятиях, работающих по Российским стандартам.

#### **Базовый функционал комплекса «Союз-PLM»**

- Эволюция модели данных по мере развития предприятия;
- Работа в географически распределенной среде;
- Разграничение и управление доступом;
- Оформление текстовой технической документации по PLM-данным;
- Коллективная работа в САПР;
- Доступность информации для повседневной работы и принятия оперативных решений;
- Интеграция с внешними приложениями;
- Управление процессами и регламентированными процедурами;
- Управление документами;
- Защищенное хранение инженерных данных;
- Структурирование информации.

#### **Особенности Союз-PLM**

- Технические:
  - Новая программно-технологическая платформа PLM-Framework;
  - Масштабируемость: работа в распределенной среде и на «узких» каналах связи;
  - Открытая архитектура, возможность наращивания возможностей (эволюция модели данных согласно требованиям предприятия).
- Функциональные:
  - Глубокая интеграция с САПР;
  - Ролевая система управления доступа;
  - Подготовка ассоциативной технической документации;
  - Управление изменениями в электронном виде;
  - Единое электронное определение изделия.
- Эксплуатационные:
  - Система поставляется непосредственно разработчиком;
  - Возможность глубокой адаптации к требованиям Заказчика;
  - Возможность долгосрочного сопровождения Заказчика.

В системе реализована универсальная подсистема управления рабочими процессами "Союз-PLM:Workflow", предназначенная для организации работы сотрудников проектного/производственного предприятия. Она сочетает в себе средство управления проектами и средство управления рабочими процессами, чем выгодно отличается от привычных систем, достаточно эффективных на стадии планирования работы и менее эффективных в режиме оперативного планирования, требующего неоднократных коррекций плана работы.

Любой вариант поставки программного комплекса "Союз-PLM" содержит базовую конфигурацию "Союз-PLM:Базовый", в которой реализованы возможности обязательные для всех расширенных и специализированных конфигураций. Установив Союз-

PLM:Базовый, Вы можете расширить его возможности, загрузив в уже действующую систему дополнительный пакет конфигурации с необходимой функциональностью.

**Дополнительные модули программного комплекса "Союз-PLM":**

- Союз-PLM:НСИ – модуль работы с нормативно-справочной информацией;
- Союз-PLM:Autodesk – модуль интеграции Союз-PLM с программными продуктами компании Autodesk;
- Союз-PLM:БТД – модуль автоматизации деятельности бюро технической документации;
- Союз-PLM:Workflow – модуль управления бизнес-процессами;
- Союз-PLM:АЛП – модуль анализа логистической поддержки;
- Союз-PLM:СПТТД – система подготовки текстовой технической документации;
- Союз-PLM:РРД – редактор регламентированных документов;
- Союз-PLM:MS Office – модуль интеграции с программным продуктом Microsoft Office;
- Союз-PLM:SDK - комплект разработчика конфигураций на платформе Союз-PLM.

Клиентское часть программного комплекса «Союз-PLM» реализовано в привычном стиле ОС Windows, которое состоит из трёх основных окон (“Дерево хранилища”, “Состав”, “Свойства”). Клиентское приложение предоставляет удобные средства визуализации электронной структуры изделия, навигации по ней, механизмы отображения различных статусов составных частей.

Союз-PLM имеет открытую архитектуру, обеспечивает возможность присоединение к Союз-PLM различных программных продуктов и взаимодействие с ними.

Отличительными особенностями данной реализации является возможность добавления произвольных новых шаблонов документов и модификации существующих, редактирование документов непосредственно в виде выходного документа и двусторонняя ассоциативная связь между документом и источником данных в PLM. Кроме того, доступна возможность экспорта в PDF.

PDM-система — система управления данными об изделии тесно связана с бизнес-стратегией PLM, реализующей технологию управления жизненным циклом изделий. При этом в качестве изделий могут рассматриваться различные сложные технические объекты (корабли и автомобили, самолеты и ракеты, компьютерные сети и др.).

Если PLM-стратегия представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую управление всей информацией об изделии и связанных с ним процессах на протяжении всего его жизненного цикла — начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации, то базовые функциональные возможности PSS-систем охватывают следующие основные направления: управление хранением данных и документами, потоками работ и процессами, структурой продукта; автоматизация генерации выборок и отчетов; механизм авторизации.

Проанализировав и изучив данные системы можно сказать, что у всех PDM систем интерфейсы практически одинаковые, имеются лишь незначительные различия. Представленные PDM системы построены на архитектуре «клиент-сервер» (в двухзвенной, трехзвенной). Нужно отметить, что в системах, появившихся на рынке позже, чаще все же используется трехзвенная архитектура, зато классические двухзвенные системы пока обладают большей функциональностью.

Следует отметить что в рассмотренных PDM программах имеется возможность добавления 3D модели изделия, которые могут быть созданы в различных 3D редакторах, например, в таких как Autodesk Inventor, AutoCAD, Pressagisres creator и т.д.

По функциональным возможностям обе системы практически одинаковы. Однако данные отечественные системы уступают по функциональности зарубежным системам, что во многом обусловлено меньшим временем их присутствия на рынке. Но эти PDM

системы имеют большинство функций, необходимых для решения основных задач.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. PDM STEP Suite. Система управления данными об изделии на всех стадиях жизненного цикла. [Электронный ресурс] // URL <http://cals.ru/products/pss> (дата обращения: 19.04.2016).
2. Союз-PLM. Система информационной поддержки жизненного цикла изделий [Электронный ресурс] // URL: <http://www.programsoyuz.ru/products/system-soyuz-plm.html> (дата обращения: 19.04.2016).

### ОБ АВТОРАХ

**Калимуллина Элида Рашитовна**, студент группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [kalimullina.elida@yandex.ru](mailto:kalimullina.elida@yandex.ru)

**Валиахметов Алмаз Фаварисович**, студент группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [almaz14val@gmail.com](mailto:almaz14val@gmail.com)

УДК 621.452.322

## ОБЗОР ВИБРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Мифтахова А. Р., Ахмедзянов Д. А.**

Компрессор авиационного ГТД – один из основных узлов, определяющих характеристики двигателя (газодинамические, геометрические, весовые, экономичности, технологичности, надежности и т.д.).

Применительно к авиационной технике особое внимание уделяется проблемам динамической прочности агрегатов и узлов авиадвигателей, а именно сопротивлению материала под действием различных колебательных процессов (вибраций).

Наиболее распространенными колебательными процессами являются:

- вибрации, с частотами, кратными частотам вращения роторов;
- автоколебания давлений и расходов газа по тракту двигателя (помпаж);
- колебания давлений и расходов газа по тракту двигателя при его дросселировании или выключении;
- колебания режимов работы двигателя в зонах совместной работы двух регуляторов;
- релаксационные колебания (перехлопывания) механизации компрессора;
- колебания режимов работы двигателя, причины которых заранее не известны (так называемые «пички», «клевки», «раскачки», «вождения» и т.д.) [1].

Главной особенностью этих режимов – наличие периодических составляющих каких-либо параметров, описывающих состояние двигателя, его узлов и систем. Причины появления этих составляющих делятся на две группы.

Первая группа – это причины, присущие физическим процессам, которые происходят в самом ГТД:

- наличие вращательных движений (роторные составляющие вибраций являются результатом дисбаланса вращающихся масс)
- существование естественных связей между параметрами, описывающими процессы, происходящие в двигателе.

Вторая группа – причины, связанные с особенностями работы различных систем двигателя:

- системы управления двигателем (совместная работа двух регуляторов);
- системы подачи (периодическое закипание топлива в форсунках);
- воздействие каких-либо временных механизмов в процессе испытаний или эксплуатации.

К вибрационным процессам газотурбинного двигателя относится роторная вибрация. Ротор – это один из основных источников вибрации двигателя.

Амплитуда роторной вибрации зависит от величины дисбаланса ротора, от отношения величины критической частоты вращения к рабочей и от степени демпфирования колебаний.

В реальной машине с частотой вращения ротора  $n$ , об/мин вибрацию могут вызвать силы, возникающие в опорах из-за отклонения от соосности соединяемых роторов или перекоса наружных колец подшипников качения. Влияние отклонения от параллельности и пересечения осей соединенных роторов невозможно устранить с помощью балансировки [2].

Характер изменения роторной вибрации при изменении частоты вращения определяется упругомассовыми свойствами системы ротор – корпус. Силовые корпуса ГТД соизмеримы по массам и жесткостям с роторами. Сложная колебательная система ротор – корпус обуславливает наличие ряда критических частот вращения. Критические частоты вращения могут быть ниже рабочей частоты, выше нее или находиться в рабочем диапазоне частот вращения.

Изменение амплитуд роторной вибрации при изменении частоты вращения определяется индивидуальными особенностями двигателей и отличается большим разнообразием.

Для уменьшения амплитуд вибраций на критических частотах вращения вводится значительное демпфирование, существенно уменьшающее степень резонансного усиления. Каждый ротор ГТД вызывает вибрацию, описываемая выражением (1):

$$x(t) = \sum_{i=1}^n A_i \cos(i\omega_p t - \varphi_i), \quad (1)$$

где  $A$  – амплитуда  $i$ -ой гармоники,  $i$  – порядок гармоники,  $n$  и  $m$  – целые положительные числа,  $\omega$  – угловая частота вращения ротора.

Кратные гармоники могут достигать существенных величин. При отношении частот вращения роторов, близком к 1, возникает явление резонанса.

Суммарная вибрация образуется сложением вибрации от каждого ротора и при больших кратных гармониках достаточно сложна по форме и составу.

Основными критериями интенсивности вибрации любого происхождения являются:

- амплитуда виброскорости независимо от частоты;
- изменение уровня вибрации по наработке.

Основными источниками вибрации аэродинамического происхождения в двигателе – это лопаточные узлы, такие как вини, вентилятор, компрессор или турбина.

Винтовая вибрация определяется неидентичностью аэродинамических характеристик лопастей винта и неравномерностью потока, обтекающего винт.

В результате геометрического суммирования сил тяги и сопротивления вращению отдельных лопастей возникают, кроме сил тяги и крутящего момента, неуравновешенный аэродинамический момент и неуравновешенная аэродинамическая сила.

Неуравновешенный аэродинамический момент действует в плоскости оси винта, и направление его действия изменяется синхронно вращению винта.

Неуравновешенная сила направлена перпендикулярно к оси винта, и направление ее действия также изменяется синхронно вращению винта.

Суммарное воздействие этих сил на вал винта возбуждает вибрацию двигателя с частотой вращений винта (1 гармоника вибрации винта).

Основная причина возбуждения вибрации – окружное изменение скорости потока. Для лопасти это является препятствием. Перед прохождением лопасти этого препятствия, угол атаки увеличивается из-за уменьшения скорости потока, и возникают импульсное увеличение тяги и силы сопротивления лопасти. За один оборот лопасть получает столько импульсов, сколько имеет препятствий. Каждый импульс создает на валу винта крутящий и изгибающий моменты, осевую и перерезывающую силы.

В результате суммирования импульсов всех лопастей, и передачи на корпус двигателя, возбуждается вибрация корпуса с частотами  $f$ , кратными числу лопастей  $z$ , получаемая по формуле (2):

$$f = i \cdot z \cdot f_{\text{в}}, \quad (2)$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots$ ,  $f_{\text{в}}$  – частота вращения винта.

Каждая гармоника винтовой вибрации характеризуется узким диапазоном частот (в рабочем диапазоне частоты вращения ротора). Общий диапазон частот определяется от 10 Гц для первой гармоники до 160 Гц для восьмой при четырехлопастных винтах.

Амплитуды вибрации определяются интенсивностью возбуждения и реакцией двигателя на отдельные гармоники. Устранить резонанс на 1-й гармонике не всегда является возможным, а также вероятно ее динамическое усиление. Изменение амплитуд при изменении частоты вращения и мощности характеризуется наличием максимумов на максимальной частоте вращения и на номинальных режимах.

Амплитуды винтовой вибрации также зависит от такого фактора как плотность воздуха. Аэродинамическая неуравновешенность уменьшается с уменьшением плотности. Так как массовая неуравновешенность зависит лишь от частоты вращения, то, следовательно, полная компенсация аэродинамической неуравновешенности массовой возможна только для одного режима. При этом степень компенсации вибрации в разных точках двигателя будет различной.

Вышеизложенное относится ко всем лопаточным узлам с учетом их особенностей. Каждая рабочая ступень (вентилятора, компрессора, турбины) генерирует вибрацию, частоты которой равны частоте вращения узла и частоте в  $iz$  раз больше нее.

При фиксированном угле установки лопаток интенсивность вибрации пропорциональна квадрату частоты вращения, плотности воздуха или газа и зависит от аэродинамических характеристик ступени (от силы тяги).

Вибрации аэродинамического происхождения позволяют оценить качество изготовления и сборки узла.

Причинами вибрации в газоздушном тракте являются вращающийся срыв в компрессоре, вибрационное горение, акустические колебания объемов газа.

Низкочастотную вибрацию корпусов в некоторых случаях вызывает вращающийся срыв. При некоторых условиях возникает одна или несколько зон срывного обтекания лопаток. Зоны срыва перемещаются по ступени против вращения со скоростью  $\omega_{\text{ср}} < \omega_{\text{р}}$ . По отношению к неподвижному наблюдателю они перемещаются по направлению вращения ступени с разностной частотой  $\Omega = \omega_{\text{р}} - \omega_{\text{ср}}$ .

Вибрации при вращающемся срыве напоминает по характеру винтовую вибрацию и близка по уровню к ней. Появление такой вибрации указывает на возможность возникновения помпажа и может использоваться при диагностике ГТД.

Также одной из причин сильной вибрации является процесс горения. Неустойчивое вибрационное горение возникает вследствие взаимодействия процесса горения с

акустической колебательной системой и представляет собой акустический автоколебательный процесс. В газовом объеме, заключенном в камере сгорания или любом другом устройстве, возможны собственные продольные (тангенциальные) и поперечные (радиальные) колебания, частоты которых прямо пропорциональны местной скорости звука и зависят от размеров устройства. Диапазон частот колебаний находится в пределах примерно 50 – 5000 Гц, при этом продольные колебания характеризуются самыми низкими частотами, а радиальные – самыми высокими.

В настоящее время вибрационное горение мало изучено. В газотурбинном двигателе оно, чаще всего, появляется в форсажных камерах сгорания и объясняется возникновением переменного теплоподвода вследствие зависимости полноты сгорания от коэффициента избытка воздуха и от скорости потока воздуха перед зоной горения. Возникновение вибрационного горения возможно при очень богатых и очень бедных смесях.

Состав вибрации, обусловленный горением, сложен, амплитуды всех ее компонентов весьма нестабильны.

Основной отличительной особенностью вибрации, возбуждаемой в газоздушном тракте, является отсутствие строгой кратности частот частоте вращения роторов.

Колебания лопаток рабочих колес вызываются окружной неравномерностью в газоздушном тракте двигателя, продольными пульсациями потока в тракте, вращающимся срывом, кинематическим возбуждением, передаваемым по конструкции двигателя. Возможны автоколебания лопаток. Частоты вынужденных колебаний лопаток пропорциональна частоте вращения ротора.

Наиболее опасными колебаниями являются резонансные колебания. Воздействия шумового характера вызывают обычно слабые колебания лопаток. Анализ спектра этих колебаний позволяет оценить амплитудно-частотную характеристику лопатки в рабочих условиях, что используют для диагностики при доводке двигателя. Использование случайного возбуждения, которое обусловлено турбулентным потоком и нерегулярными пульсациями в тракте двигателя, для исследования динамических свойств рабочих лопаток реально благодаря относительной простоте оценки случайного воздействия на лопатки.

Колебания дисков делятся на два вида:

- колебания по антисимметричным формам;
- колебания по циклическим симметричным формам.

При колебаниях по антисимметричным формам на вал передаются продольные и поперечные усилия. Такие усилия используются для диагностики данной формы колебаний диска. Антисимметричные формы возбуждаются осевыми силами, действующими на вал.

Симметричные формы колебаний дисков динамически уравновешены и не вызывают существенных осевых и поперечных сил или изгибающих моментов на опорах вала.

Для диагностики разрушений дисков и обрыва лопаток используют изменение неуравновешенности ротора при развитии и появлении неисправности. При этом изменяются амплитуды вибрации двигателя с частотой вращения ротора  $f_p$  и гармоник  $n \cdot f_p$ , где  $n = 2, 3$ .

Обрыв лопатки рабочего колеса может привести к амплитудной модуляции вибрации и шума с частотой следования лопаток этого рабочего колеса. Тогда частота модуляции равна частоте вращения ( $f_p$ ).

Вибрация двигателя может изменяться по мере наработки вследствие ряда необратимых процессов, происходящих в двигателе:

- роста усталостных повреждений в деталях, испытывающих динамические нагрузки;
- ползучести материала сильно нагруженных элементов;



- износа взаимодействующих кинематических пар;
- эрозионного износа деталей;
- изменения демпфирования колебаний;
- коррозии, перераспределения внутренних напряжений, коробления деталей.

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что характер вибрационных процессов в ГТД является различным. Реальный вибрационный процесс имеет очень сложную форму и носит пространственный характер.

Учитывая особенности вибрационных вопросов можно выделить следующие направления исследований данной проблемы: реализация термогазодинамического расчета с учетом роторной вибрации в системе имитационного моделирования DVIGw.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вибрации ГТД и способы их снижения:** учеб. пособие / В. Н. Кудашкин, А. М. Смыслов, А. С. Селезнёв, В. Ф. Храпутский; Уфимск. Гос. Авиац. Техн. Ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2012. – 124 с.
2. **Вибрационная диагностика газотурбинных двигателей.** В. А. Карасев, В. П. Максимов, М. К. Сидоренко. – М.: Машиностроение, 1978. – 132с.
3. **Вибрационная диагностика систем и конструкций авиационной техники:** электрон. учеб. пособие / Ю. В. Киселёв; Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. Академика С. П. Королева. – Самара: СГАУ, 2010 – 103 с.
4. **Контроль и диагностирование технического состояния ГТД с помощью бортовой аппаратуры вибрации:** электрон. методич. указ. к лаб. работам / Ю. В. Киселёв; Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. Академика С. П. Королева. – Самара: СГАУ, 2010. – 24 с.
5. **Испытания и обеспечение надежности авиационных ГТД и энергетических установок:** краткий курс лекций / В. А. Григорьев; Самарский Государственный Аэрокосмический Университет им. Академика С. П. Королева. – Самара: СГАУ, 2011. – 112 с.
6. **Возбуждение колебаний лопаток турбомашин.** Г. С. Самойлович. – М., «Машиностроение», 1975. – 228 с.
7. **Вибрационная надежность и диагностика турбомашин. Часть 1. Вибрация и балансировка:** учеб. пособие / Е. В. Урьев. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. – 200 с.

### ОБ АВТОРАХ



**Мифтахова Анна Радиковна**, магистрант каф. АД УГАТУ, выпускная квалификац. раб. по авиационным двигателям (УГАТУ, 2015). Исследования в области процессов в компрессорах авиационных ГТД с использованием имитационного и 3D-CAD/CAE моделирования.

e-mail: [anhen200194@gmail.com](mailto:anhen200194@gmail.com); [miftahova.anna@yandex.ru](mailto:miftahova.anna@yandex.ru)



**Ахмедзянов Дмитрий Альбертович**, проф. каф. АД, декан ФАДЭТ УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 1997). Доктор техн. наук (УГАТУ, 2007). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неустановившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.

e-mail: [ada@ugatu.ac.ru](mailto:ada@ugatu.ac.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 координально 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).

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.

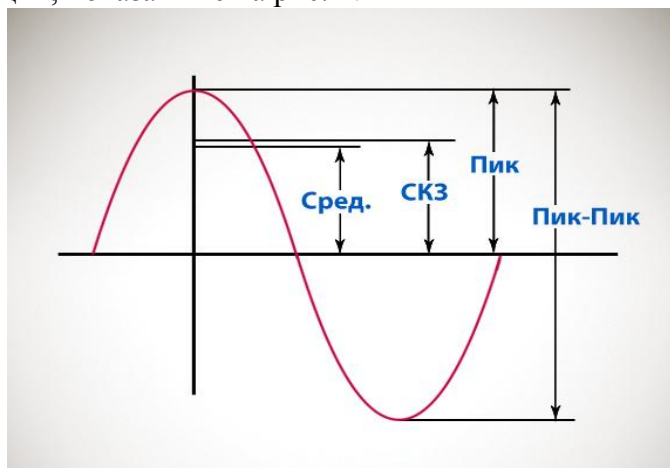


Рис. 1. Синусоидальная вибрация

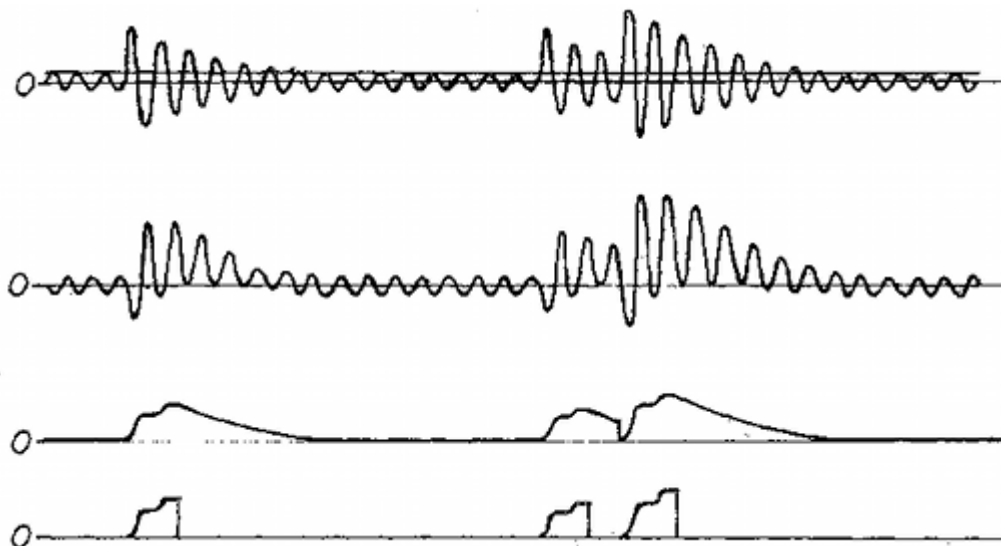


Рис. 2. Стадии преобразования вибросигнала

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.

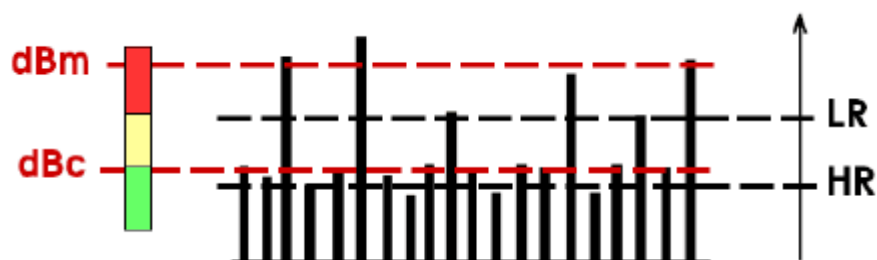


Рис. 3. Уровни ударных импульсов

## 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.

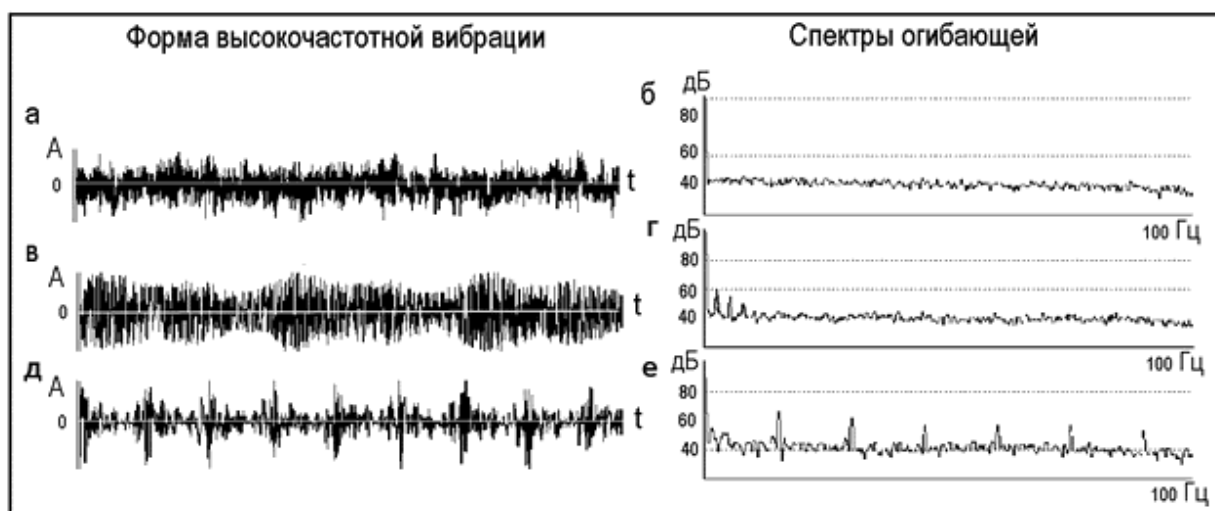
Аналогично предыдущим методам, определяются величины HDm и HDc. HDm является самым большим значением, полученным во время цикла измерения, в то время как HDc определяет степень смазывания подшипника.

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.

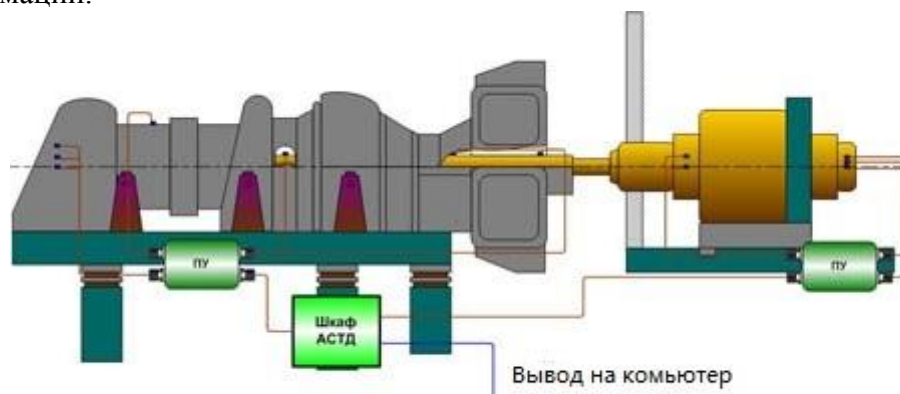


Рис. 5. Схема установки системы вибродиагностики на ГТД.

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 останова агрегата есть возможность просмотреть информацию о состоянии агрегата непосредственно перед остановкой, функция «черного виброакселерометры и вихрековые 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 вибронгруженными, 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 вибронгруженных 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

Фото

**Сенюшкин Николай Сергеевич**, доцент каф. АТиТ, с.н.с. НИЛ 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

Фото

**Лобов Дмитрий Дмитриевич**, студент 3-го курса направления «Двигатели летательных аппаратов», кафедры авиационной теплоэнергетики и теплотехники.

e-mail: dima1dima.9@gmail.com

Фото

**Губайдуллина Римма Ринатовна**, студент 3-го курса направления «Двигатели летательных аппаратов», кафедры авиационной теплоэнергетики и теплотехники.

e-mail: GRR94@gmail.com

УДК 622.691.4; 621.65.053

## К ВОПРОСУ О ТРАНСПОРТИРОВКЕ ГАЗА

**Кишалов А. Е., Ключев Н. А., Султанов Р. И.**

Транспортировка газа в России и во всём остальном мире осуществляется от мест добычи и хранения к местам его хранения и наибольшего потребления – к районам с крупными производственными предприятиями и большим населением, а также за рубеж. В России самыми крупными месторождениями газа являются Ямбургское,

Бованенковское, Уренгойское, Штокмановское, Ленинградское и Русановское месторождения общим запасом в 25,6 трлн. куб. м. По данным за 2015 год российский газ реализовывался за рубежом, в объёме 159,4 млрд. куб. м. [1].

Самым распространённым и экономичным способом доставки газа потребителям является его транспортировка по трубопроводу. Сеть трубопроводов представляет собой газотранспортную систему (ГТС). Для компенсации гидравлических потерь при перекачке газа в ГТС на определенных её участках размещают газоперекачивающие агрегаты (ГПА), которые дожимают газ до рабочего давления порядка 5–10 МПа, в зависимости от геометрических характеристик трубопроводов и расстояния на котором располагаются ГПА. Сегодня ГТС России содержит около 260 компрессорных станций (КС), на которых эксплуатируются более 4000 ГПА, суммарной мощностью более 40 млн. кВт [2]. ГПА состоит из дожимного компрессора (как правило, центробежного) и двигателя, который приводит во вращение этот компрессор.

### **Основные типы ГПА**

На сегодняшний день в ГТС России наибольшее распространение получили ГПА с газотурбинным приводом (ГТП), их доля на отечественном рынке составляет 87,2%, менее распространены ГПА с приводом от электродвигателей (12,3%), ГПА с приводом от поршневых двигателей (0,5%) [3].

Недостатком приводов ГПА от *поршневых двигателей* является малая мощность, с возрастанием которой габаритные размеры и вес увеличиваются в геометрической прогрессии, что затрудняет изготовление, обслуживание и эксплуатацию приводов [6].

К преимуществам приводов от *электродвигателей* можно отнести высокий КПД, широкий диапазон регулирования частоты вращения (что даёт возможность существенно изменять расход перекачиваемого газа) и отсутствие выбросов вредных веществ в месте установки ГПА [4]. Недостатком электродвигателя является его потребность в электроэнергии, получение которой затруднительно в труднодоступных районах установки ГПА.

*Газотурбинные двигатели* (ГТД) превосходят в мощности поршневые, более автономны по сравнению с электродвигателями. ГТД для привода ГПА классифицируются на стационарные, судовые и конвертированные авиационные ГТД.

*Стационарные ГТД* – это энергоустановки, специально спроектированные для привода газоперекачивающего компрессора в целях его использования на ГПА. К их недостаткам можно отнести несколько большие габариты и массу, что не позволяет поставлять их в готовом виде, затрудняет ремонт и монтаж [5]. Преимуществом является большой ресурс (порядка 160 000 часов, межремонтный 40 000 часов) [6].

*Судовые ГТД* обладают повышенным межремонтным ресурсом (порядка 40 000 часов), а также блочностью конструкции, благодаря чему достигается простота доставки на место эксплуатации и минимизация работ по монтажу [7]. Среди недостатков можно выделить малую мощность и сравнительно небольшой КПД.

*Конвертированные авиационные ГТД* – это двигатели, конструкция которых была доработана для привода газоперекачивающего компрессора, в целях эксплуатации на ГПА. Как правило, они имеют большую мощность и вместе с этим малую массу и габариты, блочную конструкцию, высокие показатели КПД, простоту обслуживания [8]. К недостаткам можно отнести высокие температуры в камере сгорания и вследствие этого небольшой ресурс.

Характеристики некоторых отечественных и зарубежных ГПА, представлены в таблице 1 [9, 10].

Таблица 1

## Характеристик различных ГПА

ГПА	Разработчик ГПА	Тип нагнетателя	Год начала поставки ГПА	Тип ГПА	Технические характеристики ГПА			
					Производительность Q, м <sup>3</sup> /мин	P <sub>к</sub> , МПа	n, об/мин	N <sub>потр</sub> , МВт
ГТУ-10П	ОАО НПО «Искра»	Серии 108-41-1Л	1999	ГПА-10 ДКС «Урал»	47-103	9,5-12,3	8100-8800	4,7-9,5
ПС-90 ГП-1	ОАО НПО «Искра»	Серии СПЧ 370	1995	ГПА-12 Р5 «Урал»	282-550	5,5-7,5	6500	10,5-13,2
Д-336-2Т	ОАО НПО «Искра»	188-21-1ЛСУ	2007	ГПА-6.3 «Урал»	188-196	5,5	8200	0,8
ДЖ59	КБ «Энергия»	Серии СПЧ 650	1993	ГПА-16МЖ	408-450	7,3-7,5	5200	15,0-16,0
ПС-90 ГП-2	ОАО НПО «Искра»	Серии СПЧ 498,398, 235	1996	ГПА-16 «Урал»	217-1100	1,5-7,5	5200-5300	14,0-16,0
АЛ-31СТ	ОАО «УМПО», ЗАО «Уфа-АвиаГаз», ЗАО «Киров-Энергомаш», ОАО «Энергомаш»	Серии СПЧ 235, СПЧ 370, 398-21-1СУ-АЛ31	1998	ГПА-16Р «Уфа», ГПА «Нева-16», ГПА-16Р-01 «Уфа»	385-523	5,5-8,3	5200-5300	15,2-15,8
Эл. дв. SIEMENS	SiemensEnergy	208-21-1ЛСМ	2006	ЭГПА-6.3	200	5,5	8200	6,0
ДЖ59Л2	КБ «Энергия»	СПЧ 650 1,37-1,44/76-5200	1996	—	420	7,5	5200	15,9

В России геологоразведкой, добычей, транспортировкой, хранением, переработкой и реализацией газа занимается предприятие ОАО «Газпром», владеющее самой протяжённой ГТС в мире (порядка 170,7 тыс. км), которую необходимо обслуживать и модернизировать [1]. Начиная с 2002 г. идёт модернизация устаревших и отработавших свой ресурс двигателей на конвертированные ГТД АЛ-31СТ, разработанные на основе АЛ-31Ф (рис. 1) [10].



Рис. 1. ГТД АЛ-31СТ

В настоящее время в России эксплуатируется 33 двигателя АЛ-31СТ. Наибольшее количество КС с двигателями АЛ-31СТ – 17 штук – эксплуатируется в ООО «Газпром Трансгаз Уфа» [1]. АЛ-31СТ по своим эксплуатационным характеристикам превосходит предшественников: он обладает высоким эффективным КПД и мощностью, способен работать в любых климатических условиях и автоматически поддерживать оптимальные режимы работы, экономичен в расходе топливного газа. Начиная с 1990-х годов на НПО «Сатурн», было сделано около 170 доработок агрегата с целью усовершенствования его конструкции [11].

Основные характеристики наиболее распространённых отечественных и зарубежных ГПА, и их ГТП представлены в таблице 2 [12, 13].

**Таблица 2**

**Основные характеристики наиболее распространённых отечественных и зарубежных ГПА и их ГТП**

Тип ГПА (привод)	Производитель	$N_{\text{потр}}$ , МВт	КПД %	Расход топливного газа, кг/с	Температура на входе в турбину, К	Температура за турбиной, (на срезе выхлопного патрубка), К	$\pi_k$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Отечественные ГПА</b>							
ГПА-4РМ (авиационный ГТД-4РМ)	НПО «Сатурн»	4,0	32,0	0,250	1154	659	12,1
ГПА-4НК (авиационный НК-126)	ОАО «Моторостроитель»	4,0	32,0	0,250	1270	712	13,6
ГПУ-10 (судовой)	НПП «Машпроект»	10,0	28,0	–	–	–	–
ГТН-16 (стационарный)	Уральский Турбинный Завод	16,0	29,0	–	–	–	–
ГПА-4 «Урал» (Д-30-ЭУ-2)	ОАО «Авиадвигатель»	4,0	24,0	0,333	–	690	–
ГПА-Ц-16 (НК-16СТ)	ОАО «Моторостроитель»	16,0	27,4	1,163	1130	685	9,7
ГПА-16 «Урал» (ПС-90ГП-2)	ОАО «Пермский Моторостроительный Завод»	16,0	36,3	0,881	1400	813	20,0
ГПА-Ц-16АЛ (АЛ-31СТ)	ОАО «УМПО», ЗАО «Уфа-Авиагаз», ЗАО «Киров-Энергомаш», ОАО «Энергомаш»	16,0	35,5	0,901	1440	763	17,5
ГПА-16 «Нева»		16,0	35,5	0,901	1440	763	17,5
ГПА-16Р «Уфа» (АЛ-31СТ)		16,0	35,5	0,901	1440	763	17,5
ГПА-16-АЛ «Урал» (АЛ-31СТ)	ОАО «Энергомаш»	16,0	36,0	0,902	–	–	–

Зарубежные ГПА							
1	2	3	4	5	6	7	8
Centaur T-4700 (авиационный)	Solar Turbines, Inc.	3,3	26,7	0,243	1177	723	10,1
Taurus-60S (авиационный)		5,2	31,5	0,330	–	763	12,0
Titan250-GS		22,4	40,0	1,231	–	–	–
ГТК-25ИР (MS 5002)	Nuovo Pignone	22,2	34,5	1,286	1200	775	8,6
Коберра-182 (авиационный)	Cooper-Bessemer	12,9	27,5	0,937	1160	684	9,0
Балтика-25 (GT- 10)	Siemens	24,5	35,0	1,428	1385	816	13,6
SGT-700		29,0	36,1	1,615	–	–	–
RB211GT	Rolls-Royce	32,3	39,4	1,667	–	–	–
MF-221	Kawasaki Heavy Industries Ltd	30,0	32,0	1,874	–	–	–
M7A-02		7,1	31,5	0,450	–	–	–

### ГТП АЛ-31СТ

ГТП АЛ-31СТ представляет собой двухвальный одноконтурный ГТД, состоящий из легкозаменяемых модулей газогенератора и свободной турбины. На рис. 2 приведена схема АЛ-31СТ. Межведомственные испытания пройдены в 1996 г. С 1994 выпускается в ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» [10].

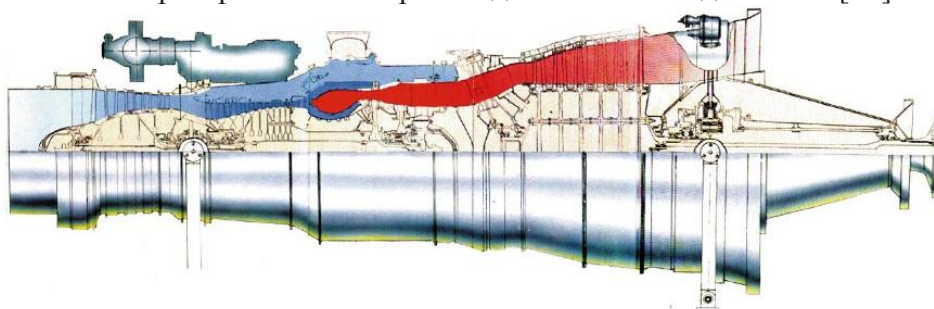


Рис. 2. Схема АЛ-31СТ

Газотурбинные приводы АЛ-31СТ(Н) производства ОАО «УМПО» эксплуатируемые в составе газоперекачивающих агрегатов представлены в таблице 3 [14, 15].

Таблица 3

Газотурбинные приводы АЛ-31СТ(Н) производства ОАО «УМПО»  
эксплуатируемые в составе ГПА

Тип ГПА	Год начала эксплуатации	Компрессорная станция	Количество агрегатов
ГПА-16Р «Уфа»	2002	«Москово», «Полянская»	11
ГПА-16Р- АЛ «Урал»	2007	«Москово»	1
ГПА- 16РАЛ- 01	-	«Шаран», «Полянская»	2
ГПА- Ц- 16Л	-	«Долгое»	1
ГПА- Ц- 16Р	2007	«Карпинская»	5
ГПА «Нева-16»	2006	«Ржевская»	6
ГПА- Ц1- 16Л	2007	«Мышкин»	2
PGT-21	-	«Алмазная»	5

### Заключение

На сегодняшний день транспортировка газа по трубопроводам с дожимными компрессорными станциями является самым распространенным и экономичным видом транспортировки газа. Модернизация ГПА установкой конвертированных авиационных двигателей АЛ-31СТ позволяет повысить эффективности всей ГТС. Но, не смотря на очевидные преимущества АЛ-31СТ, у неё есть и некоторые недостатки, и недоработки, в числе которых низкий ресурс и надёжность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт ОАО «Газпром» [Электронный ресурс]: ОАО «Газпром». URL: <http://www.gazprom.ru> (дата обращения: 08.01.2016).
2. Васильев, Б.Ю. Исследование эффективности современных электроприводных газоперекачивающих агрегатов / Б.Ю. Васильев // Нефтегазовое дело. 2012. – №4. – С. 104–110.
3. Шайхутдинов, А.З. Стратегия развития газотранспортной системы России / А.З. Шайхутдинов, В.А. Щуровский // Газотурбинные технологии. – Рыбинск: Медиа Гранд, 2012. – С. 12.
4. Привод компрессоров ГПА [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gazpb.ru/tekhnicheskaya-ekspluatatsiya-i-remont-kompressornykh-stantsij/61-privod-kompressorov-gpa.html> (дата обращения: 08.01.2016).
5. Хадиев, М.Б. Газоперекачивающие агрегаты магистральных газопроводов: [учебное пособие] / М.Б. Хадиев. Казан. гос. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КГТУ, 2004, – 318 с.
6. Семенов, В.Г. Энергетические газотурбинные установки и энергетические установки на базе газопоршневых и дизельных двухтопливных двигателей / В.Г. Семенов, В.С. Дубенец. – М.: 2004, – 127 с.
7. Ревзин, Б.С. Газотурбинные двигатели судового типа для энергетических и газотранспортных установок. / Б.С. Ревзин, О.В. Комаров. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003, – 56 с.
8. Медведев С.Д. Методология реконструкции компрессорных станций за счет использования конвертированных авиационных газотурбинных двигателей / С.Д. Медведев // Наука и промышленность. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – Самара, 2008 – т. 10, № 3 – С. 688-693.
9. Технические характеристики продукции ОАО «Компрессорный комплекс» [Электронный ресурс]: ОАО «Компрессорный комплекс». URL: <http://www.mbfkk.ru/manufacture-process> (дата обращения: 08.01.2016).
10. Силовые установки Авиационные, ракетные промышленные (1944-2000). 1998-2000. АКС-Конверсалт. – 134 с.
11. Газотурбинный привод АЛ-31СТ [Электронный ресурс]: НПО «Сатурн». URL: <http://www.pro-saturn.ru> (дата обращения: 08.01.2016).
12. Аверьнов, А.А. Газоперекачивающие агрегаты с приводом авиационного типа / А.А. Аверьнов, Н.М. Лебедев. – М.: Недра, 1983, – 70 с.
13. Каталог удельных выбросов вредных веществ газотурбинных газоперекачивающих агрегатов// СТО ГАЗПРОМ 2-3.5-039-2005// дата введения - 2005-12-15.
14. Могильницкий, Е.А. Опыт эксплуатации газотурбинных двигателей АЛ-31СТ(Н) на КС «Газпром». ОАО «УМПО»// Тезисы докладов 56 научной-технической конференции. Применение газотурбинных установок в энергетике и промышленности. – Пермь: 2009 – С. 174-175.
15. Официальный сайт ОАО «Уфа–АвиаГаз» [Электронный ресурс]: ОАО «Уфа–АвиаГаз». URL: <http://ufa-aviagaz.ru> (дата обращения: 08.01.2016).



**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 -303 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области транспортировки газа, приводы ГПА и увеличение ресурса работоспособности.

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



**Султанов Руслан Ильшатович**, студент группы ДЛА -303 кафедры авиационной теплотехники и теплоэнергетики факультета АДЭТ, УГАТУ. Исследования в области транспортировки газа, приводы ГПА и увеличение ресурса работоспособности.

e-mail: [rsultanov95@mail.ru](mailto:rsultanov95@mail.ru)

УДК 621.438

**ОБЗОР АВТОНОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ**

**Лихачева К. А., Кишалов А. Е.**

**Введение**

Многообразие потребителей энергии и растущая децентрализация энергообеспечения заставляет по-новому взглянуть на роль автономных энергетических установок малой мощности в общей структуре энергетики. Газотурбинные энергетические установки малой мощности называются микротурбинами. Микротурбины представляют собой компактные высокооборотные турбогенераторы, не требующие больших расходов на эксплуатацию и обслуживание, работающие по термодинамическому цикла Брайтона, состоящие, как правило, из центробежного компрессора, камеры сгорания, радиальной турбины, редуктора и генератора переменного тока [1].

Для нашей страны области использования микротурбин очень широки, это: промышленные предприятия, медицинские учреждения; крупные животноводческие фермы; энергодефицитные районы Крайнего Севера, Дальнего Востока; развивающиеся районы нашей страны, где отсутствуют в настоящее время энергоисточники и линии электропередач; магистральные газопроводы, нефтепроводы, нуждающиеся в энергообеспечении для нормального функционирования; резервирование линий электропередач, питающих ответственных потребителей энергии, а также восполнение дефицита электроэнергии, вызванного стихийными бедствиями и другими чрезвычайными ситуациями; мобильные источники электрической и тепловой энергии для нужд МЧС; малые города, коттеджные поселки и деревни, во многих из которых до

сих пор не решен вопрос централизованного теплоэнергоснабжения.

К преимуществам микротурбин можно отнести: низкую себестоимость производства электроэнергии и тепла; низкий уровень выбросов, вибраций, шума; высокую надежность энергоснабжения; существенное сокращение сроков сооружения (в сравнении с ТЭС); повышение экологичности производства электроэнергии и тепла, снижение затрат на охрану окружающей среды (низкий уровень выбросов); возможность работы в течение длительного времени при низких нагрузках; длительный ресурс до капитального ремонта; низкая стоимость эксплуатационных расходов возможность работы на различных видах топлива;

На сегодняшний день на российском рынке представлены микротурбинные установки фирм Capstone, Turbec, Elliott, Toyota, Ingersoll.

### Микротурбинные установки компании Capstone

Фирма Capstone выпускает линейку микротурбин различной мощности, от 15 кВт до 1000 кВт. На сегодняшний день у фирмы 7 установок.

Принципиальная схема установки приведена на рис. 1. Воздух, через фильтр попадает в компрессор, сжимается и переходит в рекуператор. Рекуператор использует выхлопные газы для предварительного нагрева воздуха в камере сгорания, что позволяет снизить объем потребляемого топлива практически в два раза. После этого воздух попадает в камеру сгорания, в которую впрыскивается топливо. Топливо-воздушная смесь сгорает, проходит в турбину и вращает её. Выхлопные газы через рекуператор попадают в систему вытяжки. На одном валу с компрессором и турбиной расположен редуктор (у установок, с мощностью более 65 кВт), который уменьшает частоту вращения до 50 Гц и приводит во вращение генератор. У установок с меньшей мощностью редуктора нет, в них ток, вырабатываемый генератором, выпрямляется при помощи силовой электроники, а затем вновь становится переменным, но уже с частотой 50 Гц.

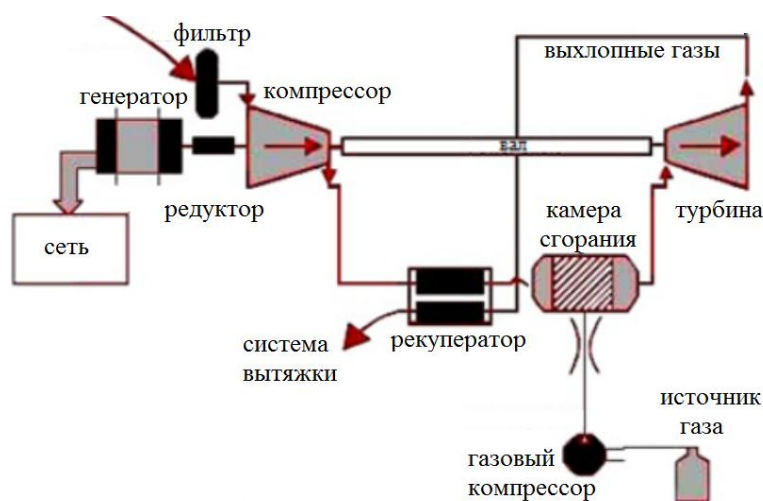


Рис. 1. Схема микротурбинных энергетических установок Capstone

Микротурбины Capstone отличаются тем, что у них в едином герметичном корпусе компактно размещены компрессор, камера сгорания, рекуператор, турбина и электрогенератор. Благодаря использованию рекуператора в конструкции микротурбин, они имеют высокий (для газотурбинных электростанций) электрический КПД – до 34% [2]. Достижимая степень сжатия в компрессоре 3,5...4,0.

Еще одной конструктивной особенностью Capstone является применение воздушных подшипников, за счет которых достигается рекордная скорость вращения вала – 96 000 оборотов в минуту. Они поддерживают вал ротора генератора в подвешенном бесконтактном состоянии. Эта инновация дает возможность отказаться от использования масла, высокий расход которого у других видов микротурбин составляет значительную часть эксплуатационных затрат.

Кроме того, малое количество сопрягаемых частей снижает до минимума риск повреждения деталей турбогенератора и обеспечивает высоконадежную и безопасную работу микротурбинной установки (рис. 2). Это также является одним из ключевых факторов длительного срока службы до капитального ремонта – до 60 000 часов. За счет высокой частоты вращения вала и воздушных подшипников достигается низкий уровень шума и вибраций энергоустановки.

### Микротурбинная энергетическая установка компании Turbес

В отличие от микротурбин Capstone в установке Turbес используется электрогенератор на постоянных магнитах. Отсутствие редуктора между турбогруппой и генератором существенно уменьшает вес и повышает надежность всей установки (рис. 3). Еще одна отличительная особенность – использование в роторе подшипников качения, требующих минимального расхода жидкой смазки – 9 литров на 6 000 часов работ [3].

Скорость вращения ротора турбин Turbес 70 000 об/мин. Степень сжатия в компрессоре 4,5.

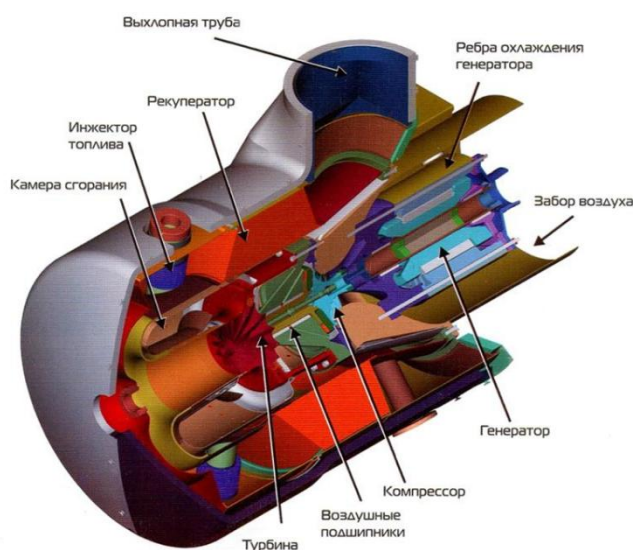


Рис. 2. Конструкция турбогенератора Capstone C 60

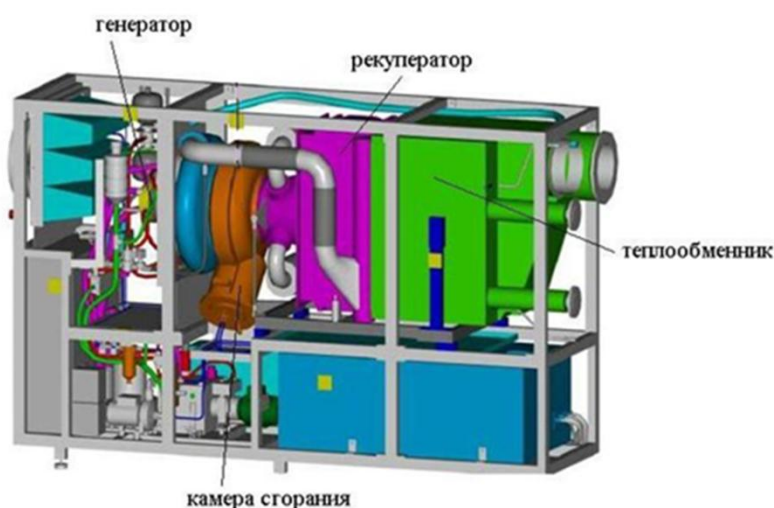


Рис. 3. Общий вид установки Turbес

### Микротурбинные электрогенераторные установки Ingersoll

Компания Ingersoll выпускает две установки: IR 250 и IR 70 (рис 4.). Отличительной особенностью установки IR 70 мощностью 70 кВт является наличие свободной турбины, полезная мощность которой используется для привода генератора. Свободная турбина соединена с электрогенератором через редуктор (рис. 5). В установке использован стандартный низкооборотный генератор со скоростью вращения 1500 (1800)

об/мин. В обеих установках (IR 250 и IR 70) применены подшипники качения на жидкой смазке, а также керамическое рабочее колесо турбины (рис. 6), что позволяет микротурбине работать с более высокими температурами, чем микротурбинам из металлических сплавов. Это приводит к увеличению КПД, что при одинаковой требуемой мощности приводит к экономии топлива и понижению выброса  $\text{NO}_x$ . При температуре газа на входе в турбину  $1160^\circ\text{C}$  и при степени сжатия 3,0 использование керамики в рекуператоре обеспечит достаточную надежность и повышение КПД установки. Использование керамического рабочего колеса турбины является характерной особенностью конструкции Ingersoll [4].

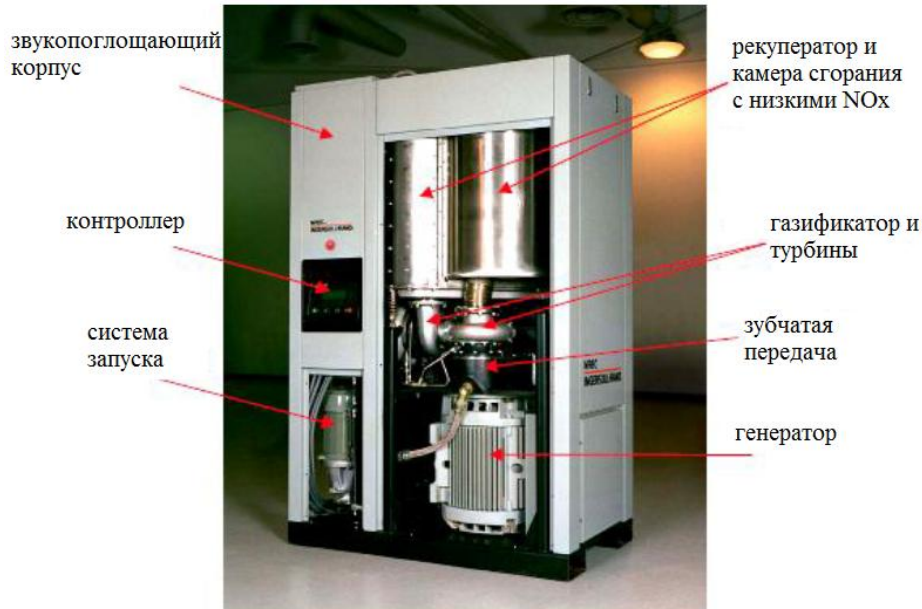


Рис. 4. Общий вид установки Ingersoll 250



Рис. 5. Схема установки Ingersoll 70



Рис. 6. Керамическое рабочее колесо турбины

IR250 (мощностью 250 кВт) выполнена по схеме без силовой турбины, её КПД достигает 32 %, ресурс равен 80 000 часов. Такие показатели достигнуты при температуре газа перед турбиной 925 °С и степени регенерации порядка 90%. Недостатком обеих установок является увеличенные габариты.

В целом установки IR 70 и IR 250 имеют высокий уровень ресурса и КПД.

#### Микротурбинные энергетические установки Elliott

TA-100 RCHP – микротурбинная установка производства фирмы Elliott для комбинированного производства электроэнергии и тепла (когенератор) с электрической мощностью 100 и тепловой 160 кВт. TA-100 имеет цельносварной основной вал [5]. Компрессор и основной вал изготовлены из нержавеющей стали, в то время как турбина изготовлена из жаропрочного криптоустойчивого сплава, что позволяет установке длительно работать с температурами на входе в турбину порядка 926 °С. В турбогенераторе используются два подшипника. Степень сжатия в компрессоре 4,0.

#### Микротурбинные энергетические установки Toyota

Фирма Toyota выпускает микротурбинные энергетические установки мощностью 50 кВт, частотой вращения 80 000 об/мин. Уникальность установки заключается в использовании воздушных подшипников при консольном расположении дисков [6]. Степень сжатия в компрессоре – 3,5.

Характеристики рассмотренных микротурбин представлены в таблице 1.

Таблица 1

#### Анализ характеристик микротурбин разных производителей

Название микротурбины	Электрическая мощность, кВт	КПД, %	Частота вращ. вала, об/мин	Расход газа, кг/с	коэффициент регенерации, α	Степень сжатия в компрессоре	Ресурс (кап. рем.), тыс. час	Особенности	Вес, кг	Шум, дБ	Выбросы NOx, ppm
Capstone 30	30	27	96000	0,38	80	3,5...4,0	100	Отсутствие редуктора, Воздушные подшипники	600	60	<9,0
Capstone 60	60	29	96000	0,48	80	<5	100		1000	65	
Capstone 200	200	34	45000	1,3	85	<5	100		3200	65	
Turbec	105	30	70000	0,8	90	4.5	60	Отсутствие редуктора	1860	70	<15
IR 70	70	28	38000	-	90	-	80	Свободная турбина, керамика	1448	75	9,0
IR 250	250	32	45000	-	90	-	80	Керамика	3930	75	9,0...15,0
Elliott TA-100 RCHP	100	29	68000	1,0	90	4,0	72	Жаропрочный криптоустойчивый сплав, когенератор	-	75	<24
Toyota	50	26	80000	0,48	-	3,5	48	Воздушные подшипники	-	65	<15,0

#### Вывод

Все микротурбинные установки, представленные на отечественном рынке, – иностранных производителей. Значение КПД среди рассмотренных микротурбин находится в промежутке от 26 до 34%. Максимальный КПД у установки Capstone 200 (34%). Компания Capstone является ведущим производителем микротурбин с широкой линейкой установок различной мощностью, достаточно высоким КПД и ресурсом до 100



тыс. часов. Все микротурбинные установки обеспечивают низкий уровень выбросов, вибраций и шума.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газовые микротурбины [Электронный ресурс] URL: [http://bioliquids-chp.eu/index\\_ru.php?id=37&rid=12&r=algemeen](http://bioliquids-chp.eu/index_ru.php?id=37&rid=12&r=algemeen) (дата обращения: 14.03.2016)
2. Moore, M.J. Micro-turbine generators. USA: Professional Engineering, 2002. – P. 35-76.
3. Gabrielsson, R. Microturbines. - Sweden: Volvo Aero Corporation, 2005. – P. 2-6.
4. Watts, J. Microturbine Developments At Ingersoll-Rand Energy Systems. USA: ASME Turbo Expo, 2005. – P. 3-5.
5. Elliott Energy Systems, Inc. TA 100 R CHP. 100 кВт микротурбинная установка для комбинированного производства тепла и электроэнергии. Техническое описание. Украина. – Киев: Мадек, 2008. – С. 4-17.
6. Ohkubo, Y. Special Issue Technology of Micro Gas Turbine for Cogeneration System. Japan: R&D Review of Toyota. CRDL, – vol. 41, №1. 2003. – P. 5-7.

### ОБ АВТОРАХ



**Кишалов Александр Евгеньевич**, доц. каф. авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ, дипл. инж. (УГАТУ, 2006). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2010) Исследования в области имитационного моделирования автоматизации авиационных ГТД, трёхмерного численного моделирования процессов, происходящих в камерах сгорания авиационных ГТД.

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



**Лихачева Ксения Александровна**, студент 2-го курса ФАДЭТ каф. АТиТ.

e-mail: [lks1901@rambler.ru](mailto:lks1901@rambler.ru)

УДК 621.45.034

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМИНАРИЗИРУЮЩИХ РЕШЁТОК КАМЕР СГОРАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ИНЖЕНЕРНЫХ МЕТОДИК И 3D ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Муратова Г. А., Кишалов А. Е.**

### Введение

На сегодняшний день процессы горения различных топливно-воздушных смесей в камерах сгорания (КС) различного типа повсеместно используются как в области авиации и энергетики, так и в нефтяной и газовой промышленности. На некоторых типах КС, на входе воздуха устанавливается ламинаризирующая решётка, которая разбивает крупные вихри на более мелкие (тем самым поток становится более ламинарным, что необходимо



для создания более оптимальных условий горения).

В данной статье исследуются характеристики одной из ламинаризирующих решёток КС, применяемой в газовой промышленности при помощи инженерных методик расчёта и 3D численного термогазодинамического моделирования в программном комплексе ANSYS 15.0 CFX [1]. Результаты моделирования сравниваются с экспериментальными данными.

Камера сгорания и ламинаризирующие решетки показаны на рис. 1, схема решетки приведена на рис. 2.



Рис. 2. Камера сгорания и ламинаризирующие решетки

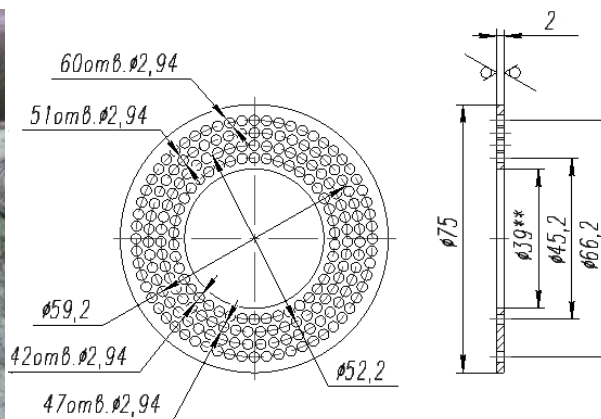


Рис. 2. Схема исследуемой решётки в САД-системе КОМПАС-3D V13

### Экспериментальная часть

На рис. 3 приведена экспериментальная установка – расходомерная аэродинамическая труба, работающая на всасывании (вакуум создается насосами РВН-75 и ВВН-50) – сужающееся устройство, на выходе которого после наименьшего сечения трубы имеется расширяющийся канал – диффузор. Установка оснащена датчиками измеряющими статическое давление. Во входной части аэродинамической трубы устанавливается центральное тело и исследуемая решётка (рис. 4–6). Зная расход воздуха через установку  $m$  и разрежение за исследуемой решёткой, определяется её коэффициент сопротивления  $\zeta$  и коэффициент полного давления  $\sigma$ .



Рис. 3. Экспериментальная установка

### Инженерная методика расчета

Инженерные расчеты основаны на базе гидрогазодинамических знаний И.Е

Идельчика [2]. Для расчётов использована модель учитывающая степень загромождения решётки, толщину решётки и её коэффициент сопротивления трения. Данная модель применима для течений при  $Re \geq 10^4$ . Расчетная схема решётки приведена на рис. 4.

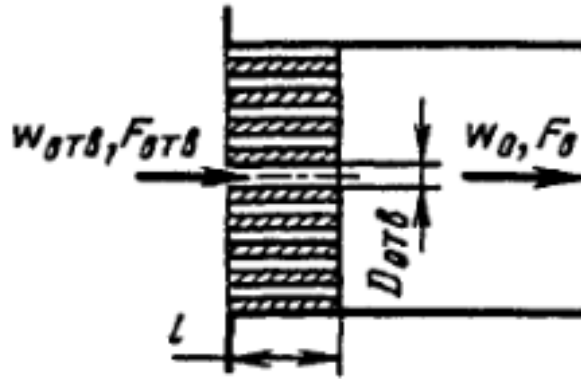


Рис. 4. Расчетная схема решётки

Гидравлический диаметр решётки  $d_\Gamma$  определяется по формуле:

$$d_\Gamma = \frac{4 \cdot f_{\text{отв}}}{\Pi_{\text{отв}}}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{отв}}$  - площадь отверстия,  $\Pi_{\text{отв}}$  - периметр отверстия.

Степень загромождения решётки определяется по формуле:

$$\bar{f} = \frac{F_{\text{отв}}}{F_0}, \quad (2)$$

где  $F_{\text{отв}}$  - суммарная площадь отверстий,  $F_0$  - площадь трубы.

Коэффициент сопротивления решётки  $\zeta = \Delta p^* / \frac{\rho W^2}{2}$  определялся по формуле:

$$\zeta = \left[ 0,5 + (1 - \bar{f})^2 + \tau(1 - \bar{f}) + \lambda \frac{l}{d_\Gamma} \right] \frac{1}{\bar{f}^2}, \quad (3)$$

где  $\tau$  - коэффициент зависящий от отношения  $l/d_\Gamma$  и определяется по графику [2];  $\lambda$  - коэффициент сопротивления трения, определяется как функция от числа  $Re$ .

Коэффициент полного давления определялся по формуле [3]:

$$\sigma = p_{\text{вых}}^* / p_{\text{вх}}^*. \quad (4)$$

Расчеты проводились с расходом воздуха  $m$  через решетку КС от 90 до 250 г/с с шагом 20 г/с.

### Моделирование в ANSYS CFX

Модель расчётной области установки с установленной ламинаризирующей решёткой, построенная в CAD-системе NX 8.0, представлена на рис. 6.

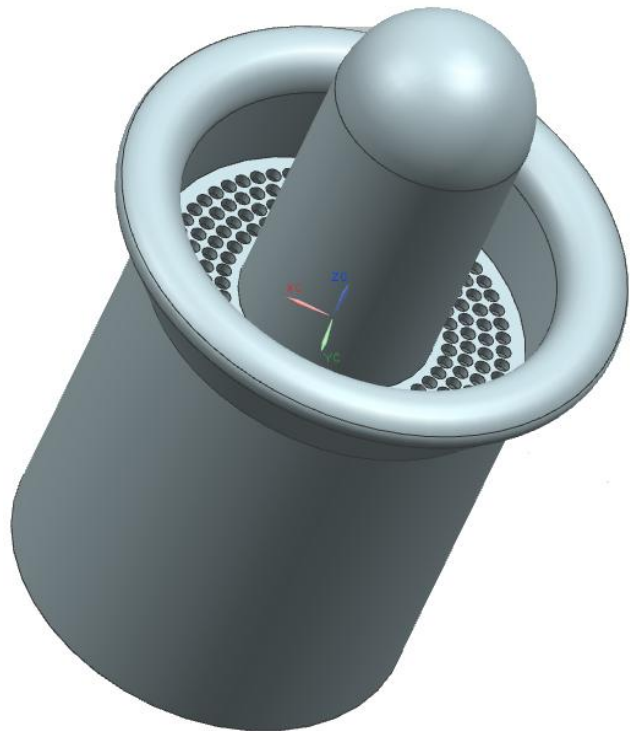
Для моделирования в ANSYS CFX, построили неструктурированную тетраэдрическую сетку с 2 465 365 элементами и десятью призматическими слоями на поверхностях, представляющих твердую стенку. Средний размер элемента - 1,5 мм, замельчение на поверхности отверстий 0,1 мм, средний размер элемента в отверстиях 0,5 мм. Построенная конечно-элементная сетка представлена на рис. 7.

Рабочее тело в модели AirIdealGas, модели турбулентности – SST, ссылочное давление 91255,8 Па (соответствует условиям эксперимента). На входе в модель установлено граничное условие Inlet (вход основного потока), задаются полная температура  $T^* = 293$  К (соответствует условиям эксперимента) и статическое избыточное давление - 0 Па. На граничном условии Outlet задаётся массовый расход

( $m = 90 \div 250 \text{ г/с.}$ ). На поверхностях, соответствующих твёрдым стенкам установлены граничные условия Wall (твёрдая стенка).



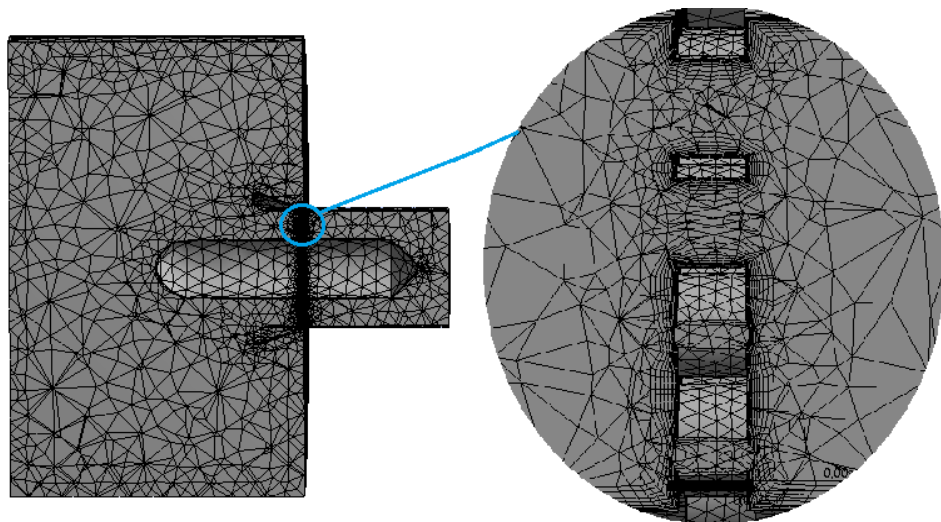
**Рис. 5.** Экспериментальная установка для исследования характеристик решетки



**Рис. 6.** Модель в NX 8.0

Модель в CFX-Pre с граничными условиями показана на рис. 8.

На рис. 9 и 10 представлены некоторые результаты расчетов: вектора скоростей и линии тока при расходе воздуха 150 г/с.



**Рис. 7.** Построенная конечно - элементная сетка

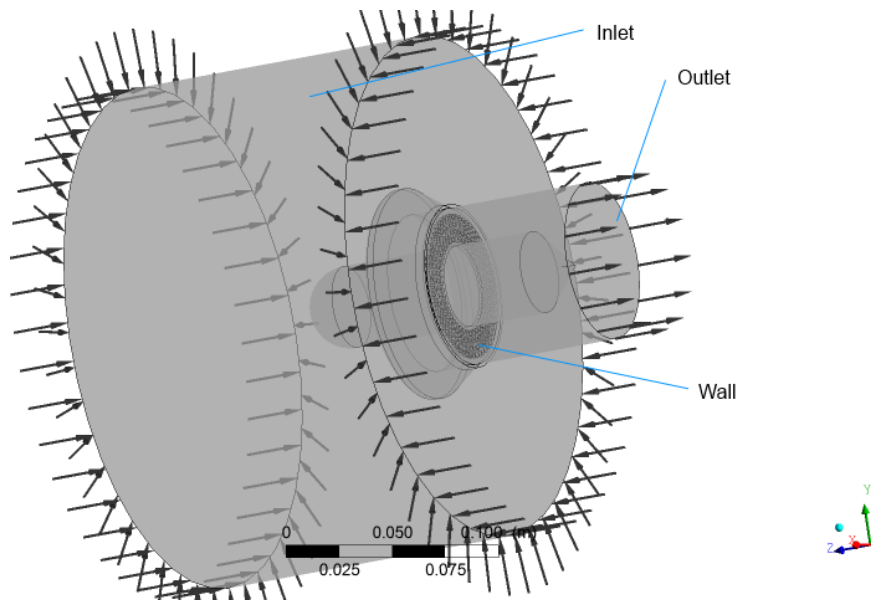


Рис. 8. Модель в CFX-Pre с граничными условиями

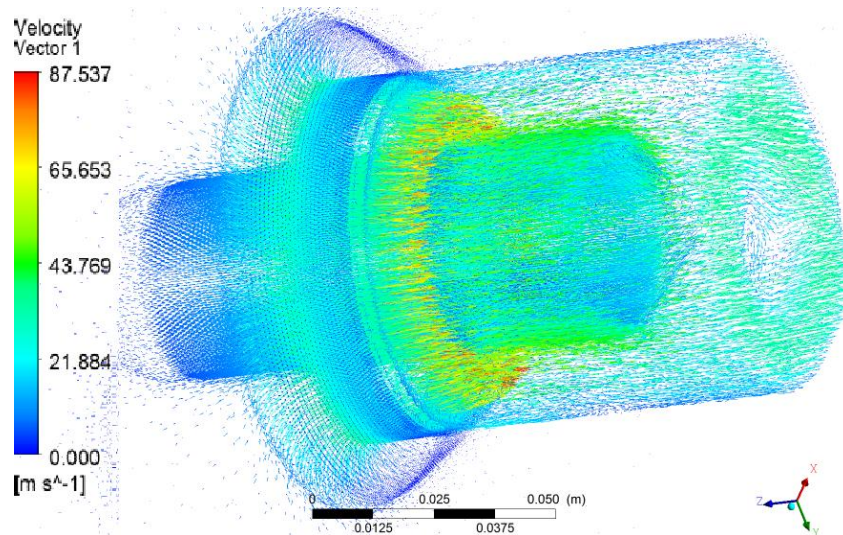


Рис. 9. Вектора скоростей при  $m = 150$  г/с

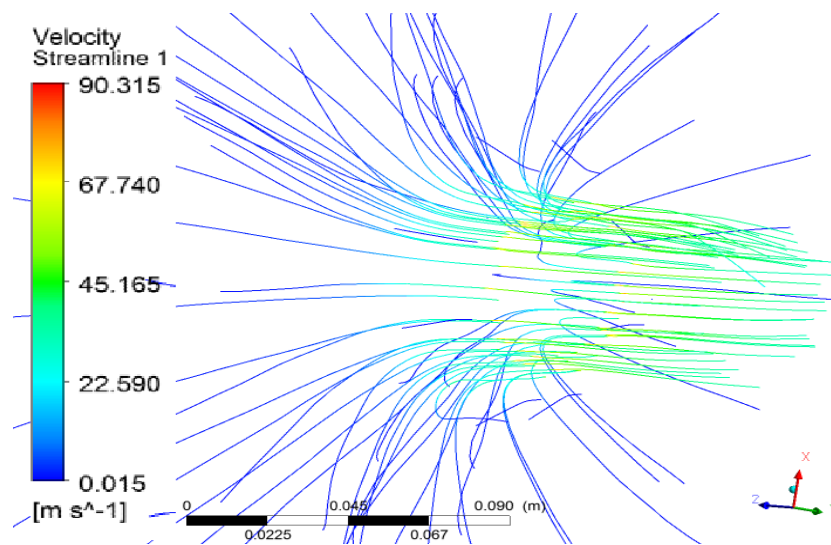


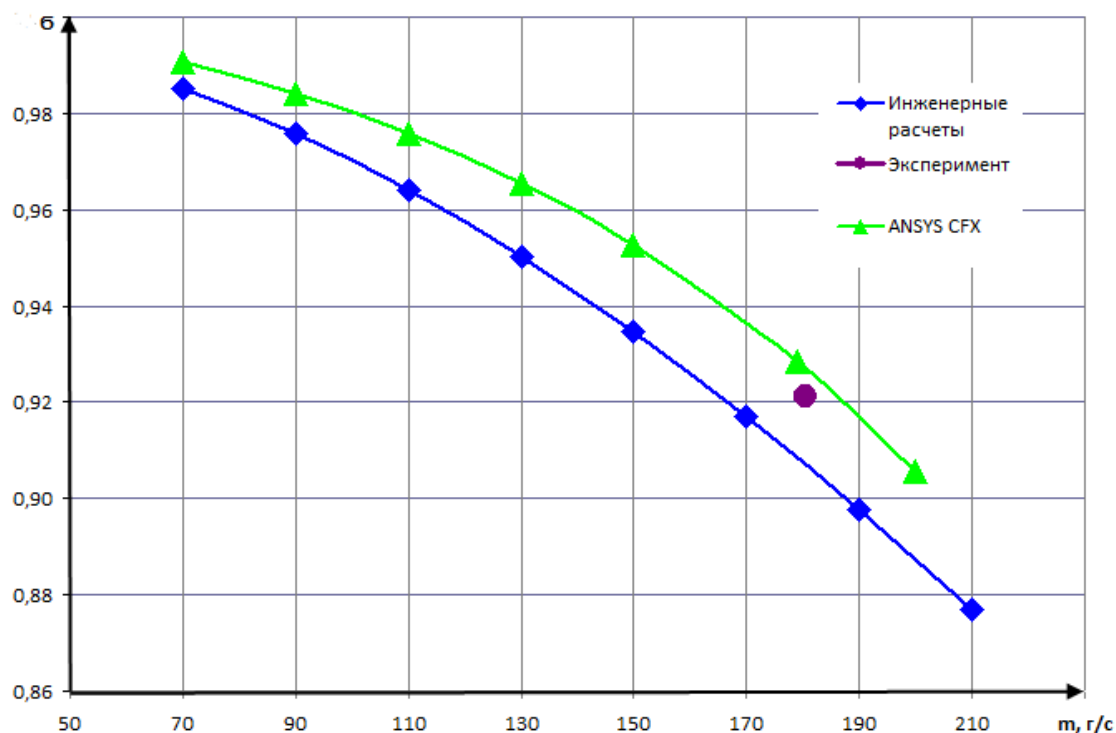
Рис. 10. Линии тока при  $m = 150$  г/с

Для определения коэффициента полного давления ламинаризирующей решётки в



CFX-Post замеряли полное избыточное давление в сечении за решёткой (осреднение по расходу).

Сравнение результатов эксперимента, инженерных расчетов и 3D численного моделирования представлено на рис. 11.



**Рис. 11.** Характеристики ламинаризирующих решёток КС по инженерной методике и 3D численным расчетам

### Выводы

Проведено исследование характеристик ламинаризирующей решётки по инженерным методикам и при помощи программного комплекса для численного термогазодинамического моделирования ANSYS CFX. В результате исследования получено, что обе кривые имеют падающий характер, инженерные расчеты дают большее сопротивление, чем 3D моделирование и эксперимент. При увеличении расхода и, соответственно, скорости, разница между результатами расчётов увеличивается еще больше. Относительная погрешность 3D численного моделирования по сравнению с результатами эксперимента составляет 0,6% , инженерных расчетов – 2,7%.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муратова Г.А., Кишалов А.Е. Верификация трёхмерного термогазодинамического численного моделирования дозвукового течения газа с трением по каналу постоянного сечения в ANSYS 14.5.7 CFX / Мавлютовские чтения: Материалы Всероссийской молодежной научной конференции: В 3 т. Т. 1 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т, 2015. – С. 405-411.
2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672с.
3. Клеванский В. М. Гидрогазодинамика: учебное пособие / В. М. Клеванский – Уфа: УГАТУ, 2013. – 309 с.

**ОБ АВТОРАХ**

**Кишалов Александр Евгеньевич**, доц. каф. авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ, дипл. инж. (УГАТУ, 2006). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2010) Исследования в области имитационного моделирования автоматики авиационных ГТД, трёхмерного численного моделирования процессов, происходящих в камерах сгорания авиационных ГТД.

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



**Муратова Гульдар Айратовна**, студентка 3-го курса ФАДЭТ каф. АТиТ.

e-mail: [gul-mur@yandex.ru](mailto:gul-mur@yandex.ru)

УДК 556

**ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАВОДКА**

**Кишалов А. Е., Валиуллина Д. Х.**

**Введение**

Паводок – фаза водного режима реки, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным, увеличением расходов и уровней воды. Вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей [1]. Значительный паводок может вызвать наводнение. После снежной зимы происходит обильное сезонное таяние замерзшего покрова, что может послужить причиной значительного подъема уровня воды в реках. Весенний паводок ежегодно повторяется в восточных районах России (на Урале, Сибири и Дальнем Востоке) и наносит значительный экономический урон [2]. Преждевременное прогнозирование паводка и его характеристик может снизить экономические потери, уменьшить число пострадавших. С этой целью существует система гидрологических прогнозов. Гидрологический прогноз – это предварительная оценка будущих характеристик гидрологического явления. Прогнозы таких различных гидрологических характеристик, как расходы, уровни воды и скорости течения, могут быть сделаны с начального срока прогноза до неопределенных сроков в будущем.

В настоящее время гидрологические прогностические системы являются доступными и обладают достаточно большой точностью. Данные системы способны выдавать прогнозы паводков с заблаговременностью нескольких часов. Раннее прогнозирование паводков может стать решающим фактором для уменьшения ущерба и спасения жизней [3].

**1. Классификация методов прогнозирования паводка**

В зависимости от аналитического подхода, используемого для разработки прогностической модели, методы прогнозирования паводков можно классифицировать следующим образом:



- 1) методы, основанные на статистическом подходе;
- 2) расчетные методы, основанные на механизме формирования и распространения паводков.

В качестве критерия оценки модели паводка обычно используют: время выполнения прогноза, его точность и необходимые исходные данные для прогнозирования. Модели, используемые прогностическими организациями, должны быть надежными, простыми и способными обеспечивать достаточную заблаговременность предупреждений и желательную степень точности [3].

## **2. Статистические методы**

Методы прогнозирования в форме математических связей, разработанные с помощью исторических данных наблюдений и статистического анализа, широко использовались в прошлом. Они включают простые, эмпирически установленные связи рассматриваемой величины с некоторыми дополнительными параметрами и связи уровня воды с максимальными осадками. Эти связи можно легко установить, и поэтому они чаще всего используются на начальном этапе формирования системы прогнозирования паводков.

### **2.1. Индекс влажности почвы**

Наиболее распространенной является модель прогнозирования с использованием индекса влажности почвы. Этот подход во многих странах является основным средством для оперативного прогнозирования. Индекс влажности почвы представляет собой показатель влажности слоя почвы. Методы, основанные на использовании показателя влажности почвы, обладают двумя важными особенностями при их применении в гидрологическом прогнозировании. Первая особенность индекса влажности почвы заключается в том, что при применении метода единичного гидрографа определяется только гидрограф поверхностного стока. Гидрограф – это график изменения во времени расхода воды в створе реки или иного водотока, он отражает характер распределения водного стока в течение паводка. Во-вторых, поскольку этот показатель ежедневно обновляется, он подходит скорее для разового анализа отдельного гидрологического события, а не для непрерывного моделирования. Следовательно, для того, чтобы применять его при составлении прогнозов необходимо разделить весь рассматриваемый период выпадения осадков на отдельные случаи или разделить каждый случай выпадения осадков на отдельные периоды. Данный метод может применяться в оперативной практике только в тех случаях, когда имеет значение поверхностный сток, и единственно обоснованным является простой подход [4].

### **2.2. Модель «Сакраменто»**

Другой метод прогноза паводка – модель «Сакраменто» [5]. Она была разработана в Национальной службе погоды США в Сакраменто, штат Калифорния. Пространственно – сосредоточенная непрерывная модель учета почвенной влаги, идеальная модель для моделирования крупных бассейнов (площадью более 1 000 км<sup>2</sup>). Модель использует как входные данные: среднее количество осадков, испарение и температуру. Обычно используются в автоматизированных системах прогнозирования паводков (рис. 1).

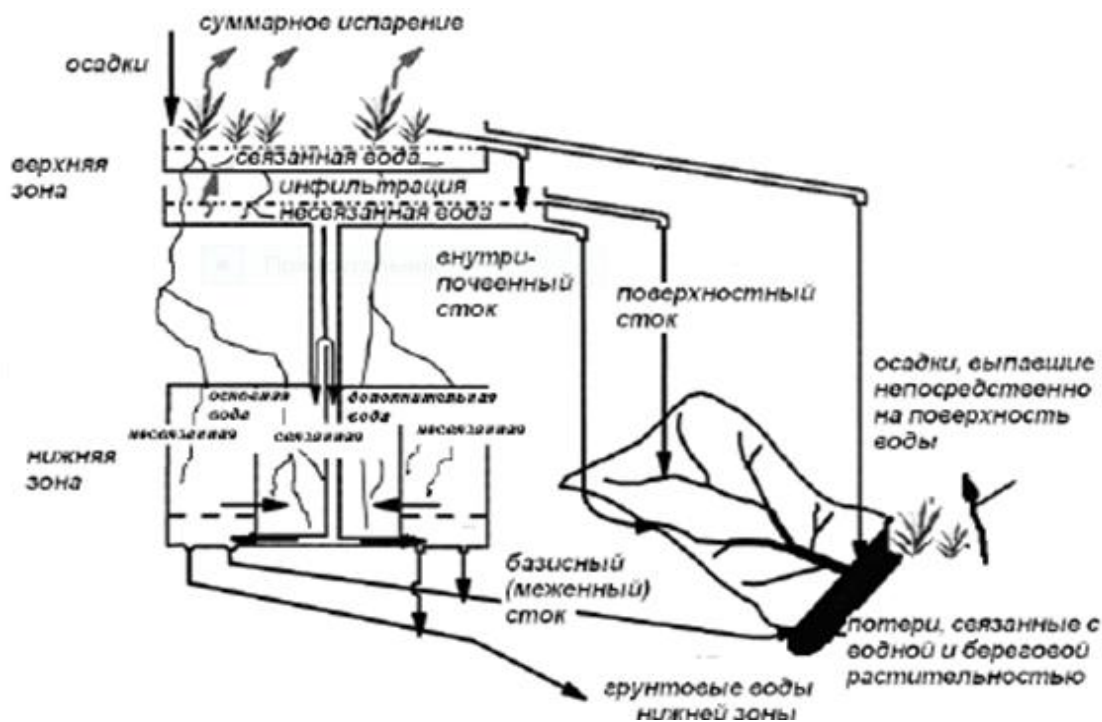


Рис. 1. Визуальное представление модели «Сакраменто»

Для компиляционного процесса требуются входные параметры, такие как: временные ряды по осадкам (дожди и снеготаяние), оптимальными является наличие временных рядов по испарению, по пространственному распределению снежного покрова.

Процесс работы модели основывается на уравнении фильтрации. Фильтрация из верхней зоны в нижнюю зону определяется по уравнению [5]:

$$P_{RATE} = P_{BASE} [1 + Z_{PERC} * R_{DC}^{REXP}] \frac{U_{ZFWC}}{U_{ZFWM}},$$

(1)

где  $P_{RATE}$  – Percolation rate – скорость фильтрации (просачивания);  $P_{BASE}$  – скорость, с которой будет происходить фильтрация в случае насыщения нижней зоны и при неограниченном запасе влаги в верхней зоне (рассчитывается как сумма запасов свободной воды в первичной и вторичной емкостях, каждый из которых умножается на свой коэффициент оттока);  $Z_{PERC}$  – параметр модели, который определяет диапазон изменений скорости фильтрации;  $R_{DC}$  – отношение дефицита влаги нижней зоны влагоемкости, т.е. если  $R_{DC} = 0$ , тогда нижняя зона полностью насыщена, а если  $R_{DC} = 1$ , то полностью сухая;  $REXP$  – параметр модели, который определяет форму кривой зависимости между максимальным и минимальным значениями скорости фильтрации, указанными выше;  $U_{ZFWC}$  – содержание свободной влаги в верхней зоне;  $U_{ZFWM}$  – влагоемкость верхней зоны.

Модель «Сакраменто» успешно используется в оперативной деятельности Национальной службы погоды США и при моделировании стока с нескольких водосборов, расположенных в Австралии с разной дискретностью. Использование данной модели в Казахстане предусматривает наличие входных параметров, необходимых для компиляции модели, модель рельефа и сведения о доминирующих почвогрунтах [5].

### 3. Расчетные методы

Расчетные методы прогнозирования – это второй подход в прогнозировании паводка, который в последнее время приобрел популярность. Процедуры прогнозирования в возрастающей степени основываются на более полных физических описаниях основных гидрологических и гидравлических процессов. Во многих случаях,

когда необходимы прогнозы расходов или уровней воды по длине реки, гидрологи используют модели типа «осадки – сток» совместно с моделями распространения паводочной волны. Если осадки представлены в форме снега, применяются модели снеготаяния. Эти модели различаются по точности и сложности. Следуя за достижениями в сфере науки, прогностические модели становятся в последнее время более гибкими с точки зрения предоставления информации и возможности использования новых, данных и накопленного опыта в режиме реального времени [3, 4].

### 3.1. Генетическая формула стока

Простейший механизм формирования паводков (предложен А. Н. Бефани) может быть представлен в виде так называемой генетической формулы стока. Считается, что на водосбор площадью  $F$  непрерывно, начиная с момента  $t$ , равномерным слоем выпадают осадки. Время, за которое стокообразующая часть осадков от наиболее удаленной точки водосбора добегаем до замыкающего створа, называется бассейновым (суммарным) временем добегания  $\tau$ . Выбирается расчетная единица времени, и площадь бассейна расчленяется на единичные площади, сток с которых происходит за некоторый интервал времени [4].

Границами единичных площадей  $f$  являются линии, соединяющие точки с одинаковым временем добегания (изохронами). Метод позволяющий получить как качественную, так и количественную картину расчета и прогноза стока называется методом изохрон. Расход воды на выходе из участка в первую единицу времени после начала выпадения осадков происходит лишь с площади  $f$ :

$$Q = f(x - p), \quad (2)$$

где  $(x - p)$  – эффективный слой осадков (слой осадков с учетом потерь, которые, как и осадки, считаются равномерно распределенными по площади);  $Q$  – расход в замыкающем створе бассейна в момент времени  $t$ .

Наибольшее значение в расчете стока имеют потери вод на поверхностное впитывание. Под поверхностным задержанием  $P_3$  понимается слой воды, расходующийся на заполнение бессточных депрессий рельефа и микрорельефа [4]. Величина задерживаемой воды может быть вычислена по формуле:

$$P_3 = (P_c + kEt)(1 - e^{-\frac{x}{kEtP_c}}), \quad (3)$$

где  $P_3$ ,  $P_c$  – высота слоя задержания и смачивания на единицу площади бассейна, покрытого растительностью, соответственно;  $k$  – величина отношения площади поверхности растительного покрова к площади, покрытой растительностью;  $E$  – интенсивность испарения с поверхности растительного покрова (на единицу площади этой поверхности);  $t$  – продолжительность дождя;  $x$  – количество осадков.

Также широкое распространение получила модификация данной методики Е.Г. Поповым, который предложил оценивать поверхностное задержание по формуле:

$$P_3 = P_0(1 - e^{-\frac{x-I}{P_0}}), \quad (4)$$

где  $P_0$  – некоторая геоморфологическая характеристика бассейна, определяемая как слой воды, задерживаемой на поверхности бассейна при полном заполнении всех бессточных углублений;  $x$  – слой осадков;  $I$  – количество воды, израсходованное на впитывание (инфильтрацию). Слой задержания зависит как от степени предшествующего увлажнения почвогрунтов, так и от осадков [4].

Важной характеристикой для оценки потерь и, в конечном счете, для предвычисления стока является степень увлажнения верхнего слоя почвы. Прибегают к оценке влагозапасов по уравнению водного баланса метрового слоя почвогрунта:

$$W_2 = W_1 + X - Y_{\text{пов}} - P - E, \quad (5)$$

где  $W_1, W_2$  – запас воды в метровом слое почвы соответственно на конец, и начало расчетного интервала времени;  $X, Y_{\text{пов}}, E$  – осадки, сток и испарение (за этот же интервал);  $P$  – количество воды, просочившейся в нижележащие слои.

### 3.2. Скорость добегания

В гористой местности применяется методика, основанная на вычислении скорости добегания паводочной воды [1]. В большинстве регионов и повсеместно в горах правилом является существование двух волн добегания – поверхности или почвогрунте. Скорость поверхностного течения воды связана с глубиной склоновых потоков степенной зависимостью:

$$v = m_{\text{п}} \sqrt{i} y^r = c y^r, \quad (6)$$

где  $i$  – уклон;  $c$  – глубина потока, осредненная по ширине склоновой площадки или полосы;  $m_{\text{п}}, r$  – параметры [1].

Параметр  $m_{\text{п}}$  зависит от степени шероховатости, которая изменяется в широких пределах. Основными факторами, определяющими величину коэффициента  $m_{\text{п}}$  являются густота и характер травянистого яруса растительности. Например, для обнаженной почвы данный параметр равен 9, а для нетронутых лесов 1.

Для контактных (почвогрунтовых) вод скорость добегания:

$$v = v_0 i^{0,5}, \quad (7)$$

$i$  – уклон склона;  $v_0$  – скорость течения при  $i = 1$ ; параметр  $v_0$  зависит от строения дренирующего грунта.

Так, зная уклон склона, глубину потока, параметры потока, зависящие от типа почвы, можно вычислить величину скорости добегания и как следствие спрогнозировать паводок. Данная методика может существовать параллельно с другими и давать хорошие результаты для гор и холмов [6].

### 3.3. Модель Рутгера

В зонах с развитой растительностью применяется модель Рутгера, описывающая процесс задержания осадков растительностью, которая позволяет определять интенсивность количества влаги, задержанной поверхностью растительного покрова:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = Q - K e^b (C - S), \quad (8)$$

$$\text{где } Q = \begin{cases} P_1 P_2 (P - \frac{E_p C}{S}) & \text{при } C < S \\ P_1 P_2 (P - E_p) & \text{при } C \geq S \end{cases},$$

$C$  – слой воды, задержанной поверхностью растительного покрова;  $S$  – водоудерживающая способность растительного покрова;  $P$  – интенсивность выпадения жидких осадков;  $P_1$  – доля площади, покрытой растительностью;  $P_2$  – отношение общей площади листовой поверхности к площади, покрытой растительностью;  $E_p$  – интенсивность потенциального испарения;  $K, b$  – фильтрационные параметры;  $t$  – время [7].

Процесс перехватывания моделируется как емкость перехвата, которая должна быть заполнена в течение периода поступления воды на поверхность. Размер емкости перехвата  $I_{\text{max}}$  зависит от типа растительности и ее стадии развития, которое характеризуется индексом листовой поверхности  $L_{AI}$ :

$$I_{\text{max}} = C_{\text{int}} * L_{AI}, \quad (9)$$

где  $C_{\text{int}}$  – коэффициент перехвата, которая определяет способность перехвата растительностью.

Отношение площади листьев к единице площади поверхности называется индексом листовой поверхности. Для различных типов зерновых культур были установлены обобщенные функции изменения индекса листовой поверхности во времени [7].

#### 3.4 Метод, основанный на определении заторов льда

Для прогнозирования паводка вызванного заторами, применяется методика основанная на определении скоплений льда в русле реки. Затор препятствует живому течению и вызывает подъем уровня воды в месте скопления льда и на некотором участке выше него. Заторы, как правило, образуются при вскрытии рек при скоростях течения более 0,6 м/с. Предварительная стадия прогнозирования включает оценку возможности образования затора. Для прогнозирования максимального заторного уровня воды по данным метеорологических наблюдений необходимо знать расход воды, температуру воздуха и сведения о ледовой обстановке. По этим данным строят совмещенные хронологические графики расходов и уровней воды для ряда гидрологических постов. В результате анализа колебаний уровней воды устанавливаются места и сроки образования заторов и зажоров, а также определяют уровни подъема воды. При отсутствии данных гидрометеорологических наблюдений исходными данными являются: уровни и расходы воды, уклоны водной поверхности, глубина и скорости течения, а также ширина открытого русла. Уклон, глубину и ширину русла определяют промерами и нивелировкой урезов воды и берегов. Скорость течения можно измерить или рассчитать, а расход воды определить по формуле:

$$Q = W * S, \quad (10)$$

где  $W$  – средняя скорость течения в створе, м/с;  $S$  – площадь поперечного сечения русла, м<sup>2</sup>.

Средняя скорость течения в створе может быть вычислена по формуле [8]:

$$W = \frac{1}{n} h^{2/3} j^{-1/2}$$

где  $n$  – коэффициент шероховатости;  $h$  – средняя глубина русла, м;  $j$  – уклон водной поверхности.

Заблаговременность прогноза для узких горных рек может составлять от нескольких часов – по мере увеличения длины реки и уменьшения уклона – до нескольких суток, а на крупных долинных реках от 15 до 20 суток.

Известным способом разрушения затора льда является его подрыв. Также для разрушения льда на поверхности воды может быть использован электрогидравлический эффект. Его сущность заключается в том, что при высоковольтном импульсном искровом разряде внутри объема жидкости вокруг зоны разряда возникает высокое гидравлическое давление, при этом практически несжимаемая жидкость с огромной силой раздвигается во все стороны от линии разряда и создает гидравлический удар [9].

Прогнозирование и устранение заторов могут предотвратить возникновение паводка.

#### Выводы

Существует большое количество моделей прогнозирования паводка, и, большей частью, они отличаются друг от друга по сложности использования и точности выдаваемых прогнозов. Статистические модели, как правило, состоят из таблиц, графиков или установленных эмпирическим путем отношений. Более сложные системы гидрологического моделирования используют данные наблюдений дистанционного зондирования, а также составные гидрологические модели, объединенные друг с другом для получения более точных гидрологических прогнозов. Так, индекс влажности почвы пригоден для разового анализа гидрологического события, и вызывает затруднения при прогнозе на длительные сроки, но тем самым является наиболее оперативным. Другой

метод – модель «Сакраменто» позволяет рассчитать паводок на крупных бассейнах.

Расчетная модель, основанная на определении генетического стока, использует данные об осадках в реальном времени, и преобразуют эти данные наблюдений в значения стока в будущем. Метод, основанный на скорости добегания, позволяет спрогнозировать паводок, зная величины параметров потока и значение уклона реки. Также данный метод в большей степени ориентирован на саму почву, на её строение, физические и химические параметры.

Изобилие гидрологических моделей позволяет выбрать тот метод прогнозирования паводка, который является наиболее доступным, точным, быстрым, дешевым и дает лучший результат для данной местности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### 1. Паводок

URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D0%BA> (Дата обращения: 02. 05. 16).

### 2. Паводки

URL:<http://fb.ru/article/144438/pavodki---eto-prirodnyie-yavleniya-proyavlyayuschiesya-podtopleniem-blizlejaschih-k-vodoemam-territoriy> (Дата обращения: 03. 05.16)

### 3. Комплексное управление водными ресурсами

URL:[http://www.whycos.org/hwrrp/guide/chapters/russian/original/WMO168\\_Ed2009\\_Vol\\_II\\_C\\_h7\\_Up2008\\_ru.pdf](http://www.whycos.org/hwrrp/guide/chapters/russian/original/WMO168_Ed2009_Vol_II_C_h7_Up2008_ru.pdf) (Дата обращения: 03.05.16)

4. Георгиевский, Ю.М. Гидрологические прогнозы: Учебник / Ю. М. Георгиевский, С. В. Шаночкин. – СПб.: РГГМУ, 2007. – 436 с.

5. Кулейко, А.С. Применение концептуальной модели «Сакраменто» для Казахстанского типа рек // А. С. Кулейко // Наука и образование – 2014. – 2014.- с. 4347 - 4349

6. Бефани, Н.Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей / Н.Ф. Бефани. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 162 с.

### 7. Моделирование гидрологических систем

URL:[http://www.whycos.org/hwrrp/guide/chapters/russian/original/WMO168\\_Ed2009\\_Vol\\_II\\_C\\_h6\\_Up2008\\_ru.pdf](http://www.whycos.org/hwrrp/guide/chapters/russian/original/WMO168_Ed2009_Vol_II_C_h6_Up2008_ru.pdf) (Дата обращения: 19. 05.16).

### 8. Управление гражданской защитой

URL:[http://74.mchs.gov.ru/upload/site60/document\\_file/HUIEweARrj.doc](http://74.mchs.gov.ru/upload/site60/document_file/HUIEweARrj.doc) (Дата обращения: 21.05.16)

### 9. Способ ликвидации ледяного затора

URL: <http://www.findpatent.ru/patent/233/2338836.html> (Дата обращения: 21. 05.16)

## ОБ АВТОРАХ



**Кишалов Александр Евгеньевич**, доц. каф.авиационной теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ, дипл. инж. (УГАТУ, 2006). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2010) Исследования в области имитационного моделирования автоматки авиационных ГТД, трёхмерного численного моделирования процессов, происходящих в камерах сгорания авиационных ГТД.

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





**Валиуллина Диана Харисовна**, Студент 2-го курса ЗЧС каф. БП и ПЭ.

e-mail: [dihar.96@mail.ru](mailto:dihar.96@mail.ru)

УДК 628.518

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПРОТЯЖЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ЗОН, СОЗДАВАЕМЫХ ПЕРЕДАЮЩИМИ ОБЪЕКТАМИ, С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Иванов В. В., Калимуллина Э. Р., Шмидт С. П.**

Быстрое развитие телекоммуникационного оборудования привело к увеличению мощности излучения передающих устройств. Кроме того, расширяется диапазон передаваемых частот (от ОВЧ к СВЧ), что в свою очередь ухудшает экологическую ситуацию по электромагнитному фактору.

Существуют три устойчивые тенденции дальнейшего развития телекоммуникационных средств, которые заставляют обращать пристальное внимание на вопросы электромагнитной безопасности [1].

Первая – увеличение количества излучающих средств за счет технического освоения и более плотного заполнения частотных диапазонов, расширения сети радиосвязи и радиовещания, увеличения каналов телевизионного вещания и других служб.

Вторая – увеличение энергетических потенциалов технических средств путем увеличения мощностей приборов и передатчиков, увеличения эффективности передающих антенн средств телекоммуникаций и их территориальной концентрации.

Третья – внедрение сложной электронной бытовой техники, персональных компьютеров и других достижений новых технологий в телекоммуникационной области (Internet of Things — IoT, технология ZigBee и т.д.).

Другим обстоятельством, влияющим на ухудшение электромагнитной безопасности, являются всё ускоряющиеся темпы уплотнительной застройки.

В условиях современной уплотнительной застройки и высоких цен на землю здания строят близко друг к другу. При этом операторам сотовой связи и мобильного интернета требуется обеспечить качественный сигнал в данных условиях. Для устранения "мёртвых зон" приходится увеличивать мощность имеющихся источников электромагнитных полей (ЭМП) или количество передатчиков.

Наблюдаемое осложнение экологической ситуации по электромагнитному фактору следует связывать, в первую очередь, с преобладанием ведомственных, исключительно коммерческих и потребительских подходов к вопросам эксплуатации передающих устройств.

Основным способом определения протяженности биологически опасных зон, при проведении санитарной электромагнитной экспертизы излучающих объектов, является метод математического моделирования. Применение этого метода заложено в основу составления санитарного паспорта излучающего объекта, в котором в обязательном порядке должны быть материалы расчетов ЭМП и санитарных зон. Математические модели расчетного прогнозирования закладываются в нормативные методические

документы[1].

Основными материалами стен зданий являются кирпич (оштукатуренный), железобетон (с разной арматурой), дерево. Для исследуемого случая взята типовая железобетонная стена толщиной порядка полуметра и оконный блок. Так как затухание в оконном блоке мало (4-4,5 дБ) по сравнению с железобетонной стеной (18 дБ) делаем вывод, что требуются дополнительные меры защиты от излучения передающих антенн[5]. Такой защитой может быть экранирование металлическими оконными пленками из различных металлов обладающих высокой проводимостью, металлизированными тканями и классической металлической сеткой.

Одним из эффективных методов защиты от электромагнитного излучения является экранирование – защита от воздействия внешних полей и локализация излучения каких-либо средств, препятствующая проявлению этих излучений в окружающей среде. Ниже рассмотрена эффективность применения классических и современных материалов для защиты зданий, домов, дач, коттеджей от воздействия высокочастотного электромагнитного излучения и сравнение полученных результатов экранирования.

В соответствии с санитарными нормами СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 и СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 критерием электромагнитной безопасности является выполнение условия[2]:

$$\sum_{k=1}^q (P_k / P_{\text{ПДУ}}) \leq 1,$$

где  $P_{\text{ПДУ}}$  – предельно допустимый уровень в единицах плотности потока энергии ППЭ для диапазона частот  $\geq 300$  МГц;

$P_k$  – ППЭ, создаваемая излучением  $k$ -ой антенной;

$q$  – количество антенн, излучающих в диапазоне частот  $\geq 300$  МГц.

Расчет эффективного значения напряженности электрического поля производится по следующей интерференционной формуле (МУК 4.3.1677-03) [3]:

$$E = \sqrt{\frac{E_A \cdot E_A^*}{2}} = \sqrt{\frac{30 \cdot P_0 \cdot G_0 \cdot P_{\text{афт}}}{R}} \cdot K_{\text{ф}} \cdot F_{\text{в}}(\theta) \cdot F_{\text{г}}(\varphi);$$

$E_A$  – амплитудное значение напряженности электрического поля;

$E_A^*$  – комплексно сопряженное амплитудное значение напряженности электрического поля;

$P_0$  – мощность на входе АФТ;

$G_0$  – коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя в направлении максимума излучения;

$P_{\text{афт}}$  – коэффициент потерь в АФТ;

$R$  – расстояние от геометрического центра антенны до точки наблюдения (наклонная дальность), м;

$F_{\text{в}}(\theta)$ ,  $F_{\text{г}}(\varphi)$  – нормированные диаграммы направленности (ДН) антенны в вертикальной и горизонтальной плоскостях по полю;

$\theta$  – угол между направлением на точку наблюдения и плоскостью горизонта;  $\varphi$  – азимут;

$K_{\text{ф}} = 1,15 \dots 1,3$  – интерференционный коэффициент, учитывающий влияние отражений от земной поверхности и застройки. При расчетах принято:  $K_{\text{ф}} = 1,3$ .

Расчеты ППЭ в какой-либо точке, отстоящей от излучающей антенны на расстояние  $R$ , и протяженность биологически опасных зон производятся по формулам:

$$P(\text{мкВт/см}^2) = 0,265E^2 (\text{В/м});$$

$$R_{\text{гр}}(\text{м}) = 2,82 \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{ЭКВ}}(\text{Вт})}{P_{\text{ПДУ}}(\text{мкВт/см}^2)}} \cdot F_{\text{в}}(\theta) \cdot F_{\text{г}}(\varphi) \cdot K_{\text{ф}}.$$

где  $P_{экс} = P_{ex.a} \cdot G_0$  – ЭИИМ в максимуме ДН антенны;

$P_{ex.a} = P_0 \cdot \Pi_{aфm}$  – мощность на входе антенны.

Для расчета биологически опасной зоны была использована антенна Andrew CVVPX308.10R3 с коэффициентом усиления 17,9 дБи и типовой диаграммой направленности, представленной на рисунке 1, подключенная к передатчику выходной мощностью 100 Вт (радиоблок базовой станции типа Ericsson RBS 6601) [4].

#### Результаты расчета и моделирования.

Был произведен расчет протяженности биологически опасных зон в свободном пространстве согласно методике, результаты сведены в таблицу:

Отклонение от главного максимума, градус	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Протяженность биологически опасных зон, м.	91	72,3	57,4	36,2	22,9	16,2	7,23	3,62	1,62	0,51

Проведено моделирование в среде Matlab Antenna Toolbox:

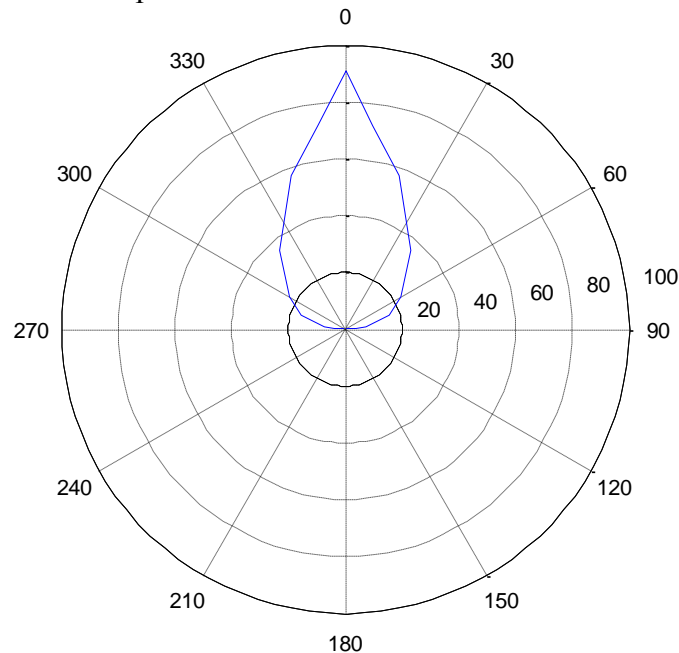
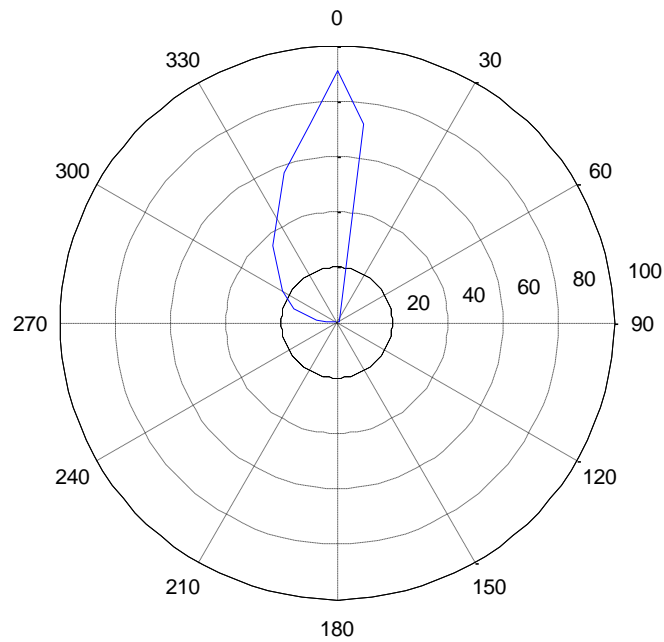


Рис. 1. Протяженность биологически опасных зон в свободном пространстве

Далее рассмотрен случай неправильного расположения антенны: правый лепесток диаграммы направленности вблизи (с 20 градусов) антенны падает на железобетонную стену.

Результаты сведены в таблицу:

Отклонение от главного максимума, градус	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Протяженность биологически опасных зон, м.	91	72,3	0,91	0,57	0,36	0,26	0,11	0,06	0,03	0,01



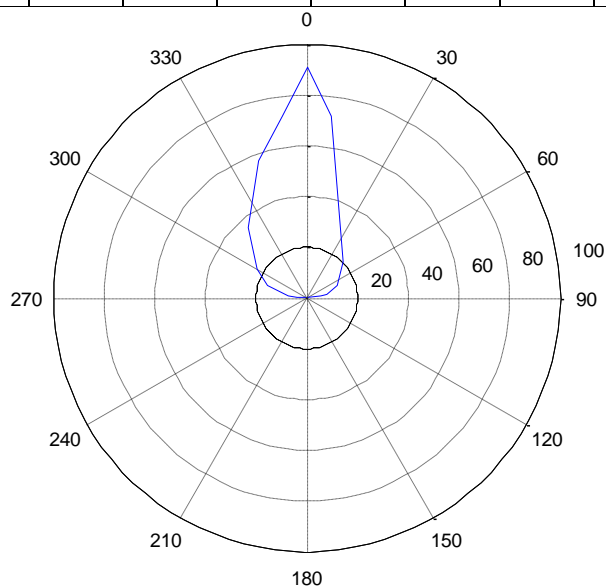
**Рис. 2.** Протяженность биологически опасных зон при затухании в железобетонной стене

Из расчетов и моделирования делаем вывод, что железобетонная стена обеспечивает достаточную защиту на отклонении более 30 градусов от главного максимума и не нуждается в дополнительном экранировании.

Рассмотрен случай неправильного расположения антенны: правый лепесток диаграммы направленности вблизи (с 20 градусов) антенны падает на оконные блоки.

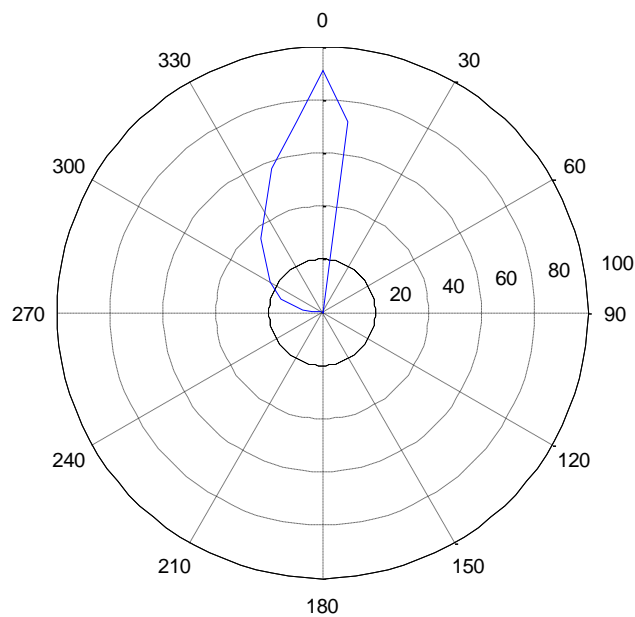
Результаты сведены в таблицу:

Отклонение от главного максимума, градус	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Протяженность биологически опасных зон, м.	91	72,3	20,4	12,8	8,11	5,74	4,32	1,62	0,81	0,27



**Рис. 3.** Протяженность биологически опасных зон при затухании в оконном блоке



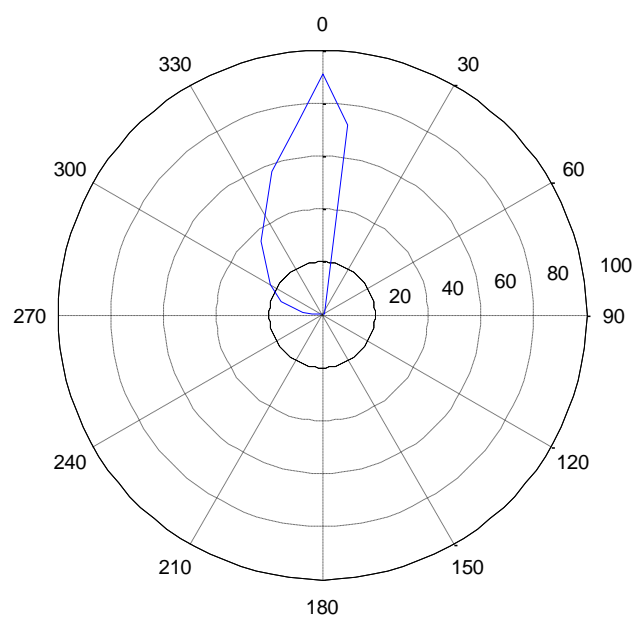


**Рис. 5.** Протяженность биологически опасных зон при затухании в оконном блоке с использованием металлизированной ткани

Рассмотрен случай неправильного расположения антенны: правый лепесток диаграммы направленности вблизи (с 20 градусов) антенны падает на оконные блоки, но произведено дополнительное экранирование с использованием металлической сетки.

Результаты сведены в таблицу:

Отклонение от главного максимума, градус	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Протяженность биологически опасных зон, м.	91	72,3	0,64	0,41	0,26	0,18	0,12	0,05	0,02	0



**Рис.6.** Протяженность биологически опасных зон при затухании в оконном блоке с использованием металлической сетки

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование современных материалов эффективно и технологично для защиты жилых и рабочих зон от воздействия



высокочастотного электромагнитного излучения. Нужно отметить, что, хотя металлизированная ткань показала лучшие результаты при экранировании, её использование весьма ограничено. Это связано с низким светопропусканием, большой массой и высокой стоимостью. Поэтому её использование оправданно только в местах с значительным превышением уровней ЭМП (более 100 раз). Тогда как металлизированные пленки обеспечивают более низкий уровень экранирования, но при этом более удобны в установке и использовании, имеют высокий уровень светопропускания и низкую стоимость по сравнению с металлизированной тканью. Вследствие этого можно рекомендовать применение металлизированной пленки в случае прогнозируемого расчётами превышения уровня ЭМП порядка 100 раз.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. – 240 с.
2. Постановление от 9 июня 2003 г. N 135 «О введении в действие санитарных правил и нормативов - СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03» (в ред. Изменений N 1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.12.2007 N 91)
3. Методические указания МУК 4.3.1167-02 "Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 300 МГц - 300 ГГц" (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 7 октября 2002 г.)
4. <http://www.alliancecorporation.ca/wireless-infrastructure/antennas/149/76/base-station-antennas/argus-dual-pol-tri-band-antenna-cvvp308-10r3-detail>
5. Лещанский Ю. И., Ульянычев Н.В. и др. Электрические параметры кирпича, цемента и древесины в диапазоне метровых-сантиметровых радиоволн. Ред. журн. «Изв. ВУЗов – Радиопизика». Горький, 1982. 7 с. Ил.-Библиогр.: 2 назв. Рус.-Деп. ВИНТИ. № 4772-82.

### ОБ АВТОРАХ

**Иванов Владислав Викторович**, студент группы ИКТ-406 каф. телекоммуникационных систем, АВИАТ УГАТУ

**Калимуллина Элида Рашитовна**, студент группы СТС-402 каф. информатики, ФИРТ УГАТУ

e-mail: [kalimullina.elida@yandex.ru](mailto:kalimullina.elida@yandex.ru)

**Шмидт Святослав Павлович**, студент группы ИКТ-406 каф. телекоммуникационных систем, АВИАТ УГАТУ

## ОБЗОР ПОКОЛЕНИЙ ВОЕННЫХ ЛА И ГТД. ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Субхангулов А. А.

«Без двигателя нет самолёта,  
без самолёта нет авиации,  
без авиации нет армии,  
а без армии нет государства»

Генеральный директор Объединения «Люлька – Сатурн» Юрий Ласточкин  
**Введение**

В современном понимании самолет - это летательный аппарат тяжелее воздуха с силовой установкой для создания тяги и крылом, создающим (при наличии поступательного движения под действием тяги) подъемную силу. [1]

Ключевым фактором существования и эффективности этого аппарата является двигатель с его тяговыми, экономическими, экологическими, весогабаритными и другими эксплуатационными характеристиками, среди которых наиболее важными являются надежность и безопасность эксплуатации. Уникальное сочетание свойств и способность эффективно функционировать в существенно различных условиях является одной из основных причин, по которым в зарубежной экономике авиационный двигатель считается самостоятельным с коммерческой точки зрения продуктом. [2]

### Поколения ЛА

В процессе развития реактивной боевой авиации сменилось несколько поколений самолетов фронтовой (тактической) авиации и авиации противовоздушной обороны (ПВО). Следует отметить, что классификация самолетов по поколениям весьма условна, поскольку часть модификаций самолетов любого поколения по своему техническому уровню не уступает самолетам следующего поколения. Основанием для такой классификации служат какие-либо новые технические решения, применение которых радикально отличает самолет данного поколения от предшествующих. [3]

**Нулевое поколение – время проб и ошибок [4]**

#### Черты поколения:

- Прямое крыло либо небольшой угол стреловидности
- Унаследованные от поршневых самолетов аэродинамические обводы
- Низкая надежность первых турбореактивных двигателей
- Пулеметно-пушечное вооружение
- Скорости до 900 км/ч
- Высотность до 13000 метров

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 1-4.



Рис. 1. Me-262 (Германия)



Рис. 2. МиГ-9 (СССР)



Рис. 3. P-80 (США)



Рис. 4. Meteor (Великобритания)

**Первое поколение – новые конструкции, новые проблемы [5]****Черты поколения:**

- Стреловидное крыло
- Небольшие размеры фюзеляжа
- Простейшее радиолокационное оборудование
- Пушечно-пулеметное вооружение
- Скорости до 1000–1100 км/ч
- Высотность до 15–16 км

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 5-8.



**Рис. 5.** МиГ-17 (СССР)



**Рис. 6.** МиГ-17 (США)





Рис. 7. MD-450 (Франция)



Рис. 8. Saab 29 (Швеция)

***Второе поколение – стремительный прорыв [6]***

**Черты поколения:**

- Сверхзвуковые скорости (до 2 М)
- Горизонтальная маневренность принесена в жертву скоростным характеристикам
- Массовое распространение радаров
- Первые управляемые ракеты
- Концепция перехватчика
- Двигатели с форсажными камерами
- Высотность до 19 км

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 9-11.



**Рис. 9.** МиГ-21 (СССР)



**Рис. 10.** F-105 (США)



**Рис. 11.** Mirage III (Франция)



**Третье поколение: многофункциональность, гибкость, рекорды [7]****Черты поколения:**

- Принципиально новые формы планера
- Крыло изменяемой стреловидности
- Широкое распространение высокоточных прицельных систем
- Выполнение одним самолетом множества ролей
- Повышение надежности и точности ракет "воздух-воздух"
- Высокоточное вооружение "воздух-земля"
- Возросшая роль электроники в управлении самолетом
- Скорости >3000 км/ч (МиГ-25), средняя – 2700 км/ч
- Высотность >22 км

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 12-15.



**Рис. 12.** Як-28 (СССР)



**Рис. 13.** F-111 (США)



Рис. 14. Mirage F1 (Франция)



Рис. 15. Kfir (Израиль)

**Четвертое поколение – снова маневренность. Электронная начинка. [8]**

**Черты поколения:**

- Радары, способные видеть цель на фоне земли и обеспечивать обстрел двух и более целей одновременно
- Ракеты "воздух-воздух" с дальностью свыше 50 км
- Вывод информации в кабине на многофункциональные дисплеи
- Высокая маневренность за счет неустойчивой схемы и электродистанционной системы управления
- Интегральная схема планера
- Цифровая электроника и высокая автоматизация процессов
- Высокая тяговооруженность
- Многофункциональность и использование высокоточного оружия
- Высокая степень взаимодействия с другими самолетами и станциями обнаружения, широкая ситуационная осведомленность
- Скорости до 2700 км/ч
- Высотность до 23 километров

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 16-20.



**Рис. 16.** Су-27 (СССР)



**Рис. 17.** F-16 (США)



**Рис. 18.** Mirage 2000 (Франция)





Рис. 19. J-10 (КНР)



Рис. 20. JAS-39 (Швеция)

### ***Поколение 4+ – предел возможностей [9]***

Интересно такое явление, как поколение 4+ и 4++. Это определение относится к истребителям, которые по ряду признаков уже "не помещаются" в просто четвертое поколение, однако полноценным пятым считаться также не могут. Наиболее адекватно определить суть этого явления можно как "доведенные до технологического максимума возможности четвертого поколения".

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 21-24.



**Рис. 21.** Су-35С (Россия)



**Рис. 22.** F/A-18E/F Super Hornet (США)



**Рис. 23.** Dassault Rafale (Франция)





**Рис. 24.** Eurofighter Typhoon (совместный англо-германо-испано-итальянский самолет EF-2000)

*Пятое поколение – быть невидимым, видеть все [10]*

**Черты поколения:**

- Малозаметность в радиолокационном и инфракрасном диапазонах
- Радар с активной фазированной решеткой
- Сверхманевренность
- Крейсерский сверхзвук
- Высочайший уровень автоматизации
- Развитая система обмена информацией с внешними источниками
- Многофункциональность
- "Активная обшивка" с комплексом датчиков, позволяющих получать полную информацию об окружающей обстановке.

Самолёты данного поколения изображены на рисунках 25-29.



**Рис. 25.** F-22 (США)





**Рис. 26.** F-35 «Лайтнинг» II (США)



**Рис. 27.** Т-50 (Россия)



**Рис. 28.** J-31 (КНР)



**Рис. 29.** Mitsubishi ATD-X (Япония)

### ***Шестое поколение – Будущее.***

Предполагается, что истребители следующего (шестого) поколения будут представлять собой автоматизированные беспилотные комплексы, не ограниченные в маневренности и скорости «человеческим фактором», включённые в общую компьютерную систему управления боевыми действиями.

**1.** Истребитель шестого поколения будет иметь «сверхнизкий профиль» с плавными обводами фюзеляжа и крыла. По некоторым сведениям, российская компания «Сухой» разрабатывает истребитель шестого поколения по схеме «утка» с обратной стреловидностью крыла, которое полностью интегрировано в фюзеляж. Вертикальное оперение двухкилевое. Американская компания Boeing разрабатывает самолет F/A-XX без вертикального оперения по схеме «летающее крыло», напоминающего бомбардировщик B-2. Истребитель будет оснащен двигателями с изменяемым вектором тяги, и будет способен выполнять взлет и посадку на укороченные ВПП.

**2.** Все истребители шестого поколения будут иметь сверхзвуковую крейсерскую скорость. Возможно, некоторые из них будут иметь гиперзвуковую скорость полета, эти технологии апробируются на воздушно-космическом самолете X-37В. Истребитель, разрабатываемый компанией «Сухой», будет иметь крейсерскую скорость 1,26М и плазменные стелс-технологии.

**3.** Будет дальше развиваться маневренность машин. Истребитель шестого поколения будет иметь сверхманевренность на сверхзвуковых скоростях. Россия намерена использовать технологии двигателей с управляемым вектором тяги  $\pm 20$  град, что позволит самолету легко маневрировать на углах атаки 60 град. F/A-XX также будет обладать суперманевренностью.

**4.** Возможность нанесения дальнего удара. Истребители шестого поколения будут обладать очень большой дальностью полета, что позволит им наносить удары на «супердальних» дистанциях. Истребитель F/A-XX будет оснащен мощным лазерным и электромагнитным оружием, а также ракетами с гиперзвуковой скоростью полета.

**5.** Истребитель нового поколения будет интегрирован со всеми системами боевого управления и поражения — наземными, воздушными, морскими, подводными и космическими.

**6.** Самолеты могут использоваться как в пилотируемом, так и беспилотном режимах (F/A-XX). США планируют оснастить свои ВВС и ВМС истребителями нового поколения в 2030-2050 годах. С учетом бюджетных трудностей, министерство обороны США планирует отодвинуть срок принятия на вооружение новых истребителей до 2040 года. [11]

**7.** Возможен будет выход в открытый космос. До настоящего времени ни один пилотируемый самолет не поднимался выше 40 км, так как для полета обычного самолета необходима аэродинамическая подъемная сила, создаваемая потоками воздуха на несущих поверхностях – крыльях, которые обязательны для всех летательных аппаратов

аэродинамического типа. Величина аэродинамической подъемной силы зависит от плотности окружающего воздуха. Для подъема самолета на большую высоту необходим принципиально иной характер полета, в данном случае – без опоры на воздух. В настоящее время верхние слои атмосферы освоены искусственными спутниками Земли и баллистическими ракетами, которые не нуждаются в крыльях. Сила притяжения Землей искусственного спутника уравновешивается центробежной силой, возникающей при его быстром вращении вокруг планеты. Таким качеством обладает концепция баллистического ракетоплана.

**8. Внедрение биомиметических технологий или само возрождающийся системы**  
Рассмотрим несколько примеров:

Система синтетического видения может применяться в самолетах индивидуального пользования. Она передаст наиболее сложные и опасные функции из рук пилота под ответственность электронной «нервной системы» машины. Управлять ею будет не сложнее, чем автомобилем. Система позволит пилоту получить полное представление об окружающей обстановке, даже если полет происходит в тумане, в облаках и темноте. Если сегодня на мониторах можно видеть лишь данные о высоте, курсе и скорости полета, то в новую разработку войдут блоки, сообщающие о присутствии в непосредственной близости других летательных аппаратов и отображающие компьютеризованную картину окружающей ландшафта, которая, независимо от условий видимости, дает ясное представление о положении самолета. При вводе координат пункта назначения на дисплее отобразится виртуальный маршрут – трехмерное «шоссе в небесах», которого пилоту остается придерживаться. В рамках биомиметических технологий рассматривается и другая перспективная технология – система самовосстановления. Ее суть – в подражании природным процессам. В будущем разработка позволит машинам самим «заботиться» о своем состоянии самыми изощренными методами. Система сможет подробно и квалифицированно рассказать о проблеме и ее решении. Самолет, оценив опасность ситуации, может, к примеру, сообщить пилоту, сколько времени осталось в его распоряжении, прежде чем неисправность перерастет в критическую, и предоставит список ближайших аэродромов, где имеется возможность совершить посадку и получить техническую помощь. Наиболее популярная идея – трансформирующийся самолет. Если удастся разработать соответствующую решению этой задачи технологию, самолет сможет плавно менять форму, непрерывно поддерживая оптимальный аэродинамический режим. Он будет гибко адаптироваться к внешней аэродинамике, непрерывно меняя форму крыльев и управляющих плоскостей, а также тягу своего двигателя. Такая трансформация крыла открывает возможность использовать один самолет в различных целях.

Ключевую роль в разработке принципиально новых систем для летательных аппаратов будут играть когнитивные технологии. Технические решения,

принятые на их основе, позволят управлять самолетом путем синтеза электронного оборудования с человеческим мозгом. В данное время рассматривается возможность появления систем, в которых человеческие мысли будут считываться автоматически в запоминающее устройство компьютера, формируя основу для принятия решений. Подобную идею писатели-фантасты развивали с начала прошлого столетия, пытаясь описать будущего пилота, соединенного с самолетом в единую систему [Toffler, 1970]. Сегодня появились реальные предпосылки, что в будущем благодаря развитию нанобиотехнологий пилот сольется с машиной в полном симбиотическом смысле этого слова. Возможно, это произойдет благодаря непосредственному взаимодействию компьютера и человеческого мозга. Уже обсуждается возможность создания специальных систем, которые позволят автоматически считывать человеческие мысли в запоминающее устройство компьютера, формируя основу для принятия решений. [12]

### **Поколения ГТД**

Авиационный двигатель, как говорилось выше, - ключевое звено любого

летательного аппарата, определяющий его летно-технические характеристики, безопасность, надежность, экономичность, стоимость эксплуатации. Более чем за 60-ти летний период развития самолетов с реактивными двигателями было создано пять поколений авиационных двигателей при кардинальном улучшении их показателей, а авиация превратилась в важнейший фактор развития мировой транспортной системы и обеспечения обороноспособности страны.

Улучшение показателей авиационных двигателей было достигнуто благодаря переходу к новым схемам, повышению параметров цикла и степени двухконтурности, внедрению новых конструкционных материалов и технологий.

На протяжении всего периода развития летательных аппаратов с газотурбинными двигателями "мотором" прогресса была и остается военная авиация, внутри которой наиболее быстро развивались двигатели для фронтовой авиации. Именно в них в первую очередь внедрялись новые конструкторские решения, технологии и материалы. [13]

Развитие двигателей фронтовой авиации показано на рис. 30. Это развитие осуществлялось в соответствии с ужесточением требований к силовой установке для обеспечения существенного улучшения летно-технических характеристик самолетов, в том числе придание им новых свойств. Оно обеспечивалось повышением параметров рабочего процесса, применением новых материалов, перспективных технологий и технических решений. [13]

2...3-е поколения	4-е поколение	5-е поколение	6-е поколение
1960...1970-е годы	1980...1990-е годы	2000...2015-е годы	2020...2030-е годы
<b>ТРЕБОВАНИЯ И ЦЕЛИ</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая лобовая и разгонные тяги</li> <li><math>M_n=2,5\div3,0</math></li> </ul>  <p><b>ТРДФ / ТРДДФ</b></p> <p><math>\pi^*_k=5\div20</math>  <math>T_r=1200\div1300</math> К  <math>m_0=0,7 \div 1,0</math>  <math>Z=8\div20</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение уд. расхода топлива при <math>M_n &lt; 1</math> на 20%</li> <li>Боеживучесть</li> <li>Высокая маневренность</li> </ul>  <p><b>ТРДДФ</b></p> <p><math>\pi^*_k=20\div26</math>  <math>T_r=1600\div1700</math> К  <math>m_0=0,5 \div 0,6</math>  <math>Z=12\div15</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение удельного веса и увеличение лобовой тяги на 20%</li> <li>Бесфорсажный кр. полет при <math>M_n &gt; 1</math></li> <li>Низкая заметность</li> </ul>  <p><b>ТРДДФ</b></p> <p><math>\pi^*_k=25\div30</math>  <math>T_r=1850\div1950</math> К  <math>m_0=0,3 \div 0,8</math>  <math>Z=9\div11</math></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Улучшение топливной эффективности на 35%</li> <li>Высокое отношение тяги к весу двигателя</li> <li>Адаптивный двигатель, интегрированный с ЛА.</li> </ul>  <p><b>ДИЦ</b></p> <p><math>\pi^*_k=30\div60</math>  <math>T_r=2100\div2200</math> К  <math>m_0=var</math>  <math>Z=9\div10</math></p>
<b>ТЕХНОЛОГИИ</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Одно- или двухвальный компрессор</li> <li>Неохлаждаемая или охлаждаемая ТВД</li> <li>Стальные, титановые и жаропрочные сплавы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Титановые сплавы в КНД, КВД и ФК</li> <li>Монокристаллические лопатки РК ТВД</li> <li>КМ (статорные детали)</li> <li>CAU FADEC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Титановые блиски в КНД и КВД</li> <li>Монокристаллические лопатки ТВД (СА и РК)</li> <li>КМ (статорные и роторные детали)</li> <li>Распределенная САУ</li> <li>Сопло с УВТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Широкое регулирование узлов</li> <li>Управление течением в ВЗ и РС</li> <li>Электрический двигатель</li> <li>Интеллектуальная САУ, интегрированная с ЛА</li> <li>Эксплуатация с допустимым уровнем повреждений</li> <li>Оптимальная выработка, распределение энергии и охлаждение конструкций</li> </ul>

**Рис. 30.** Развитие двигателей для фронтовой авиации

Развитие поколений ГТД также отражена в таблице 1. [14]

Таблица 1

## Поколения авиационных ГТД

Поколения	Назначение	Схема двигателя	Компрессор	Турбина	m	Mmax
I с 1943 - 1945 гг. по 1949- 1952 гг.	Военные	ТРД, ТРДФ, ТВД	Одновальный осевой или центробежный $\pi_{к\sigma}=3...5,5$	Неохлаждаемая $T_{CA} = 1000 ... 1150$ К (охлаждение при использовании сварных конструкций)	-	<1
II с 1950 - 1953 гг. по 1958- 1960 гг.	Военные	ТРД, ТРДФ, ТВД	Осевой одновальный с регулируемыми НА или двухвальный $\pi_{к\sigma}=7...13$	Неохлаждаемая (полые лопатки первого СА) $T_{CA} = 1150 ... 1250$ К	-	2...2,3
	Гражданские	ТВД, ТРД			-	<1
III с 1958 - 1960 гг. по 1967- 1970 гг.	Гражданские	ТРДД	Осевой двухвальный или одновальный $\pi_{к\sigma}=10...15$ (ТРД) $\pi_{к\sigma}=16...20$ (ТРДД)	С внутренним конвективным охлаждением лопаток $T_{CA} = 1300 ... 1450$ К	0,5...2,5	<1
		ТРД(Ф), ТРДД(СПС)			-	2...2,2
	Военные	ТРДФ			-	2,5...3,2
IV с 1967 - 1970 гг. до начала 1980 гг.	Военные	ТРДДФ, ТРДД $\gamma = 0,155 ... 0,122$	Осевой двухвальный или трехвальный $\pi_{к\sigma} = 20 ... 30$ $Z_{КВД}=9...16$	$Z_T=(1...2)+(1...2)$ С конвективно- плочным охлаждением лопаток $T_{CA} = 1450 ... 1650$ К $Z_T=(1...2)+(3...5)$	0,4...2,0 6...8	3 <1
	Гражданские	ТРДД			4...6	<1
IV+ с конца 1970 х гг. до середины 1990	Военные	ТРДДФ $\gamma = 0,130 ... 0,104$	$\pi_{к\sigma}=27...34$ $Z_K=3+(7...10)$	$T_{CA} = 1650 ... 1750$ К $Z_T=(1...2)+(1...2)$	0,2...0,5	2,0...2,5
	Гражданские	ТРДД	$\pi_{к\sigma} = 30 ... 38$ $Z_{КВД}=9...14$	$T_{CA} = 1550 ... 1640$ К $Z_T=(1...2)+(4...5)$	4,3...6,6	<1
V с начала 1980 гг.	Военные	ТРДДФ $\gamma = 0,120 ... 0,100$	$\pi_{к\sigma}=24...35$ $Z_K=(2...3)+(5...6)$	$T_{CA} = 1750 ... 1850$ К $Z_T=1+1$	0,2...0,5	2,0...2,5
	Гражданские	ТРДД	$\pi_{к\sigma} = 32 ... 45$ $Z_{КВД}=6...12$	$T_{CA} = 1610 ... 1780$ К $Z_T=(1...2)+(3...7)$	6...9 11...17	<1
VI позднее 2003 года	Военные (целевой облик)	ТРДДФ $\gamma = 0,080 ... 0,050$	$\pi_{к\sigma}=25...40$ $Z_K=(1...2)+(1...5)$	$T_{KC} = 2100 ... 2350$ К $Z_T=1+1$	0,2...0,6	<2,5
	Гражданские	ТРДД	$\pi_{к\sigma} = 50 ... 60$ $Z_{КВД}=6$	$T_{KC} = 1900 ... 2000$ К $K_{ZT}=1+4$	10...11	0,95

**Шестое поколение.** Что касается двигателей 6-го поколения, то к работам над проектами этих двигателей в настоящее время приступили прежде всего такие страны как Россия и США и ряд других зарубежных стран. 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.

Ниже на рис. 32. представлены задачи, которые необходимо решить в ближайшем будущем для создания двигателей нового поколения.





Рис. 32. HTЗ для двигателя шестого поколения

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. Режим доступа – [http://oat.mai.ru/book/glava01/1\\_0.htm](http://oat.mai.ru/book/glava01/1_0.htm) – свободный.
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://engine.aviaport.ru/issues/86/pics/pg02.pdf> – свободный.
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа – [http://oat.mai.ru/book/glava20/20\\_2/20\\_2.html](http://oat.mai.ru/book/glava20/20_2/20_2.html) – свободный.
4. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14004> – свободный.
5. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14023> – свободный.
6. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14025> – свободный.
7. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14049> – свободный.
8. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14057> – свободный.
9. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14058> – свободный.
10. Информационный ресурс «innogest.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://innogest.ru/m?na=14074> – свободный.



11. Информационный ресурс «dic.academic.ru». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/672021#.D0.9A.D0.BE.D0.BD.D1.86.D0.B5.D0.BF.D1.86.D0.B8.D0.B8.D0.BF.D0.BE.D0.BA.D0.BE.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B9.D1.80.D0.B5.D0.B0.D0.BA.D1.82.D0.B8.D0.B2.D0.BD.D1.8B.D1.85.D0.B8.D1.81.D1.82.D1.80.D0.B5.D0.B1.D0.B8.D1.82.D0.B5.D0.BB.D0.B5.D0.B9> – свободный.
12. Информационно-аналитический журнал «ФОРСАЙТ». [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://ecsocman.hse.ru/data/119/769/1223/aviation.pdf> – свободный.
13. Научно-технический журнал «Двигатель» [Электронный ресурс]. Режим доступа – <http://engine.aviaport.ru/issues/94/pics/pg02.pdf> – свободный.
14. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели – Пермь: Изд-во «ОАО «Авиадвигатель», 2006 г. – 1204 с.

## ОБ АВТОРАХ

Субхангулов А. А., студент каф. Авиационных Двигателей УГАТУ.

e-mail: [kaddafi-1940mail.ru](mailto:kaddafi-1940mail.ru)

УДК 629.7.035

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ТУРБОВИНТОВЕНТИЛЯТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

Иванов Н. В., Михайлов А. Е.

В связи с энергетическим кризисом в 70-е года прошлого столетия ведущие мировые разработчики авиационных двигателей начали разрабатывать концепцию турбовинтовентиляторных двигателей (*prop-fan*), которая является дальнейшим развитием ТВРД и представляет собой синтез турбовинтового и турбовентиляторного двигателей. Понятие турбовинтовентиляторного двигателя было введено в 1975 году компанией *Hamilton Standard*, являющейся лидером в США по разработке воздушных винтов. Такое название полностью отражает конструктивную схему и принцип действия двигателя.

Данный тип двигателей считается самым лучшим по тяговой эффективности среди газотурбинных двигателей, этим самым привлекая всё большее внимание со стороны авиапроизводителей.

### История развития

В 70-е года 20 века, в разгар топливного кризиса, во всем мире начались активные научно-исследовательские работы по созданию экономичных силовых установок. В результате этих работ был разработан новый тип авиационного двигателя – турбовинтовентиляторный.

Первые разработки появились в 1976 г в США. Компания *Hamilton Standard* представила винтовентилятор: новый движитель, отличающийся большим числом широкохордных лопастей, саблевидной формы. Использование современных композитных материалов позволило получить высокую массовую эффективность, долговечность и живучесть винтовентиляторов. А использование лопастей саблевидной формы сделало возможным получение высокого КПД профиля на различных режимах работы. Тем самым достигалось полное преимущество винтовентилятора перед обычным

винтом.

Вскоре при поддержке NASA была открыта широкомасштабная исследовательская работа, в ходе которой разработчики представили свое видение двигателей нового поколения, а во второй половине 1980-х годов были проведены летные испытания винтовентиляторных двигателей различных схем. Фирма Allison испытала двигатель мощностью 6000 л. с. и винтовентилятором диаметром 2.75 м. Были проведены оценки на высотах от 1500 до 12 000 м, и на скоростях до  $M=0.85$ , в одном из полетов достигнута скорость  $M=0.89$ . В целом разработчиком получены весьма обнадеживающие результаты: удельный расход топлива винтовентиляторного двигателя был на 17% ниже, чем у равнозначного по тяге ТРДД. По мнению специалистов, при применении винтовентиляторного двигателя на самолетах типа *McDonnell Douglas DC-9* или *Boeing 727* абсолютная экономия топлива могла составить до 50%.

Также компания Allison в сотрудничестве с *Pratt & Whitney* создала более мощный демонстрационный двигатель - его мощность достигла 10 400 л. с., диаметр двух заднерасположенных шестилопастных винтовентиляторов противоположного вращения 3.54 м.

Компания *General Electric* также не осталась в стороне от нового веяния и создала экспериментальный двигатель *GE 36*. В ходе испытаний была достигнута скорость  $M=0.84$  и высота 11 000 м. При этом на крейсерском режиме (высота 10 500 м и скорость  $M=0.72$ ) расход топлива относительно штатного двигателя *JT8D-17R* был снижен на 47%.

Компания *Rolls-Royce* начала разработки по двум проектам двигателей с приводимыми через редуктор винтовентиляторами противоположного вращения: *RB. 509-11* с задним расположением винтовентиляторов и *RB. 509-14* - с передним расположением. [1, 2]

В СССР работа по созданию турбовинтовентиляторных двигателей также шла полным ходом. На заседании Научно-технического совета Минавиапрома СССР в 1983 года, винтовентиляторной программе был дан «зеленый свет». Вскоре был создан координационный отраслевой совет, который вел работу по 85 отдельным программам в различных отраслевых НИИ и КБ. В Ступинском ОКБ винтостроения сразу начались разработки винтовентиляторов. Первым продуктом данной программы был винтовентилятор СВ-36, предназначенный для установки на двигатель Д-236Т, мощностью 10000 л.с, запорожского ЗМКБ «Прогресс» им. академика А. Г. Ивченко. К 1988 году вся исследовательская работа по этому проекту была выполнена, что позволило перейти к разработке более мощного двигателя, мощностью 14000 л.с., названного Д-27, и его винтовентилятора СВ-27.

На Куйбышевском научно-производственном объединении «Труд» (в настоящее время СНТК им. Н. Д. Кузнецова) также велись разработки турбовинтовентиляторного двигателя. Изучение концепции двигателя началось в 1985 г. Было определено, что закапотированный ТВВД с соосными винтами обеспечит на 7% большую тягу, чем незакапотированный двигатель и закапотированный ТВВД с одноступенчатым вентилятором.

Работы по газогенератору ТВВД НК-93 начались в 1988 г., и первый газогенератор был испытан в 1989 г. Газогенератор включает кольцевую камеру сгорания и имеет трехвальную конструкцию: одноступенчатая турбина высокого давления приводит 8-ступенчатый компрессор высокого давления, одноступенчатая турбина среднего давления приводит 7-ступенчатый компрессор низкого давления и 3-ступенчатая свободная турбина передает мощность на планетарный редуктор. Винтовентилятор СВ-92 был спроектирован в Ступинском ОКБ винтостроения. [1]

Вскоре топливный кризис завершился, цены на топливо начали падать. В связи с этим разработки ТВВД прекратились почти во всех странах. Однако в середине 2000-х интерес к данному направлению снова стал возрастать и разработка проектов начала набирать обороты.

### Принцип работы двигателя

Турбовинтовентиляторный двигатель – это двигатель непрямого действия, движителем которого является винтовентилятор.

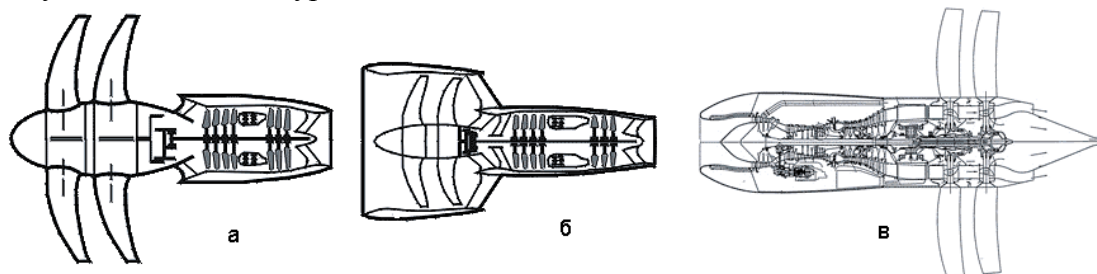
Винтовентилятор – это многолопастный (обычно 6-8 лопастей) широкохордный саблевидный винт. Винтовентилятор, имея специальную профилировку лопастей, сохраняет высокое значение КПД до скоростей полета 850 км/ч. Лопасти имеют переменную стреловидность по размаху, выполняются из композитных материалов на алюминиевой основе (лонжероне). Винтовентилятор представляет собой синтез винта и вентилятора. Существуют двух- и одноступенчатые винтовентиляторы. [3]

Винтовентилятор предварительно сжимает воздух, направляя его во внутренний контур двигателя. Во внутреннем контуре, в компрессоре, происходит дополнительное сжатие, вследствие чего уменьшается объем и повышается температура воздуха. Далее сжатый и предварительно нагретый воздух поступает в камеру сгорания. В камере сгорания в воздух через форсунки впрыскивается топливо, образуя горючую топливную смесь. Расширяющиеся продукты сгорания приобретают высокую скорость и попадают в турбину. В турбине нагретый газ совершает работу, отдавая часть энергии компрессору и винтовентилятору. Газ сохранивший энергию после турбины, выходит через сужающееся сопло и создаёт дополнительную реактивную тягу.

Тяга турбовинтовентиляторного двигателя создается винтовентилятором и выходящим через сопло с высокой скоростью нагретым газом.

Турбовинтовентиляторный двигатели выполняются по многовальной схеме. Это означает, что турбина низкого давления (ТНД) вращает компрессор низкого давления (КНД), турбина высокого давления вращает компрессор высокого давления, каждая пара «турбина-компрессор» находится на своем валу, вал ТВД в валу ТНД. В турбовинтовых и турбовинтовентиляторных двигателях также присутствует свободная турбина, которая через планетарный редуктор вращает винт или винтовентилятор.

Различают закапотированный (б, Рис.1) и незакапотированный двигатели (а, Рис.1) среди двигателей с передним расположением винтовентилятора, а также двигатели с заднерасположенным винтовентилятором ( в, Рис. 1). Двигатели с заднерасположенным винтовентилятором могут приводить в движение винтовентилятор как через редуктор, так и напрямую от свободной турбины.



**Рис. 4.** Принципиальная схема турбовинтовентиляторного двигателя:  
а) незакапотированного; б) закапотированного; в) с заднерасположенным винтовентилятором;

Самое главное отличие ТВРД от ТВВД— это замена вентилятора винтовентилятором. Эта замена делает двигатель более экономичным и эффективным. Так ,например, в ходе испытаний двигателя GE-36 на летающей лаборатории Боинг 727-100 на высоте 10500 м при скорости  $M = 0,72$ , была зафиксирована экономия топлива в 47 % по сравнению со штатным двигателем JT8D-17R фирмы Pratt &Whitney[1]. А по подсчетам отечественных специалистов, на самолете Ил-76 вместо ныне стоящих четырех турбовентиляторных Д-30КП (или ПС-90А-76) можно было бы поставить два НК-93. При этом дальность полета самолета увеличилась бы на 45%. [5]

Развитие данного направления имеет существенное значение в современном двигателестроении. Новый тип движителя – винтовентилятора, позволяет ТВВД получить

больший уровень тягового КПД по сравнению с турбовентиляторным двигателем. Сравнение представлено в таблице 1.

**Таблица 2.** Сравнение ТВРД и ТВВД по тяговому КПД

Тип двигателя	Уровень тягового КПД, %	Крейсерская скорость полёта, М
ТВРД с большой степенью двухконтурности	60	0,6
	65	0,75
ТВВД с одним винтовентилятором	75	0,85
	85	0,7
ТВВД с двумя винтовентиляторами	85	0,85
	90	0,7

Из таблицы 1 видно, что тяговый КПД турбовинтовентиляторного двигателя выше на соизмеримых скоростях полета и наиболее эффективная скорость полета летательного аппарата с ТВВД равна 0,7 М.

### Известные образцы ТВВД

Разработка концепции турбовинтовентиляторных двигателей в Советском союзе началась несколько позже, чем на Западе. Так только в начале 80-х годов начались разработки винтовентиляторов, а первые двигатели появились во второй половине 80-х годов. Лидерами в этом направлении с СССР стали Запорожское МКБ «Прогресс» им. И. Г. Ивченко и СНТК им. Н. Д. Кузнецова.

#### 1 Двигатель НК-93 разработки СНТК им. Н. Д. Кузнецова.

Двигатель НК-93 – турбовинтовентиляторный двигатель, разработанный в СНТК им. Н. Д. Кузнецова (Рис. 2). Изучение концепции началось в 1985 г., тогда же было выбрано направление в сторону закапотированной версии.



**Рис. 5.** Двигатель НК-93. Вид спереди. (Фотография с сайта avia-simply.ru)

Диаметр винтовентилятора НК-93 равен 2900 мм, а длина каждой лопасти равна 1050 мм. Общая длина двигателя с винтовентилятором составляет 5500 мм, а сухая масса 3650 кг. По оценке специалистов, в крейсерском режиме полета при скорости  $M = 0,75$  и высоте полета 11000 м удельный расход топлива НК-93 будет равен 0,49 кг/кгс·ч. Суммарный расход воздуха на крейсерском режиме должен составлять 1000 кг/с. [4]

## 2 Двигатель Д-27 Запорожского МКБ «Прогресс» им. академика И.Г.Ивченко

Турбовинтовентиляторный двигатель Д-27 разработан во второй половине 80-х годов Запорожским МКБ им. И. Г. Ивченко (Рис. 3). Диаметр двигателя равен 4,5 м, а его сухая масса без винтовентилятора равна 1650 кг. Мощность на взлетном режиме составляет 14000 л. с. при минимальном удельном расходе топлива 0,17 кг/э.л.с. \*ч.

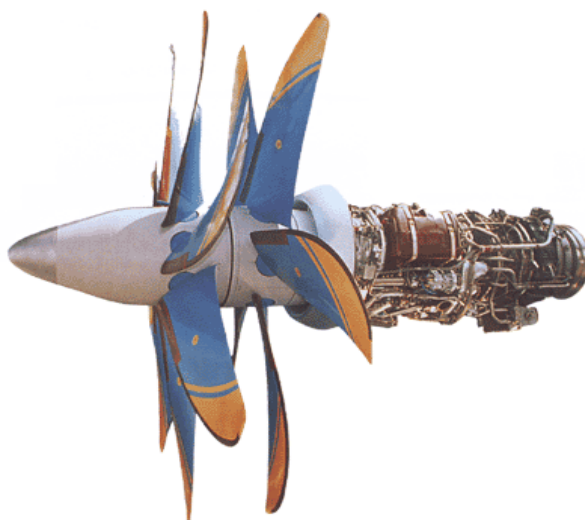


Рис. 6. Двигатель Д-27. Вид спереди. (Фотография с сайта airwar.ru)

Винтовентилятор флюгерно-реверсивный, тянущий, гидромеханический, соосный СВ-27 с гидромеханическим регулятором РСВ-27 предназначен для установки совместно с двигателем Д-27 мощностью 14000 л.с. на транспортный самолет Ан-70, эксплуатирующийся с крейсерской скоростью 750 км/час на высотах до 12000 метров. Широкохордные, саблевидные лопасти выполнены из современных полимерных композиционных материалов. Конструкция крепления лопастей позволяет обеспечить замену лопастей непосредственно в эксплуатации. [8]

Данный двигатель является единственным, который нашел применение на конкретном самолете (Ан-70), а также первым серийным турбовинтовентиляторным двигателем.

## 3 Двигатель GE 36 разработки General Electric и NASA

Двигатель GE 36- это экспериментальный авиационный двигатель, спроектированный в 1980-е года компанией General Electric совместно с NASA. Он представляет из себя турбовентиляторный двигатель, не имеющий обтекателя, с заднерасположенным вентилятором. Данный тип двигателя также называют реактивным двигателем с открытым вентилятором.



Рис. 7. Двигатель GE 36( фотография с сайта Wikipedia.com)



Данный двигатель кардинально отличается от аналогов: винтовентилятор, размещенный сзади, вращается напрямую турбиной, то есть привод через редуктор отсутствует. Винтовентилятор из двух ступеней, каждая из которых представляет собой восьмилопастной винтовентилятор диаметром 3,66 м с лопастями саблеобразной формы. Каждую ступень винтовентилятора вращает своя ступень турбины, также вращающиеся в противоположные стороны. [10]

Мощность двигателя составляет 20000 л.с, что соответствует тяге в 11300 кгс. Сухая масса двигателя равна 1600 кг, а степень двухконтурности равна 40.

#### 4 Двигатель 578-DX разработки Pratt & Whitney и Allison

578-DX– турбовинтовентиляторный двигатель, разработанный совместно *Allison и Pratt & Whitney*, максимальной тягой 9000 кгс.( Рис. 7)



Рис. 8. Двигатель 578-DX (фотография с сайта ato.ru)

Основное отличие от GE 36– это наличие планетарного редуктора, передающего мощность от турбины двухступенчатому винтовентилятору. Двигатель проходил испытания на летающей лаборатории *McDonnell Douglas MD-80*. [1]

#### Возможное применение

Турбовинтовентиляторные двигатели, ввиду своей экономичности и приемлемой скорости полета, в скором будущем могут занять нишу турбовентиляторных двигателей. Данные двигатели в основном предназначены для установки на широкофюзеляжные пассажирские и военно-транспортные самолеты-высокопланы, так как диаметры их винтовентиляторов достигают 5 м. Также некоторые турбовинтовентиляторные двигатели (Д-27 позволяют улучшить взлетно-посадочные характеристики самолета, в частности самолета Ан-70).

Эти самолеты предназначены для дальних перелетов, поэтому тяговый КПД– это ключевой показатель их двигателей.

В таблице 2 представлено сравнение характеристик ТВВД различных разработчиков.



Таблица 3. Сравнение характеристик турбовинтовентиляторных двигателей

Двигатель	Мощность, л.с. (Тяга, кгс)	Диаметр, мм	Удельный расход топлива, кг/кгс*ч (кг/э.л.с.*ч)	Масса, кг	Применение (возможное применение)	Степень двухконтурности
НК-93	18000	3150	0,49	3650	Ту-204, Ил-96, Ил-76	16,6
Д-27	14000	4500	(0,17)	1650	Ан-70, Ан-180, Бе-42	–
GE 36	20000	3660	–	1600	Boeing 747, Boeing 777, Boeing 787	40

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прохоров А. А. Винтовентилятор: назад, в будущее [Электронный ресурс]. – СМИ о компании. – 2010 г. – 13 апр. – Режим доступа: [http://www.uk-odk.ru/rus/presscenter/smi/?ELEMENT\\_ID=600](http://www.uk-odk.ru/rus/presscenter/smi/?ELEMENT_ID=600)
2. Алексеев Ю. Винтовентиляторные двигатели [Электронный ресурс]. – Зарубежное военное обозрение. – 1986. – М 4. – С. 40-44. – Ред. – Режим доступа: <http://commi.narod.ru/txt/1988/1017.htm>
3. Боргест Н.М., Данилин А.И., Комаров В.А. Краткий словарь авиационных терминов [Электронный ресурс]. – М.: МАИ, 1992. – Режим доступа: <http://www.aviaslovar.ru/142-vintoventilyator.html>
4. Авиационная энциклопедия «Уголок неба» [Электронный ресурс]. – Турбовинтовентиляторный двигатель НК-93. – 2015. – Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/engines/nk-93.html>
5. Авиация, понятная всем [Электронный ресурс]. – Турбовентиляторный двигатель и его дальнейшее развитие – турбовинтовентиляторный двигатель. – 2012. – Режим доступа: <http://avia-simply.ru/tvrd-tvvd/>
6. Сайт НПП «Аэросила». – Описание винтовентилятора СВ-92. – Режим доступа: [http://www.aerosila.ru/index.php?actions=main\\_content&id=18](http://www.aerosila.ru/index.php?actions=main_content&id=18)
7. «Военно-промышленный курьер» СМИ [Электронный ресурс]. – НК-93 – затянувшийся проект. – 2013. – № 12. Режим доступа: <http://vpk-news.ru/articles/15106>
8. Сайт НПП «Аэросила». – Описание винтовентилятора СВ-27. – Режим доступа: [http://www.aerosila.ru/index.php?actions=main\\_content&id=17](http://www.aerosila.ru/index.php?actions=main_content&id=17)
9. Авиационная энциклопедия «Уголок неба» [Электронный ресурс]. – Турбовинтовентиляторный двигатель Д-27. – 2015. – Режим доступа: <http://www.airwar.ru/enc/engines/d27.html>
10. Интернет-энциклопедия «Wikipedia» [Электронный ресурс]. – General Electric GE36. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Electric\\_GE36](https://en.wikipedia.org/wiki/General_Electric_GE36)
11. Деловой авиационный форум [Электронный ресурс]. – Демонстрация открытости: выбор оптимальной конструкции винтовентилятора. – Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/demonstraciya-otkrytosti-vybor-optimalnoy-konstrukcii>

## ОБ АВТОРАХ



**Иванов Никита Владимирович**, студент 3-го курса направления «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» каф. авиац. двигателей УГАТУ.

e-mail: [nikita95-2010@mail.ru](mailto:nikita95-2010@mail.ru)



**Михайлов Алексей Евгеньевич**, ст. преп. каф. авиац. двигателей, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2010). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2015). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неустановившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.

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

УДК 621.45.01

## АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРЕТЬЕГО КОНТУРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОРЕЖИМНОГО АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

**Михайлов А. Е., Мокрополов С. В.**

Авиадвигателестроение является наукоемкой и высокотехнологичной отраслью производства, развитие которой имеет огромное значение для обороноспособности и экономики страны.

Авиационные двигатели подверглись колоссальным изменениям за время своего существования. Конструкторы проделали огромную работу по усовершенствованию и доводке авиационных газотурбинных двигателей. Улучшение показателей было достигнуто за счет перехода к новым конструкционным схемам, материалам и технологиям производства. Более чем за 60 лет было выделено 5 поколений авиационных двигателей.

Первые газотурбинные двигатели появились в начале 40-х годов прошлого века. Их главным отличием от поршневой винтомоторной установки, было увеличение тяговой мощности с увеличением скорости полета, что позволило расширить диапазон достигаемых скоростей полета. К сожалению, с началом Великой Отечественной Войны разработка авиационных ГТД приостановилась на целых 5 лет.

Второе поколение авиационных ГТД относится к пятидесятым-шестидесятым годам прошлого века. Двигатели тех времен отличались следующим: осевые одновальные компрессоры с  $\pi_k^* = 7 \dots 13$  с регулируемым поворотом лопаток направляющих аппаратов или двухвальные. Турбины с  $T_r = 1100 \dots 1250$  К с неохлаждаемыми рабочими лопатками. В список конструкционных материалов входят, стальные, титановые и жаропрочные сплавы. Двигатели в основном создавались для военного применения. Самолеты тех времен с этими двигателями достигали скорости  $M=2$  и более.

Третье поколение - это двигатели разработки семидесятых годов. Существенным отличием этих двигателей было наличие второго контура и охлаждаемые лопатки

турбины высокого давления, что позволяло поднять температуру перед турбиной до  $T_T = 1300 \dots 1450 \text{ К}$ . Компрессоры двигателей этого поколения двухвальные с  $\pi_K^* = 15 \dots 20$ . Двигатели третьего поколения находятся в эксплуатации до настоящего времени.

Двигатели четвертого поколения относятся к восьмидесятым – девяностым годам. В то время авиадвигателестроение активно развивалось. В двигателях четвертого поколения применены самые передовые на тот момент технологии: титановые сплавы в КНД, КВД, ФК, монокристаллические лопатки РК ТВД и композитные материалы (статорные детали). Благодаря новым лопаткам с эффективным охлаждением, температура газа перед турбиной достигла  $T_T = 1500 \dots 1700 \text{ К}$ . Степень повышения давления в новых двигателях увеличилась до  $\pi_K^* = 25 \dots 30$ . В настоящее время большинство двигателей боевой авиации составляют двигатели четвертого поколения.

Пятое поколение авиационных двигателей приходится на двухтысячные годы. Данное поколение продолжает и развивает основные тенденции, сложившиеся при разработке двигателей четвертого поколения. Основными требованиями к двигателям пятого поколения стали: снижение удельного веса и увеличение лобовой тяги на 20, бесфорсажный полет при  $M > 1$ , низкая заметность, сопло с управляемым вектором тяги. С появлением технологий направленной кристаллизации лопаток, увеличилась и температура газа перед турбиной  $T_T = 1850 \dots 1950 \text{ К}$ , степень повышения давления компрессора достигла  $\pi_K^* = 30 \dots 40$ . [1]

В настоящее время за рубежом создаются государственные военно-научные исследовательские программы по созданию технологий, обеспечивающие существенное улучшение характеристик авиационных газотурбинных двигателей. Министерство обороны США с участием ведущих производителей авиационной техники приступило к выполнению следующей программы Versatile Affordable Advanced Turbine Engine (VAATE). Основной целью программы VAATE является разработка технологий, обеспечивающих создание доступного универсального газотурбинного двигателя, предназначенного для ЛА различного назначения. В рамках программы рассматриваются технологии, позволяющие уменьшить удельный расход топлива, сократить стоимость разработки производства. Программа VAATE была разбита на три этапа: I этап – 2004...2009 гг. II этап – 2010...2013 гг. III этап – 2014...2017 гг. При этом каждый этап завершается испытанием демонстрационного двигателя, результаты которого должны удовлетворять целям программы.

По инициативе Министерства обороны США в 1987 г. была начата долгосрочная программа Integrated High Performance Turbine Engine Technology (ИНРТЕТ). Основная цель программы заключалась в создании революционных технологий, обеспечивающих существенное улучшение характеристик силовых установок при низкой стоимости их производства и техническом обслуживании для перспективных и существующих летательных аппаратов. В ходе проведения работ по программе ИНРТЕТ компаниями Pratt&Whitney и General Electric было создано более 20-ти демонстрационных двигателей, на которых отработывались новые технологии. К 1998 г. был создан газогенератор ХТС76, который включал в себя:

- «периферийную» ступень вентилятора с приводом от первой ступени компрессора и регулируемые лопатками ВНА и НА;
- 5-ти ступенчатый компрессор конструкции блиск и высоким значением степени повышения давления и максимальной частотой вращения  $n_{\text{КВД}} = 22000 \text{ об/мин}$ ;
- многоканальный (тройной) укороченный диффузор камеры сгорания;
- кольцевую камеру сгорания, где жаровая труба выполнена из композиционного материала на основе керамической матрицы;
- гибридные подшипники с катящимися деталями из карбида кремния в КВД;
- регулируемую систему охлаждения;

Результаты работ по программе ИНРТЕТ были использованы компанией General Electric

при модернизации и разработке двигателей F110, F414, F136, GENx.

С начала 1990-х годов исследовательские лаборатории Вооруженных Сил США стали сосредотачивать внимание на разработке технологий «более электрического двигателя». С этой целью была организована *Инициатива по разработке и применению в авиации более электрических технологий* (More Electric Initiative), в рамках этой программы было выделено два направления More Electric Aircraft (MEA) и More Electric Engine (MEE). По направлению MEE проводились разработки технологий, которые позволяли бы отказаться от применения традиционных механических и гидравлических двигательных систем или ограничить его с целью перехода на электрические системы и привода. В связи с этим была разработана концепция «электрический двигатель», в которой используются магнитные подшипники, интегрированный стартер-генератор и электрические привода.

Основываясь на результатах, описанных выше, в период 2015 ... 2020 ожидается появление двигателей 6-го поколения, которые по своим показателям будут существенно превосходить авиационные двигатели 5-го поколения. Применяемые в них технологии будут направлены не только на повышение параметров рабочего, но и снижение стоимости всех составляющих жизненного цикла двигателя. Для улучшения весовой эффективности конструкции двигателя шестого поколения будут применяться новые конструкторские решения с использованием новых конструкционных материалов.

В рамках программы VAATE, начавшейся в 2003 г., для нескольких перспективных авиационных комплексов ВВС США, продолжается доработка ряда технологий, разработанных по программе INPTET.

Летательные аппараты ВВС США можно условно разделить на три группы: Стратегические бомбардировщики, военно-транспортные самолеты и многофункциональные истребители. Основные требования, предъявляемые к двигателю для стратегических бомбардировщиков, - это обеспечение большой дальности полета без дозаправки. Этому требованию в наибольшей степени удовлетворяет ТРДД с умеренной величиной степени двухконтурности, высоким значением степени повышения давления ( $\pi_k = 100$ ) и температурой газа перед турбиной  $T_{41} = 2370K$ .

Для обеспечения большой дальности полета при дозвуковом крейсерском полете целесообразно применение ТРДД с редуктором с высокими значениями параметров рабочего процесса:  $\pi_k = 100$ ,  $T_{41} = 2370K$ ,  $m = 20$ .

Перспективный многофункциональный истребитель будет совершать сверхзвуковой крейсерский полет на бесфорсажном режиме. Для такого типа самолета в большой степени подходит двигатель изменяемого рабочего процесса. Он должен обеспечивать хорошие удельные расходы в условиях дозвукового и сверхзвукового крейсерских полетов, высокие тяговые характеристики и обладать низкой массой. Параметры рабочего процесса такого двигателя могут быть следующими:  $\pi_k = 80$ ,  $T_{41} = 2370K$ ,  $m = 1$ .

В настоящее время по программе VAATE в рамках проектов Adaptive Versatile Engine Technology (ADVENT) и Highly Efficient Embedded Turbine Engine (HEETE) ведутся работы по двигателю изменяемого рабочего процесса (адаптивному двигателю) с суммарной степенью повышения давления  $\pi_k = 60 - 70$  и высоким значением температуры газа перед турбиной.

Все больше внимания уделяется на совершенствование цикла авиационных двигателей с целью увеличения полезной работы. Исследования ведутся в основном по двум направлениям – цикл с примерно постоянной температурой газа и сгорания топлива в межтурбинном пространстве  $T_r = const$  и цикл с  $V_{к.с.} = const$  (двигатель с пульсирующей детонационной камерой сгорания).

В двигателе с циклом  $T_r = const$  дополнительный теплоподвод, осуществляемый между турбинами высокого и низкого давления, приводит к увеличению работы ТНД, которую можно использовать для улучшения эффективности.

Применение в двигателе  $V_{к.с.} = const$  приводит к увеличению работы (мощности) всей турбины (ТВД и ТНД), что позволяет увеличить общую степень повышения давления.

При разработке двигателя существуют два конкурирующих параметра: удельная тяга и удельный расход топлива. Высокая удельная тяга двигателя желательна для боевой авиации, ведь самолетам истребителям важно иметь короткий взлет и посадку, сверхзвуковой полет, возможность быстрого реагирования и перехвата противника. К сожалению, для того чтобы иметь возможность совершать продолжительные полеты, преобладающим параметром двигателя должен быть низкий удельный расход топлива. Ко всему прочему, с каждым днем становятся все более жесткими нормы по шуму и эмиссии вредных газов. Двигатель, в котором преобладающим фактором является низкий удельный расход топлива, должен быть достаточно большой степени двухконтурности. Он ускоряет гораздо больший объем воздуха, но при меньшей скорости, тем самым максимизируя пропульсивную эффективность и сводя к минимуму использования топлива.

На сегодняшний день стал актуальным вопрос разработки двигателей с изменяемым рабочим процессом при наличии третьего контура. Такой двигатель будет максимально интегрирован с летательным аппаратом и должен предназначаться для боевой авиации, а именно для тактических маневренных самолетов, ударных дозвуковых самолетов большой дальности и сверхзвуковых ударных самолетов. Главным преимуществом такого двигателя станет широкое регулирование узлов, что позволит получить низкий удельный расход при крейсерском полете на дозвуковом режиме и высокую тягу при боевых маневрах. Изменения режима полета, а значит и изменение тяги, будет осуществляться за счет изменения степени повышения давления компрессора и расхода воздуха через газогенератор, при этом температура газов перед турбиной будет оставаться постоянной, что позволит значительно уменьшить удельный расход топлива на дозвуковом крейсерском режиме полета. Благодаря наличию третьего контура станет возможным обеспечение оптимального теплового регулирования системы охлаждения силовой установки и самолета, что снизит уровень заметности и сделает летательный аппарат менее уязвимым перед самонаводящимися ракетами противника.

С трехконтурным двигателем разработана математическая модель СУ и выполнена оценка преимуществ одного из возможных вариантов трехконтурного двигателя по сравнению с двигателем обычной схемы. Расчеты показали:

- перепуск в третий контур приводит к увеличению расхода воздуха на входе в двигатель, что на дроссельных режимах работы приводит к снижению сопротивления «по жидкой линии»;
- отбор воздуха от промежуточной ступени вентилятора приводит к смещению максимума КПД на более низкие частоты вращения, при этом также возможно некоторое увеличение самого максимального уровня КПД;
- при дросселировании двигателя перепуск воздуха в третий контур приводит к увеличению суммарной степени двухконтурности, что повышает экономичность двигателя на дозвуковых крейсерских режимах;
- наличие выхлопа из третьего контура незначительно изменяет уровень потерь в выходном устройстве.

Трехконтурный двигатель изменяемого процесса (ТДИП) содержит все элементы, имеющиеся у ТРДДФсм. В отличие от традиционного ТРДДФсм, ТДИП (рис.1) также содержит:

- канал 3-го контура (9);
- регулируемое сопло 3-го контура (7).

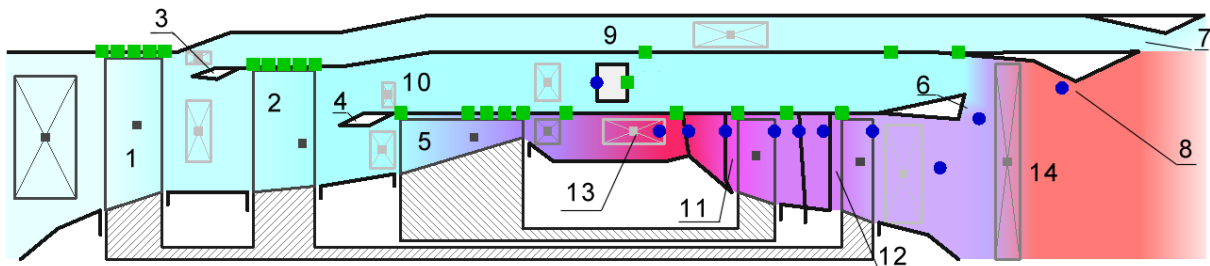


Рис. 1. Расчетная схема двигателя

Применение независимо управляемого 3-го контура позволяет заметно улучшить согласование входного устройства, двигателя и выходного устройства в составе силовой установки многоцелевого сверхзвукового самолета. Проблема низкой топливной эффективности «переразмеренной» СУ на крейсерских режимах успешно решается за счет перепуска избыточного воздуха через 3-й контур. [2]

У трехконтурного двигателя, который относится к двигателям шестого поколения, должны быть следующие параметры:

- Высокая температура перед турбиной с регулируемыми сопловыми и рабочими лопатками (2100-2200 К).
- Компрессоры высокой эффективности с изменяемой степенью повышения давления ( $\pi_k = 30 - 60$ ).
- Системы обеспечивающие изменение степени двухконтурности.
- Электрические приводы системы питания двигателя и летательного аппарата.
- Улучшенная интеграция воздухозаборника и сопла.
- Интеллектуальная система регулирования в зависимости от изменения окружающей среды.

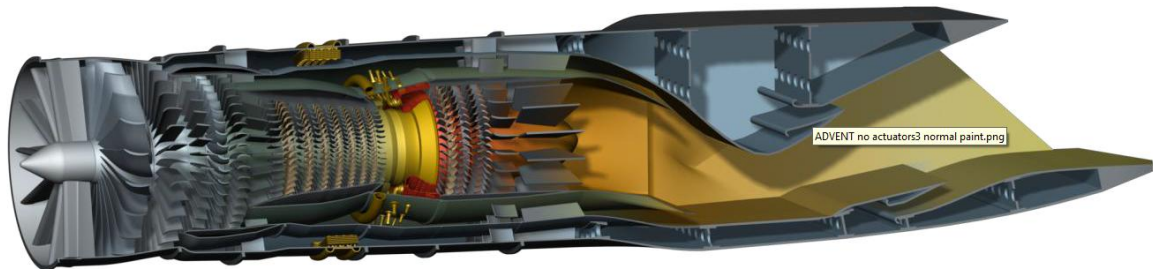


Рис. 2. Трехконтурный адаптивный двигатель

Анализ сравнения двигателя изменяемого рабочего процесса с обычными ТРДД показал: обычный двигатель имеет примерно на 30% больший расход топлива при заданном радиусе действия, в то время как трехконтурный двигатель имеет заметно больший тяговый КПД и меньшее лобовое сопротивление, значительно большую крейсерскую скорость с  $M=2,2$ . Таким образом, можно сделать вывод, что боевой самолет, оснащенный таким двигателем, увеличит радиус патрулирования на 40-60% и время барражирования на 20-25%.

За последние годы ЦИАМ вышел на мировой уровень по моделированию рабочего процесса и узлов авиационных деталей. Создание высокоэффективного ТРДД нового поколения, параметры и характеристики которого соответствуют лучшим мировым достижениям, - одна из приоритетных задач российской авиационной промышленности. При его разработке должен быть создан научно-технический задел для обеспечения качественного технологического «прорыва» в российском



двигателестроении, который позволит поддержать конкурентоспособность выпускаемой продукции в ближайшие 20-30 лет. Одновременно институт проводит исследования по формированию облика силовых установок с двигателями 2025-2030 гг. и технологий прорывного характера, которые должны обеспечить достижение амбициозных целей для летательных аппаратов следующего поколения с кардинально улучшенными летно-техническими характеристиками, а также расширение применения летательных аппаратов с воздушно-реактивными двигателями по скорости полета.[3]



Рис. 3. Авиационные двигатели 2010-2030 гг.

С начала 2000-х годов в США по программам Министерства обороны ведутся работы по разработке и созданию двигателя шестого поколения, ввод в эксплуатацию которого ожидается не ранее 2020-2025 гг. Финансирование этих работ ВВС США за последние годы составляет 400...450 млн. долл. в год. Двигатели шестого поколения, к которым и относится трехконтурный адаптивный двигатель, будут максимально интегрированы с летательным аппаратом и по своим характеристикам будут значительно превосходить двигатели пятого поколения. Переход от двигателей пятого поколения к двигателям шестого поколения будет сравним с переходом от ТРД к ТРДД. Благодаря широкому регулированию узлов и наличию независимого третьего контура, адаптивный двигатель позволяет получить низкий удельный расход топлива в условиях крейсерского полета и высокий тяговый КПД.

Применение двигателя VSE создает для боевых самолетов потенциал для высокой скорости прорыва без потери величины радиуса полета вне зоны ПВО. Это улучшает боевую способность самолета по преследованию цели.

Таким образом, применение адаптивного трехконтурного двигателя с широким диапазоном регулирования узлов и максимально интегрированного с летательным аппаратом при применении на многорежимных ударных самолетах с большим радиусом действия имеет значительное преимущество перед обычными ТРДД.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Скибин В. А. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей / В. И. Солонин, В. А. Палкин; Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П. И. Баранова. – Москва : ЦИАМ, 2010.- 631 с.
2. Авиа двигатели XXI века: [сб. науч. и метод. тр.] / Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П. И. Баранова; [тех.ред. А. В. Сальников]. – Москва: ЦИАМ, 2015. – 1130 с.
3. Скибин В. А. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний по созданию перспективных авиационных двигателей/ В. И. Солонин, В. А. Палкин, Ю. В. Фокин, И. В. Егоров, В. П. Бакалеев, В. Л. Семенов, В. И. Копченков; Центральный Институт Авиационного Моторостроения им. П. И. Баранова. – Москва : ЦИАМ, 2004.- 424 с.
4. DESIGN AND CONTROL OF A VARIABLE GEOMETRY TURBOFAN WITH AN INDEPENDENTLY MODULATED THIRD STREAM / Ronald J. Simmons M. S. / The Ohio State University, 2009/ - 112

**ОБ АВТОРАХ**

**Михайлов Алексей Евгеньевич**, ст. преп. каф. авиац. двигателей, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2010). Канд. техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2015). Исследования в области рабочих процессов в авиационных ГТД на установившихся и неуставившихся режимах, разработки математических моделей сложных технических объектов, САПР авиационных ГТД.  
e-mail: [mikhailov.ugatu@gmail.com](mailto:mikhailov.ugatu@gmail.com)



**Мокрополов Сергей Валерьевич**, студент каф. Авиац. Двигателей УГАТУ. Обзор трехконтурного адаптивного двигателя.

e-mail: [Mokropolov.S.V@gmail.com](mailto:Mokropolov.S.V@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Дударева Н. Ю., Ахмедзянова Э. В.

### Введение

В современном машиностроении и двигателестроении основными тенденциями являются экологичность, коррозионная стойкость, износостойкость, обеспечение работы узлов в тяжелых температурных условиях и снижение массы деталей в сочетании с невысокой стоимостью. Алюминиевые сплавы на сегодняшний день являются наиболее перспективными материалами современного двигателестроения. Алюминий – прекрасный компромисс. Алюминиевые сплавы обладают рядом неоспоримых достоинств: достаточно высокой прочностью, низкой плотностью, способностью сохранять свои свойства при резких перепадах температур. У этих сплавов нет проблем с утилизацией, более того, стоимость данного металла относительно не высока. Именно поэтому для производства деталей двигателей внутреннего сгорания (ДВС) все чаще используют алюминиевые сплавы. Из этих сплавов производят не только поршни, но и гильзы ДВС.

Однако у алюминиевых сплавов есть один существенный недостаток – низкая износостойкость. Для снижения износа деталей узлов трения обычно используют различные смазочные материалы. В ДВС это могут быть как традиционные моторные масла, так и смеси бензина с моторным маслом, а зачастую в качестве смазочного материала выступает топливо [1].

Взаимодействие смазочного материала с поверхностью детали характеризуется смачиваемостью. На смачиваемость большое влияние оказывает тип смазочного материала (жидкости), материал детали и шероховатость поверхности.

Увеличение шероховатости уменьшает площадь фактического контакта, увеличивается угол смачиваемости, в результате чего растут местные контактные давления, увеличиваются интенсивность изнашивания и опасность заедания. Увеличение шероховатости снижает контактную жесткость соединений, ведет к ослаблению соединений деталей машин с натягом и к снижению несущей способности болтовых соединений при действии переменной нагрузки. Таким образом, уменьшение шероховатости поверхности способствует увеличению износостойкости, коррозионной стойкости, объемной прочности и позволяет повысить нагрузочную способность напряженных соединений и их герметичность. Однако повышение износостойкости достигается при уменьшении шероховатости только до определенного предела. Например, для удержания масла в контакте с поверхностью и уменьшения изнашивания на сопряженных поверхностях создают упорядоченную (оптимальную) шероховатость [2]. Можно ожидать, что чем больше шероховатость, тем будет больше угол смачиваемости.

На основании вышеприведенного была сформулирована цель данной работы: исследовать влияние типа смазочного материала и шероховатости поверхности на смачиваемость образца из алюминиевого сплава.

### Методика эксперимента

**Смачивание** — физическое взаимодействие жидкости с поверхностью твердого тела или другой жидкости. Смачивание зависит от соотношения между силами сцепления молекул жидкости с молекулами (или атомами) смачиваемого тела (адгезия) и силами взаимного сцепления молекул жидкости (когезия) [3].

При контакте жидкого смазочного материала с поверхностью твердого тела существуют два типа взаимодействия:

1. Если молекулы жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам твёрдого тела, то жидкость **не смачивает** поверхность.

2. Если молекулы жидкости притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам твёрдого тела, то жидкость **смачивает** поверхность.

Степень смачивания характеризуется углом смачивания. Угол смачивания (или краевой угол смачивания) — это угол, образованный касательными плоскостями к межфазным поверхностям, ограничивающим смачивающую жидкость, а вершина угла лежит на линии раздела трёх фаз (рис. 1). Измеряется угол смачивания методом лежащей капли. Существует также и альтернативный весовой метод определения степени смачивания, но он пока не стандартизован и по этой причине не имеет широкого распространения.



**Рис. 9.** Угол смачивания [4]

В данной работе для определения угла смачивания использовался метод лежащей капли. Суть этого метода заключается в том, что жидкость (смазочный материал) помещается на твердую поверхность с помощью капельницы или шприца. Диаметр капли должен быть от 2 до 5 мм, это гарантирует, что краевой угол не будет зависеть от ее диаметра. В случае очень малых капель будет велико влияние поверхностного натяжения самой жидкости (могут формироваться сферические капли), а в случае больших капель начинают доминировать силы гравитации.

Для проведения эксперимента использовался образец из алюминиевого сплава АК4-1. В качестве жидкого смазочного материала использовали дистиллированную воду, спирт 96 % этиловый, бензин АИ-95, масло моторное 10W-40 (для четырехтактных ДВС), масло моторное API-TC (для двухтактных ДВС), смесь масла моторного API-TC с бензином АИ-95 в пропорции 50:1, соответственно.

Различная шероховатость на поверхности образца достигалась в результате шлифования при помощи наждачной бумаги. Шероховатость замерялась при помощи профилографа-профилометра TR-220. Перед нанесением капли смазочного материала поверхность образца предварительно очищалась и обезжиривалась при помощи спирта.

Жидкий смазочный материал наносился на поверхность при помощи шприца. Капля на поверхности образца фотографировалась при помощи цифровой фотокамеры Canon EOS 6D. Затем фотография обрабатывалась, и на ней замерялся угол смачивания при помощи программы Smart Tools. Каждый опыт повторялся трижды.

#### **Результаты и их обсуждения**

Внешний вид капли на поверхности образца показан на рис. 2.



**Рис. 10.** Капля дистиллированной воды на образце с  $Ra(1)=0,291$

Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 4.

## Результаты эксперимента

Шероховатость, $R_a$ , мкм	Жидкость	Угол смачиваемости, $\Theta$ град	Средний угол смачиваемости, $\Theta$ град
0,291	Вода дистиллированная	45	45.5
		44	
		47.5	
	Спирт 96 % этиловый	10	10
		11	
		9	
	Бензин АИ-95	0	0
0			
0			
Масло моторное 10W-40	10	11	
	14		
	9		
Масло моторное API TC	13	9	
	6		
	8		
Смесь масла моторного API-TC с бензином АИ-95 50:1	10	8.6	
	9		
	9		
0,866	Вода дистиллированная	35	35
		37	
		33	
	Спирт 96% этиловый	10	11
		12	
		10	
	Бензин АИ-95	0	0
0			
0			
Масло моторное 10W-40	12	11.5	
	11		
	12		
Масло моторное API - TC	15	15	
	14		
	16		
Смесь масла моторного API-TC с бензином АИ-95 50:1	10	9	
	10		
	8		
1,277	Вода дистиллированная	53	55
		54	
		57	
	Спирт 96% этиловый	21	20
		19	
		20	
	Бензин АИ-95	1	1
1			
1			

	Масло моторное 10W-40	20 17 14	17
	Масло моторное API TC	15 16 15	15
	Смесь масла моторного API-TC с бензином АИ-95 50:1	11 11 10	10
1,393	Вода дистиллированная	65 61 63	63
	Спирт 96% этиловый	19 15 17	17
	Бензин АИ-95	2 2 2	2
	Масло моторное 10W-40	14 15 18	16
	Масло моторное API TC	16 13 19	16
	Смесь масла моторного API-TC с бензином АИ-95 50:1	8 9 8	8

Графически результаты представлены на рисунке 3.

Лучшая смачиваемость характеризуется меньшим краевым углом.

Как видно из табл. 1 и рис. 3 наилучшей смачиваемостью на алюминиевом сплаве обладает бензин. Наихудшая смачиваемость зафиксирована при взаимодействии образца с дистиллированной водой. Практически одинаковой смачиваемостью обладают спирт и масло моторное 10W-40 (для 4-х тактных ДВС). Смесь масла моторного API-TC (для 2-х тактных ДВС) с бензином обладает смачиваемостью хуже, чем бензин, но лучше чем масло моторного API-TC.

Шероховатость оказывает существенное влияние на угол смачивания (рис. 3). Причем, как и ожидалось, повышение шероховатости ухудшает смачиваемость.



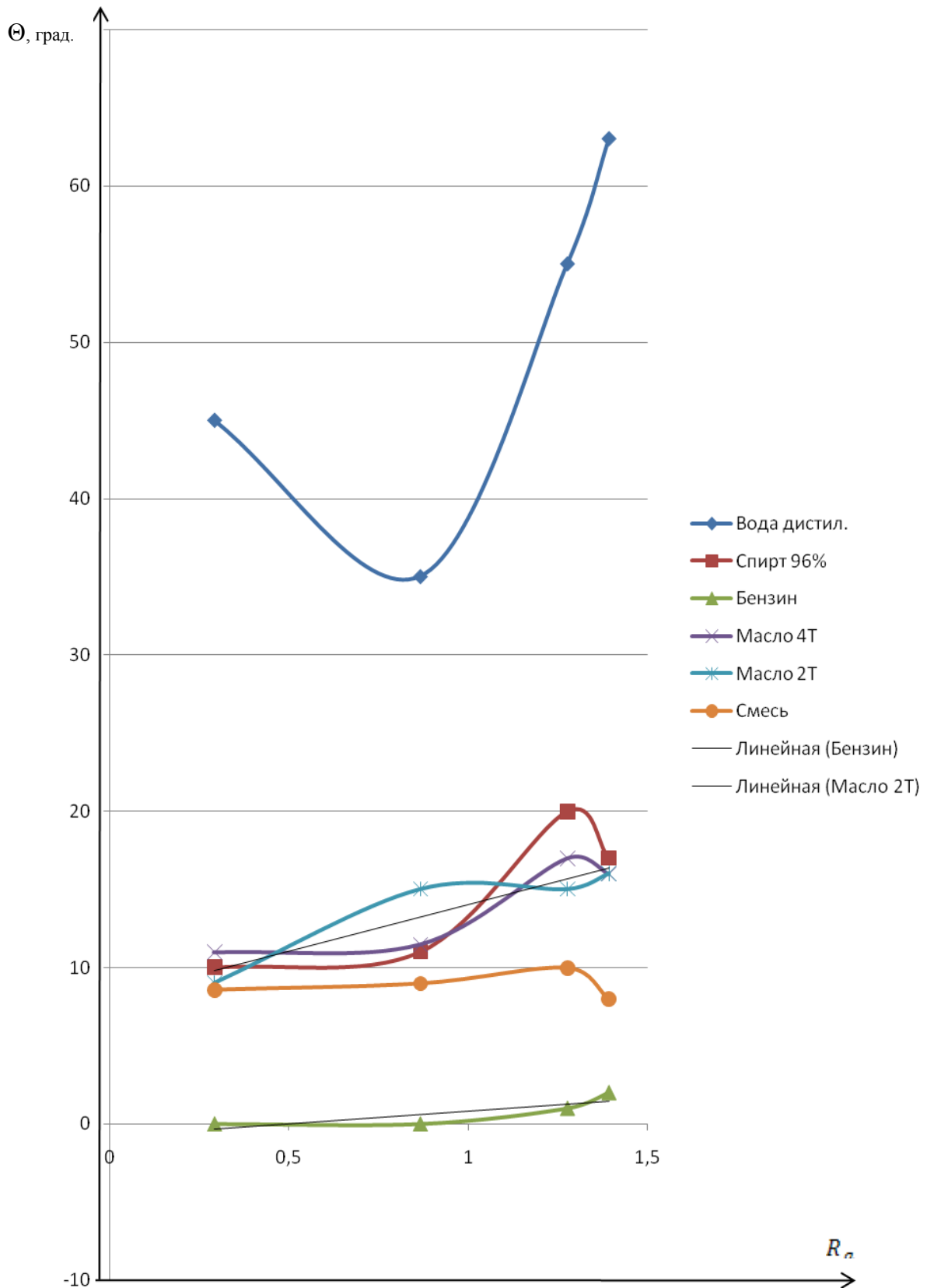


Рис. 11. Результаты эксперимента

**Выводы**

1. Как и ожидалось, повышение шероховатости увеличивает угол смачивания. Однако эта взаимосвязь является линейной только для масла моторного API-TC, бензина и их смеси.

2. Образцы масла моторного 10W-40 и бензина при повышении шероховатости от  $Ra(1)=0,291$  до  $Ra(4)=1,393$  увеличили угол смачиваемости, из чего следует, что смазочные свойства будут резко снижаться. Дистиллированная вода смачивает поверхность наилучшим образом при  $Ra=0,866\text{мкм}$ .

3. Наилучшей смачиваемостью поверхности из алюминиевого сплава обладает бензин и смесь бензина с моторным маслом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Н., Ю. Дударева. Влияние режимов микродугового окисления на свойства формируемой поверхности / Ю. Дударева, Н. // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – 17. – С. 217-222.
2. Увеличение - шероховатость [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ngpedia.ru/id531766p1.html>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Новая (феноменологическая) теория капиллярности / // Потенциал современной науки. – 2015. – 5. – С. 21-23.
4. Краевой угол [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.briteguard.com/109.html?L=8>, свободный. – Загл. с экрана.

### ОБ АВТОРАХ



**Дударева Наталья Юрьевна**, доцент кафедры двигателей внутреннего сгорания УГАТУ. Кандидат технических наук. Исследования в областимодифицирования поверхностных слоев деталей ДВС и физики искрового заряда.

e-mail: [natalia\\_jd@mail.ru](mailto:natalia_jd@mail.ru)



**Ахмедзянова Эвелина Владленовна**, студент группы ЭМД-106.

e-mail: [evelina621@gmail.com](mailto:evelina621@gmail.com)

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

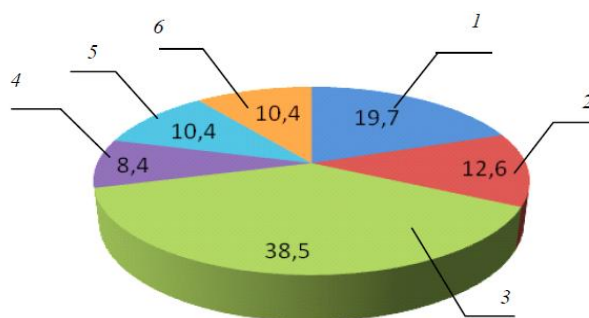
УДК 338.45

### СОСТОЯНИЕ И ПРОГНОЗЫ РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННО-ТРАНСПОРТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛЕЙ РФ

Дадоян Р. Г., Галимова М. П.

Развитие авиационно-транспортных и космических систем, прежде всего, предполагает развитие авиационной промышленности, развитие космической отрасли, которая тесно переплетается с авиационной промышленностью, а также, создание новых авиационных (АД) и ракетных (РД) двигателей, удовлетворяющих постоянно ужесточающимся требованиям к ним, создание новых типов летательных аппаратов (ЛА), ракетносителей. Помимо перечисленного выше, необходимы исследование и разработки новых материалов, новых принципиальных схем, использование новых видов топлив (биотоплив, водорода и т.д.).

Обстоятельства сложились таким образом, что в начальный период перестройки уровень внимания к оборонно-промышленному комплексу значительно снизился. Геополитические изменения в мире, переориентация российских общественно-экономических отношений на рыночные привели к деструктивным процессам, которые поставили ОПК на грань выживания. По современным оценкам [1], в СССР на двух тысячах предприятий оборонного назначения было занято свыше 5 млн человек, среди них научных сотрудников было около одного миллиона. Спустя четверть века общая численность сотрудников организаций ОПК составляет лишь 2 млн человек, в том числе около 1,3 млн человек – в оборонных отраслях промышленности. На современном этапе в структуру ОПК входит большинство высокотехнологичных наукоёмких отраслей промышленности. Они являются основой научно-технического потенциала России и определяют ключевые направления научно-технического прогресса (рис. 1).



1 – авиационная; 2 – судостроительная; 3 – радиоэлектронный комплекс; 4 – ракетно-космическая; 5 – обычных вооружений; 6 – боеприпасов и спецхимии

**Рис.1.** Структура ОПК по видам деятельности

Авиационная промышленность играет особую роль в экономике Российской Федерации [2]: насчитывая 248 предприятий, общая выручка которых в 2011 году составила более 608 млрд рублей, обеспечивая в настоящее время более 400 тысяч высококвалифицированных рабочих мест, она вносит существенный вклад в ВВП страны (более 1,1%). При этом для неё неизменными остаются главные задачи – обеспечение безопасности страны и (наряду с другими видами транспорта) территориальной мобильности и межрегиональной интеграции.

В 2011 году объём рынка самолётостроения, включая продукцию военного и

гражданского применения, составил 109,5 млрд долларов США. Ожидается, что вслед за ростом мировых пассажиро- и грузопотоков спрос на новые воздушные суда (ВС) увеличится до 2025 года почти в 2,9 раза.

Крупнейшей страной-производителем в самолётостроении в 2011 году являлись США. Россия практически не была представлена на мировом рынке новых гражданских ВС, и её доля на рынке самолётостроения составляла 4,8% – в основном благодаря продажам военных самолётов.

Объём рынка вертолётостроения в 2011 году составил 20,3 млрд долл. США. Крупнейшим игроком на нём являются страны ЕС: в 2011 году ими было произведено вертолётов всех видов на сумму 8,8 млрд долл. США (43,3% мирового рынка вертолётостроения). Доля Российской Федерации на этом рынке составляла 16,3%, в основном за счёт продаж военных и многоцелевых вертолётов.

Объём рынка авиационных двигателей в 2011 году составил 60,1 млрд долл. США, авионики – 21,6 млрд долл. США, авиационных систем и агрегатов – 45,3 млрд долл. США. Крупнейшим производителем в мире на этих рынках являются США: в 2011 году здесь было произведено авиационных двигателей всех видов на сумму 34,6 млрд долл. США (57,6% рынка), авионики – на сумму 15,1 млрд долл. США (70,1% рынка), агрегатов и систем – на сумму 16,1 млрд долл. США (35,5% рынка).

Российская Федерация в этих секторах представлена в основном за счёт поставок компонентов для военных применений: её доля на рынках авиационных двигателей, авионики, агрегатов и систем в 2011 году составила соответственно 2,1%, 11,2% и 2,3%.

Объём выручки отрасли авиастроения Российской Федерации в 2011 году составил 608 140 млн рублей, из них:

1. выручка промышленных предприятий – 412 847 млн рублей;
2. выручка научных организаций – 140 802 млн рублей;
3. выручка прочих предприятий и организаций – 54 490 млн рублей.

Численность занятых в отрасли авиастроения Российской Федерации в 2011 году составила 407,5 тыс. человек, в том числе на промышленных предприятиях – 307,7 тыс. человек, а производительность труда на одного работающего – 1 271,5 тыс. руб. в год. При этом в США производительность труда в отрасли в 2010 году составляла 432 тыс. долл. США/чел., а в странах ЕС (в 2008 году) – 341 тыс. долл. США/чел.

Объём мирового рынка авиационной продукции по итогам 2011 года достиг примерно 256,7 млрд долл. США. При этом около 64% указанной суммы приходится на гражданский сегмент.

К 2025 году объём мирового рынка авиационной продукции вырастет в 2,1 раза, что составит 543,3 млрд долл. США. При этом около 68% указанной суммы придется на гражданский сегмент.

Доля российских производителей авиационной продукции в денежном выражении к 2025 году составит 3,6 % и 11,9% в гражданском и военном сегментах соответственно. Производительность труда на предприятиях отрасли авиастроения к 2025 году достигнет значения 14 496 тыс. рублей на человека в год.

В целом на фоне положительных мировых тенденций в освоении космоса, РКП России в 1990 гг. находилась в кризисном состоянии [1]. За 10 лет (1990–2000 гг.) финансирование космонавтики существенно сократилось по многим направлениям в 15–20 раз. К 2000 г. космическая группировка сократилась в 2–2,5 раза, при этом 84 % космических аппаратов (КА), работающих на орбитах, выработали свой ресурс. Основными негативными тенденциями в этот период явились: резкое снижение объёмов производства в рамках государственного оборонного заказа, резкое снижение объёмов инвестиций (во время раздела имущества космическая отрасль ввиду низкой рентабельности оказалась на втором плане), падение темпов обновления основных фондов практически до нуля, а также интенсивный отток из отрасли квалифицированного персонала. Это повлекло за собой подорожание разработок в области космических

НИОКР, снижение качества и надёжности производимой техники и оборудования и утрату уникальных технологий.

Единственным исключением стала программа коммерческих запусков, при реализации которой активно использовались снятые с вооружения и переоборудованные советские и российские межконтинентальные баллистические ракеты (такие, как сокращенные по договору СНВ-1 системы «Днепр», «Зенит» и «Рокот»). Благодаря этой программе удавалось получать хоть какие-то доходы, позволившие в 1990-х гг. спасти российскую космическую отрасль от полного краха.

После 2000 г. положение в отечественной космонавтике стало стабилизироваться, увеличилось финансирование. В 2003 г. доля космических аппаратов, эксплуатирующихся в пределах гарантийных сроков, увеличилась до 40 % по сравнению с 16 % в 1999 г.

Проводится запуск новых КА, к 2004 г. численность космической группировки возросла до 91 КА, из них 42 КА – оборонного назначения, 16 КА – двойного применения, 33 КА – научного и социально-экономического назначения (таблицы 1 и 2).

Наибольший подъём отрасли произошёл в последние годы, в результате реализуемой в настоящее время стратегии развития ракетно-космической промышленности на период до 2015 г., а также стабильного повышения бюджетного финансирования. Так, в 2007 г. выделено денег из бюджета на развитие космоса почти в 6 раз больше, чем в 2001 г. (32 915 млн руб. против 5 690 млн руб.).

Таблица 1

## Динамика финансирования Федеральной космической программы

Год	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Общий бюджет, млрд.руб	32,91	44,01	95,56	85,92	95,43	139,23	167,62
ФЦП «Федеральная космическая программа «2006-2015» млрд.руб	24,4	30,67	58,22	67,03	75,29	104,48	128,33

Таблица 2

## Число запусков ракет-носителей за период с 2001–2012 гг.

Год (200_)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Количество пусков	23	24	21	22	26	25	26	27	32	31	32	24
Число зап., несущих российские спутники	20	11	8	12	10	8	9	14	13	15	22	17
Число неудачных запусков	0	2	0	1	3	2	1	1	1	1	4	1

На рис. 2 отражены возможности финансирования перспективных программ освоения космоса на период до 2050 г. [3].

Планы российской авиапромышленности связаны с наиболее востребованными сегментами российского и мирового рынка самолетов для занятия ее продукцией существенной доли продаж. В таблице 3 представлены российские предложения на рынке авиационной продукции.

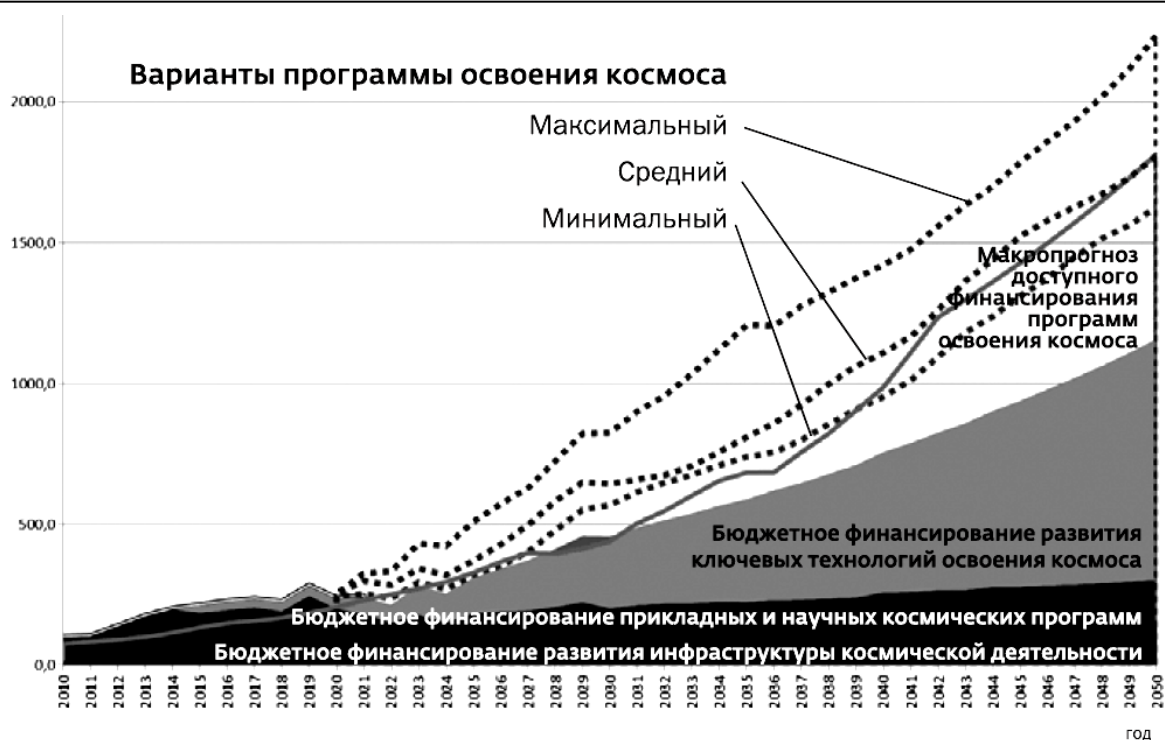


Рис. 2. Возможности финансирования перспективных программ

Таблица 3

Российские предложения рынке продаж

Класс	Серийно производимые	
	До 2015	После 2015
<b>Широкофюзеляжные магистральные самолеты</b>		
Большой вместимости	Нет	
Малой вместимости	Ил-96-300	
<b>Узкофюзеляжные магистральные самолеты</b>		
Большой вместимости	Ту-204(СМ)	МС-21
Малой вместимости	SSJ	SSJ NG
<b>Реактивные региональные самолеты</b>		
Большой вместимости	АН-148	АН-148
Малой вместимости	Нет	
<b>Турбовинтовые региональные самолеты</b>		
Большой вместимости	ИЛ-114; Ан-140	
Малой вместимости	Нет	
<b>Многоцелевые самолеты для местных воздушных линий</b>		
На 10-19 пасс.	Нет	
На 7-9 пасс.	«Рысачок»	
<b>Бизнес-джеты</b>		
Большие	Нет	
Средние	Нет	
Легкие	Нет	
Большие корпоративные авиалайнеры	Sukhoi Business Jet	

Анализ показывает [4], что в прогнозный период и в дальнейшей перспективе возможно появление на рынке принципиально новых типов гражданских самолетов. Речь идет, прежде всего, о сверхзвуковых пассажирских самолетах нового поколения. Несмотря на прекращение эксплуатации Ту-144 и «Конкорда», перевозки такими воздушными судами, обладающими в два раза большей скоростью по сравнению с



существующими самолетами с ТРДД, имеют перспективу спроса в своей нише. При этом внимание уделяется, прежде всего, сверхзвуковому деловому самолету.

Особое место в прогнозный период могут занять самолеты, оснащенные новым типом двигателя – «открытым ротором». Они будут обладать значительной большей топливной эффективностью (и, следовательно, экологичностью по выбросам) по сравнению с самолетами, оснащенными ТРДД, (порядка 20%), однако будут уступать им по скорости полета. При этом их крейсерская скорость будет выше, чем скорость традиционных самолетов с ТВД.

За пределами прогнозного периода возможно появление гиперзвуковых пассажирских летательных аппаратов, способных летать со скоростью, в шесть раз превышающую скорость звука. В январе 2012 года в Брюсселе прошла встреча представителей России, Европы, Японии и Австралии, на которой обсуждалась возможность совместных работ по созданию такого гиперзвукового пассажирского самолета.

Для достижения поставленных стратегических целей необходим эффективный организационно-экономический механизм реализации инновационных проектов и программ в авиационной и космической промышленности. Мощный научно-технический задел, значительный интеллектуальный потенциал, высокая наукоемкость и инновационная активность отраслевых предприятий позволяют сегодня удерживать и наращивать конкурентные позиции на внутреннем и мировом рынках. Но реализация программ развития происходит в сложных организационно-экономических условиях. Постперестроечные проблемы, которые не в полном объеме решены до настоящего времени [1], усугубляются проблемами санкций, которые ограничивают свободные международные потоки научно-технической информации и интеллектуального капитала, ограничивают приток иностранных инвестиций [5]. Это порождает риск технологического отставания и нарушение экономической устойчивости предприятий, производящих инновационную продукцию и оказывающих интеллектуальные услуги [6]. Особенно сильно это затронуло высокотехнологичные отрасли и предприятия, производящие инновационную продукцию [5]. На внешние угрозы накладываются и внутренние слабые стороны развития отрасли. В силу требований рынка предприятия отрасли разрознены, не связаны в единую технологическую цепочку, стадии процесса создания новой техники также реализуются в самостоятельных организационных структурах и часто не согласованы по времени, по ресурсам, по объемам НИОКР и т.д. Установление кооперационных связей требует высоких транзакционных издержек. Возможность обеспечения единства технологического процесса создания авиационной и космической техники, а также транспортных систем является необходимым условием глобальной конкурентоспособности. Необходимы новые эффективные формы взаимодействия и связывания участников глобальной технологической цепочки (создание госкорпораций, вертикально-интегрированных холдингов – одно из направлений решения проблемы) [5].

Повышение инвестиционной привлекательности отрасли возможно при использовании лизинговых инструментов для приобретения сложного дорогостоящего оборудования и для продвижения потребителям авиационной и космической техники. Активное внедрение лицензионных технологий для обмена и продажи патентов, ноу-хау, авторских прав, создание центров технологических компетенций для концентрации и наилучшего использования интеллектуального капитала, а также внедрение аутсорсинговых инструментов позволит восполнить кадровый дефицит [7]. Достижение желаемых научно-технических и экономических результатов развития отрасли, заложенных в Стратегических программах до 2030 года, закрепление за Россией статуса ключевого игрока мирового рынка авиационного и космического двигателестроения, возможно при максимальном использовании интеллектуального, организационного и финансового потенциалов отрасли, которые в настоящее время не утрачены и стремительно растут.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерыгина Л.В., Сердюк Р.С. Состояние Российской ракетно-космической промышленности и тенденции её развития. Статья: Красноярск, СГАУ имени М.Ф. Решетнева, 2014. – 5с
2. Богинский А.И. Государственная программа «Развитие авиационной промышленности» на 2013-2025 годы: государственная программа. – Москва: 2012. – 389 с.
3. Бауэр В.П., Ковков Дж.В., Московский А.М., Сенчагов В.К. Состояние и механизмы развития ракетно-космической промышленности России. — М.: Институт экономики РАН, 2012. – 53 с.
4. Фортсайт развития авиационной науки и технологий до 2030 года и дальнейшую перспективу. Государственная программа. – Москва: 2012. – 128 с.
7. 5. Галимова М.П., Савенко О.В., Гилев Г.А. Моделирование стратегического развития высокотехнологичных отраслей в Республике Башкортостан в условиях санкционных ограничений и инновационных вызовов. В сборнике: [Управление экономикой: методы, модели, технологии](#) материалы XV Международной научной конференции. В 2 томах. 2015. С. 47-50.
6. Андреев В.В., Галимова М.П. Методические подходы к оценке экономической устойчивости инновационных предприятий в конкурентной среде/[В. В. Андреев, М. П. Галимова//Интеллект. Инновации. Инвестиции](#). -2013. -№ 1. -С. 38-42.
7. Исмаилова Л.А., Гилева Т.А., Галимова М.П. Организационно-экономические аспекты формирования центров технологических компетенций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2013.-№ 5(180).-С.125-132

8.



**Дадоян Размик Геворгович**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра. по двигателям летательных аппаратов (УГАТУ, 2015). Исследования в области аэродинамики компрессоров.  
e-mail: [www.razmikjan@mail.ru](mailto:www.razmikjan@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)

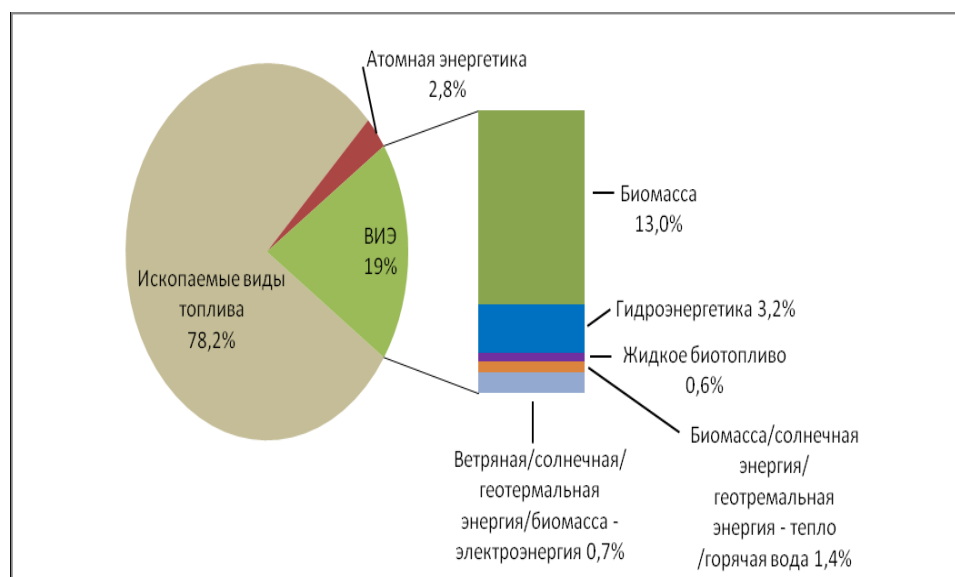
## ЭКОЛОГИЧНОСТЬ АВИАЦИОННЫХ ВРД И БИОТОПЛИВО: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Сергеева И. С., Галимова М. П.

Одна из первоочередных задач, стоящих перед Россией, – поиск новых источников экономического роста. Одним из таких источников являются биоэнергетика.

Биоэнергетика в России – одна из самых молодых, самых быстрорастущих и одна из наиболее перспективных отраслей экономики. К понятию «биоэнергетика» можно отнести все, что связано с получением в промышленных масштабах энергии из различного возобновляемого сырья биологического происхождения. Такое сырье и его производные обычно называют «биотопливом».

Более 80% потребляемой в мире энергии производится из традиционных источников (нефть, газ, уголь) [1]. В 2008 году доля возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в мировом потреблении первичных источников энергии выросла до 19% [2]. Эта тенденция наблюдается и сегодня, что является позитивным фактором. С точки зрения динамики и объемов потребления основными сегментами мирового рынка альтернативной энергетики являются биотопливо, солнечная и ветряная энергетика. (Рисунок 1)



**Рис. 1.** Мировое потребление первичных источников энергии (с 2008 г. по наст. время)

В наше время все больше уделяют внимание экономичности и экологичности авиационного топлива. Одна из сторон такой деятельности – это разработка альтернативы для традиционного топлива – керосина, который, как известно, получается путем перегонки нефти. В частности это разработка различных видов авиационного биотоплива. На данный момент авиация для современного мира – единственный в своем роде быстрый вид транспорта, который значительно ускоряет и улучшает мировое торговое взаимодействие между странами и решает проблемы глобального туризма и глобального грузооборота.

Практически все области мировой экономики, связаны с воздушным транспортом. Ежегодно с его помощью во всем мире перевозится более 2,5 млрд. пассажиров. Количество людей, занятых в воздушной индустрии составляет более 33 миллионов. Согласно обнародованным исследованиям экспертов, имеет место прямая связь между уровнем ВВП и частотой привлечения компаний – грузоперевозчиков, практикующих

авиатранспортировку. Так, в ряде европейских стран с ВВП, достигающим 20000 долларов на проживающего человека, в среднем на каждого приходится ежегодно от 0,8 до 1,1 полета ежегодно [1].

По некоторым данным в денежном варианте доля грузовых перевозок по миру составляет порядка 430 млрд. долларов, а перевозка пассажиров, туризм, приближается к триллиону долларов. Такие данные впечатляют, однако за все это надо платить [2].

Потребитель авиационных двигателей предъявляет триаду требований : «эффективность (тяговая) – экономичность–экологичность».

Турбореактивный двигатель никогда не был экономичным. Основным недостатком является большое потребление топлива. Повышение топливной эффективности –одна из приоритетных задач авиации. Двигатели совершенствовались, и по сравнению с первым массовыми пассажирскими реактивными самолетами конца 50-х и 60-х годов современные лайнеры стали экономичнее почти на 70%.

Однако, несмотря на все успехи в совершенствовании техники, топлива расходуется очень много. Находясь в полете, двигатель может расходовать до 8000 кг керосина за час полета. Такая энергоемкость, разумеется, утяжеляет стоимость перевозок и стоимость логистической системы, в которую включены авиаперевозчики. При этом, запасы углеводорода устойчиво снижаются , а цены на них имеют противоположную динамику, то это дает кумулятивный отрицательный эффект. Актуальным становится поиск новых источников получения топлива.

В последнее время все больше набирают темп по поиску и использованию альтернативных видов топлива для самолетов. Такой альтернативой может стать авиационное биотопливо.

Этот продукт имеет два основных преимущества перед традиционным нефтяным углеводородным топливом. Во-первых оно производится при использовании возобновляемых источников, а во-вторых процент вредных выбросов в атмосферу при использовании биотоплива значительно ниже. С одной стороны , это обеспечит требование экономичности, с другой стороны , позволит свести активное загрязнение атмосферы из-за работы двигателей практически к нулю. То есть 2 задачи из триады «эффективность–экономичность–экологичность будут решены.

В России немало говорят о возможности производства экологически чистого жидкого моторного биотоплива. К нему относят биоэтанол, биодизель, бioneфть, получаемые из различных видов биомассы. Для его производства используется различное сырье: биомасса масличных растений, сахарный тростник, древесина.

Но здесь возникают экономические и социальные конфликты.

*Во-первых*, решение задачи экономичности и экологичности авиаперевозок вступает в противоречие с задачей обеспечения экономичности и экологичности процессов жизнедеятельности. Главный недостаток биотоплива в том, что оно вырабатывается из того же сырья, что и продовольствие, что может привести к его дефициту. Так как при производстве биотоплива используется немалое количество пресной воды, вырубается леса, то возрастает угроза нарушения экологического равновесия и дорого обойдется следующим поколениям. Поэтому необходимо использовать такие инновационные технологии, которые бы разрешили эти противоречия. Решением является использование биомассы растений, которые практически не влияют на пищевую цепочку человека. К такого рода растениям относятся ятрофа куркас, рыжик. Перспективным видится источник получения биотоплива – водоросли. Новое исследование показывает – до 20 процентов импортной нефти можно заменить биотопливом из водорослей[4]. Они обладают рядом явных преимуществ по сравнению с другими источниками биотоплива. Например, от них можно получать с гектара в год в 80 раз больше масла (которое затем перерабатывается в топливо), чем от кукурузы. В отличие от кукурузы и сои, водоросли не являются источником питания для людей. Да и с точки зрения экологии, водоросли весьма перспективны. Они способны питаться

выбросами углекислого газа от электростанций, снижая тем самым поступление углерода в атмосферу. Они поглощают азот и фосфор – известные загрязнители воды. То есть водоросли могут расти в городских сточных водах и очищать их. (Таблица 1)[3]

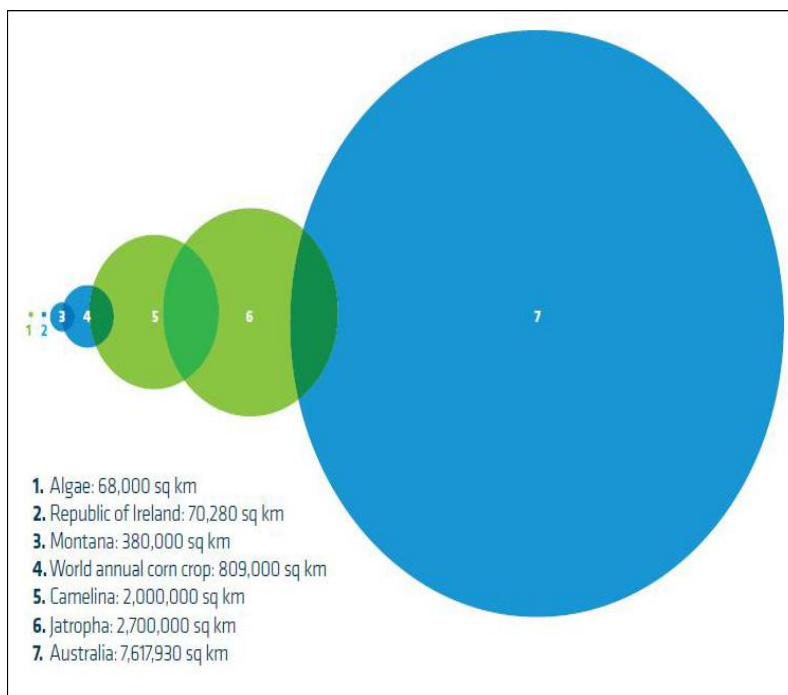
**Таблица 1.**

Извлекаемые запасы ископаемых первичных энергоносителей и ежегодный прирост биомассы (в млрд т. н. э.)

	Мировые запасы	Мировое извлечение в год	Потенциал, годы
Нефть	130	4	30-35
Уголь	720	2	350
Природный газ	104	2.1	50
Природный газ в газогидратах:			
– подземный;	22 000	-	?
– в океане	$5 \cdot 10^6$	-	?
Ежегодный рост растительной биомассы	80		Неограниченно

В настоящее время разрабатываются концепции и технологии для получения биотоплив третьего поколения, которые будут более рентабельными и экологически чистыми (с минимальным совокупным выбросом CO<sub>2</sub> в атмосферу).

Для массового производства биотоплива, требуется задействовать значительные посевные площади. Например с 1 гектара площадей можно получить не более 0,3 тонны соевого масла, или 1 тонну рапсового масла, или 5 тонн пальмового масла. (Рисунок 2)



**Рис. 2.** Сравнительная диаграмма площадей необходимых для выращивания сырья для биотоплива при условии полной замены им традиционного керосина.

Россия же из-за своих климатических особенностей среди масличных культур топливного назначения может ориентироваться только на выращивание рапса. При этом

американские исследователи рассчитали, что для обеспечения замены одного процента объема нефтяного топлива требуется отдать под «биотопливные» посевы десятую часть сельскохозяйственной земли всех Соединенных Штатов. Аналогичные масштабы наблюдаются и у нас. Но у России есть резервы. А если учесть, что у нас не использовалось в среднем в год более 15 млн. га пашни, которые могли бы быть отданы на выращивание пшеницы или рапса топливного назначения, то перспективы нашей страны как экспортера не только нефти, газа, но и биотоплива, весьма существенны. Европа, как основной потребитель биотоплива, не может себе позволить выделить такое количество сельскохозяйственных угодий для выращивания "энергетических" культур. Здесь Россия может иметь серьезные преимущества. С позиций экономики для биотоплива открываются перспективы не только для российского рынка, но в первую очередь для зарубежного рынка. И если потребность российского рынка в биотопливе еще не сформировалась, то европейские потребители уже готовы к новой продукции.

Но есть серьезная конкуренция со стороны США. Лидером в области разработки биотоплива для военной техники являются США. В последние годы Министерство обороны США ведет активную работу по разработке, тестированию и сертификации альтернативных видов топлива для национальных вооруженных сил (ВС), которые могли бы заменить получаемое из сырой нефти традиционное горючее и применяться системами тактического оружия подразделений сухопутных войск, военно-воздушными и военно-морскими силами, а также морской пехотой.

*Во-вторых*, еще один экономический конфликт в использовании биотоплива – это конкуренция со стороны пищевых продуктов. Действительно с увеличением спроса на биотопливо, растут цены на кукурузу, все виды масляничных культур и даже на те сорта, которые не используются при производстве биодизеля.

*В третьих*, возникает конфликт производителя и потребителя биотоплива, который заключается в том, что производство экономичного у потребителя биотоплива является неэкономичным из-за дорогостоящей переработки и сырья для производителя, из-за больших инвестиций в инфраструктуру производства и логистическую инфраструктуру. Сегодня ресурсы биомассы, в том числе вторичные, используются не более, чем на 5%. Традиционные методы переработки биомассы в существующих условиях малоэффективны и требуют значительных инвестиций при сроках окупаемости 6-8 лет.

Решить эти противоречия необходимо с помощью инновационных технологий переработки сырья, которые требовали бы минимальных затрат и максимальной скорости. Более того, массовое потребление биотоплива позволит создать эффект масштаба, который компенсирует высокие закупочные цены на сырье и на оборудование для переработки. Здесь также можно было бы рассмотреть возможность льгот и преференций для производителей биотоплива со стороны государства. Поскольку данные технологии попадают под программы энергоэффективности и энергосбережения. Использование всех этих дешевых и доступных ресурсов в качестве топлива может стать завершающей фазой производственных процессов, придавая им почти безотходный характер. Это стало бы эффективной мерой по охране окружающей среды, а также обеспечило бы полное энергообеспечение локальных потребителей.

*В четвертых*, актуальным являются противоречия потребностей и возможностей, проблема обеспечения потребности в биотопливе. До сих пор нет точных оценок, способны ли существующие производственные биомощности (потенциальные или прогнозируемые) в достаточном объеме заменить нефтегазовые мощности, или в каком объеме возможна замена. Если потенциальные мощности незначительны, то эти технологии инвестору не интересны. Значит нужно искать локальные рынки, как это делается в Европе. Следует также отметить, что по биотопливым мощностям Россия сопоставима с другими странами. На рынке биотоплива нет мощных игроков, способных стать монополистами. Поэтому у России есть возможность опередить своих



потенциальных конкурентов. Но возможно это только с перспективными и инновационными сортами биотоплива.

*В пятых*, конкуренция с нефтью и газом.

В настоящее время на рынке биотопливо стоит столько же, сколько и бензин. Но преимуществ в использовании биотоплива намного больше, поскольку это чистый вид топлива, он производит меньше выбросов при сжигании. Биотопливо можно адаптировать к существующим конструкциям двигателей, которое будет хорошо использоваться в любых условиях. При этом такое топливо лучше для двигателей, оно снижает общие затраты на контроль за загрязнением двигателя и следовательно его использование требует меньше затрат на техническое обслуживание. С увеличением спроса на биотопливо есть вероятность, что в будущем оно станет дешевле.

Не каждая страна обладает большими запасами нефти. Импорт нефти оставляет существенную брешь в экономике страны. Если люди начнут склоняться в сторону использования биотоплива, то зависимость от импорта будет снижаться. Благодаря росту производства биотоплива создастся больше рабочих мест, что должно положительно отразиться на экономике страны. Поэтому необходимы меры государственного стимулирования как потребителей, так и производителей биотоплива, например путем ввода ограничений на выбросы авиацией вредных веществ. Так например, ведущие мировые авиастроители и компании-перевозчики приняли документ, согласно которому к 2020 году топливная эффективность самолетов должна увеличиться не менее чем на полтора процента. С 2020 года в Европе будут введены новые ограничения на выбросы авиацией вредных веществ, а к 2050 году в «выхлопе» самолетов должно стать в два раза меньше углекислого газа. Из всех вариантов таких жестких показателей перспективным является только применение топлива, получаемого из возобновляемых природных ресурсов. Евросоюз предлагает к 2020 году довести использования биотоплива до четырех процентов от общего количества потребляемого авиацией горючего.[]

Биотопливо так же имеет и недостатки, Растительное сырье для биотоплива, вероятнее всего, будет выращиваться в определенных регионах. Это связано с рядом причин, главная из которых – это то, что некоторые культуры просто лучше растут в одних местах и хуже в других, это определяется климатическими и географическими условиями. И если добыча нефти не связана с сезонностью, то выращивание сырья для биотоплива сильно зависит от этих факторов. Решением будут являться инновационные биотехнологии климатоустойчивых сортов растений. Это даст развитие и агронаукам.

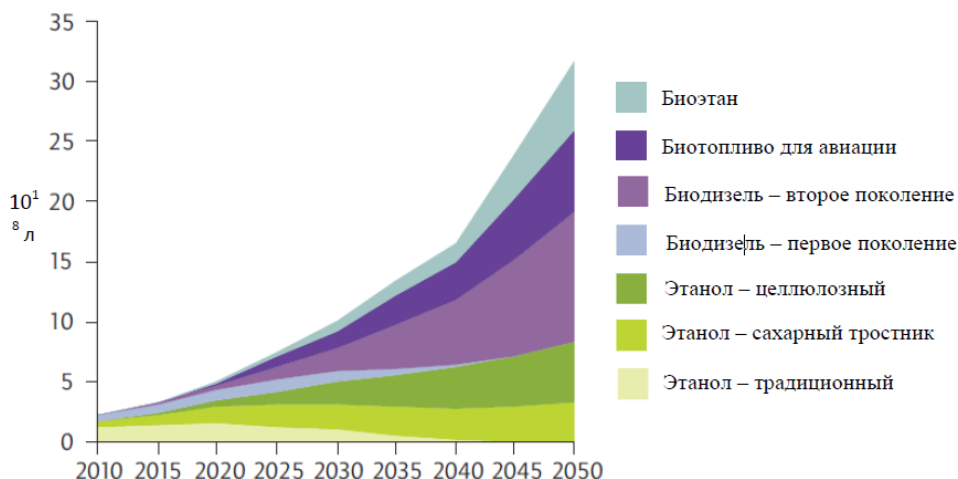
На сегодня перспективы имеет и биогаз, получаемых из продуктов жизнедеятельности животных– органических отходов. Исследования, проведенные ГУ «Институт энергетической стратегии» [4], показали, что в настоящее время ежегодный объем производимых органических отходов агропромышленного комплекса (АПК) и городов по всем регионам России в сумме составляет почти 700 млн. тонн (260 млн. т по сухому веществу): -350 млн. т (53 млн. т с.в.) – животноводство, -23 млн. т (5.75 млн. с.в.) – птицеводство, -220 млн. т (150 млн. т с.в.) – растениеводство, -30 млн. т (14 млн. т с.в.)-отходы перерабатывающей промышленности, -32,5 млн. т - деревообработка -56 млн. т (28 млн. т с.в.) – твердые бытовые отходы [5].

Из этого количество отходов можно ежегодно получать до 73 млрд. куб. м биогаза (57 млн. тут.), до 90 млн. тонн пиллет или 75 млн. т «сингаза», который можно конвертировать в 160 млрд. куб. м водорода, а также получить до 330 тысяч тонн этанола, или до 88 млн. куб. м водорода и до 165 тысяч тонн растворителей (бутанола и ацетона).

*В шестых*, технологические проблемы. По оценкам специалистов, качество и требуемые характеристики биотоплива пока еще значительно отличаются от керосина. На большой высоте биотопливо кристаллизуется и загустевает. Кроме того, требуется больше его расхода. При переводе авиапарка на новое топливо возможно придется менять двигатели, что грозит дополнительными расходами, в том числе и на создание таких моторов. Поэтому актуальной стоит задача разработки новых и перспективных сортов биотоплива.

А также перспективным направлением развития биотоплива сейчас считается создание комбинированных смесей из растительных и «нефтяных» компонентов.

По оценкам МЭА, проведенным в 2011 году, к 2050 году доля биотоплива в транспортной сфере может увеличиться до 750 млн. т.н.э. (по сравнению с текущим уровнем в 55 млн. т.н.э.) и составить 27% всего транспортного топлива, позволяя уменьшить объемы выбросов транспорта на 20% и сократить мировую зависимость от ископаемых видов топлива (Рисунок 3 ) [6].



**Рис. 3.** Прогноз производства жидкого биотоплива в мире, 2010-2050 гг.

Таким образом, несмотря на все проблемы разработки биотоплива, перспективы у этого продукта есть. Есть и перспективы у России занять высокие конкурентные позиции на биотопливном рынке за счет опережающих инновационных разработок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Unified Bioenergy Terminology, FAO, 2004 (<http://www.fao.org/DOCREP/007/j4504E/j4504E00.HTM>).
2. M. Hoogwijk, A. Faaij, B. Eickhout, B. Vries, W. Turkenburg Potential of biomass energy out to 2100, for four IPCC SRES land-use scenarios.
3. Российская газета – Федеральный выпуск №5562 (186) //24.08.2011//.
4. Институт Энергетической Стратегии (<http://www.energystrategy.ru/>).
5. ЭнергоСовет, Возможности и Перспективы Развития Биоэнергетики (<http://www.energsovet.ru/stat673.html>).
6. Technology Roadmap Biofuels for Transport, МЭА 2011 ([http://www.iea.org/papers/2011/biofuels\\_roadmap.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/biofuels_roadmap.pdf)).
7. Прогноз долгосрочного социально – экономического развития российской федерации на период до 2030 года.

### ОБ АВТОРАХ

**Сергеева Ирина Сергеевна**, магистрант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. бакалавра. по двигателям летательных аппаратов (УГАТУ, 2015). Разработка КНД с использованием конструкции «БЛИСК» и «БЛИНГ».

e-mail: [www.mbczws08@mail.ru](mailto:www.mbczws08@mail.ru)

**Галимова Маргарита Петровна**, доцент, к.э.н. Исследования в области экономики и организации машиностроительного производства

e-mail: polli66@mail.ru.

## ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТИКА СТИМУЛИРОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Золотова Т. М.

Слово "инновация" в России в последние несколько лет постоянно на слуху, и это не случайно, ведь приоритетным компонентом в экономическом развитии нашего государства является именно инновационная деятельность. Государственная инновационная политика является составной частью социально-экономической политики, направленной на становление и поддержание экономики, которая способна конкурировать с другими странами на мировом рынке, а также на развитие потенциала высокотехнологичных разработок и научных исследований.

Мировой опыт показывает, что единственным действенным способом преодоления кризиса и экономических проблем являются инновации. Их роль в эпоху информационного общества огромна: новые идеи правят миром, принципиально новые технологии захватывают рынок. Очевидна связь инновационной активности страны и её экономического роста.

В данной работе будет рассмотрено государственное стимулирование инноваций в экономике разных стран.

Актуальность проблемы стимулирования инновационной деятельности различными государствами обуславливается тем, что в рамках рыночных отношений темпы роста производительности и потребление продукции неуклонно растут, а методы и способы производства товаров и услуг постоянно совершенствуются и изменяются. Соответственно, изменяется и ситуация на рынке. Именно поэтому экономистам необходимо подробно изучать вопрос, касающийся государственного стимулирования инноваций для оценки и анализа его результатов, отражения на рыночной конъюнктуре.

В настоящее время во всех странах присутствует какой-либо альянс, объединяющий три звена: государство бизнес и исследовательские организации. Отсюда можно сделать вывод о необходимости их тесного взаимодействия для успешного развития и функционирования экономики в целом. Сравним некоторые показатели экономики США, Великобритании, Франции, Австрии и России (таблица 1, таблица 2):

Таблица 1

### Налоговые льготы для бизнеса в сфере НИОКР

Страна	Размер ставки*
США	20% от прироста объема расходов на исследовательские работы
Великобритания	150%
Франция	40% от прироста объема расходов на исследовательские работы
Австрия	125% от объема+35% от прироста объема расходов на исследовательские работы
Россия	100%

\* - суммы расходов из налогооблагаемой базы.

*Источник: Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под ред. Б. З. Мильнера. - М.: ИНФРА-М, 2010. - С. 207.*

Таблица 2

## Прогноз финансового обеспечения науки ведущих стран и регионов мира\*

Годы	США	Россия	Япония	ЕС (1,87-15)
2000	2,72	1,05	2,90	1,89
2005	2,72	1,25	3,20	1,87
2020	3,00	2,25	3,50	2,40
2030	3,10	2,30	3,50	2,50

\* - расходы на НИОКР к ВВП, в процентах.

Источник: *Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями* / Под ред. Б. З. Мильнера. - М.: ИНФРА-М, 2010. - С. 65.

Сопоставим данные двух таблиц: Налоговые льготы формируются по-разному, однако оценкой их эффективности могут быть уровень жизни, благосостояние население и доля фирм на мировой арене. Страны, которые выделяют наибольшую долю ВВП на инновации - США и Япония. Они же являются наиболее развитыми на сегодняшний день, лидируя на рынке электроники, легкой промышленности и других высокотехнологичных отраслей (например, информационные технологии). Что касается европейских стран, то их развитие инновационной деятельности по сравнению с лидирующими странами замедлено. Можно выделить три субъекта развития инновационной деятельности в современном мире: США, Япония и ЕС. Ученые говорят, их расширение будет происходить за счет перспективных стран Азии: Китая и Индии.

Авторы исследований рынков разных стран сходятся во мнении о необходимости развития инновационной инфраструктуры, центральным звеном которой является венчурное финансирование - это способ для фирм приобрести капитал в основном от частных инвесторов. Отличающей характеристикой венчурного капитала является рискованность проектов, в который его предпочитают вкладывать (чаще всего капиталисты - обеспеченные лица, которые могут ничего не знать об инвестируемой сфере). Расширению рынков венчурного инвестирования во многом способствует государственная поддержка. Считается, что выгоды, которые получает общество от государственных программ поддержки венчурного бизнеса, значительно шире, чем обеспечение получения прибылей венчурными капиталистами.

Основной проблемой развития инновационных проектов является рискованность вложения в них денежных средств. Одним из наиболее действенных методов государственной политики стимулирования инноваций могут быть государственные закупки, так как они способны создать спрос на инновационные продукты: если сделают предпочтения новейшим товарам со стороны государственных заказчиков любого уровня директивными, то поставщики для удовлетворения этого запроса будут вынуждены вести инновационную деятельность.

Сегодня одним из определяющих факторов потребления является технологичность, увеличение полезности, удобство и простота товаров и услуг, для производства которых требуется ускорение инновационных процессов со стороны фирмы. Таким образом, конкурентная борьба проявляется не только на стадии реализации товаров, а на стадии их разработки. Целью фирмы в таком случае будет технологическое превосходство, даже технологическая монополия в ключевых отраслях, чтобы отгородить себя от конкурентов.<sup>1</sup> Однако, с точки зрения микроэкономики, монополизация опасна произвольным установлением цены.

Согласно исследованию Межведомственного аналитического центра,<sup>2</sup> фирмы

<sup>1</sup> Философа Т. Г. Конкуренция. Инновации. Конкурентоспособность / Под ред. Т.Г. Философой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008, С. 263.

<sup>2</sup> Модернизация экономики и государство. Отв. ред. Е.Г. Ясин // Кузнецов Б.В., Кузык М.Г. и др. Особенности спроса на технологические инновации и оценка потенциальной реакции российских промышленных предприятий на возможные механизмы стимулирования инновационной активности. - М.:

различных отраслей экономики выделяли наиболее важными целями инноваций следующие:

- ✓ повышение рентабельности производства, снижение издержек;
- ✓ увеличение доли на традиционных рынках или выход на новые отечественные рынки;
- ✓ увеличение выручки предприятий.<sup>3</sup>

Очевидно, что сама природа инноваций особенно рискованна в отдельных отраслях экономики, особенно при массовом применении новых товаров и услуг. Так, если взять фармацевтическую или пищевую отрасли, которые напрямую влияют на здоровье человека, что нужно отметить существование временного лага между началом потребления инновационного продукта и его побочными действиями. Из-за сложности современных технологий и "соревнований" за их первенство на мировом рынке, у производителей нет возможности многолетнего тестирования инноваций. Большую роль начинает играть репутация производителей, которая сигнализирует о качестве в глазах потребителей, но оно не всегда оправдывается. Поэтому, роль государства в инновационной политике велика, так как здесь необходимы четкие стандарты, мониторинги и проверки качества новой продукции, создание дополнительных научно-исследовательских центров и лабораторий.

Стимулирование инноваций со стороны государства может состоять в выдаче патентов и лицензий, однако это одновременное предоставление рыночной власти. То есть существует зависимость между потенциалом фирмы к инновационным открытиям и наделением её монопольной властью путем выдачи патента государством.<sup>4</sup> С другой стороны, срок действия патента гарантирует отдачу от вложений в инновационные разработки со стороны фирмы.

## **Заключение**

Таким образом, опираясь на все вышесказанное, приходим к ряду выводов. Государственное стимулирование инноваций сегодня имеет мировой масштаб. Это необходимая составляющая при переходе к рыночной экономике, однако не существует универсального метода государственной поддержки инноваций, поэтому опыт зарубежных стран должен служить ориентиром для разработки инновационного стимулирования в России.

Инновации оказывают воздействие как на рынок товара, так и на рынок труда, влияют на структуру рынка. Рациональная поддержка государством инновационной деятельности, создание взаимодействия между государством, бизнесом и наукой ведут к экономическому росту и увеличению общественного благосостояния. Практически все страны создают сети технологических инноваций, которые направлены на взаимодействие компании и исследовательских центров.

Прогнозируя мировую динамику инновационной активности на следующие 5-10 лет, можно предполагать, что темпы будут возрастать в первую очередь из-за глобализации, развития мирового рынка, обострения международной конкуренции, а также развития информационных систем, сети Интернет. Правительству Российской Федерации нужно будет способствовать повышению гибкости и мобильности трудовых ресурсов, квалификации рабочего персонала в сфере инноваций и НИОКР, что обусловлено международным сотрудничеством России, стремлением к открытой рыночной экономике. Необходима еще большая поддержка и содействие фирмам, ведущим новые технологические разработки. Сегодня Россия нуждается в разработке

---

ГУ ВШЭ, 2007. - С. 488-503.

<sup>3</sup> Там же, С.492.

<sup>4</sup> Розанова Н.М. Эффективная организация отрасли: практическое руководство: учеб. пособие. - М.: "Дело" АНХ, 2009. - С. 337-339.

законодательной базы в области научных открытий и инноваций.

Представляется очевидным, что необходимо сделать так, чтобы производители своей инновационной деятельностью стремились не к выигрышу в конкурентной борьбе и максимизации прибыли, а к их социальному эффекту, улучшению общественного благосостояния. Государство здесь играет ключевую роль, поэтому через стимулирование инновационной активности грамотное правительство будет улучшать уровень жизни населения своей страны.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумова К.Н. Современные тенденции развития науки и инновационной деятельности / К.Н. Абакумова // Современные тенденции в образовании и науке : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. (28 нояб. 2014 г.). – Тамбов, 2014. – Ч. 10. – С. 8-10.
2. Варнавский В.Г. Государственные программы стимулирования инноваций в США / В.Г. Варнавский // Управление инновациями : материалы Междунар. науч.-практ. конф. (17-19 нояб. 2014 г.). – М.; Новочеркасск, 2014. – С.70 – 75.
3. Варшавский А.Е. Проблемные инновации: риски и ответственность. – М.: РАН, 2009. – 113 с.
4. Голиченко О.Г., Самоволева С.А. Провалы рынка и государства в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. "Инновационная Россия - 2020" // Инновации. - 2011. - № 2.
5. Гохберг Л.М., Заиченко С.А., Китова Г.А. и др. Инновационное развитие - основа модернизации экономики России: национальный доклад. - М.: ИМЭМО РАН, ГУ-ВШЭ, 2008. - 168 с.
6. Засимова Л.С., Кузнецов Б.В., Кузык М.Г. и др. Проблемы перехода промышленности на путь инновационного развития. - М.: Московский общественный научный фонд. - 2008. - 264 с.
7. Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями / Под ред. Б. З. Мильнера. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 624 с.
8. Кузык Б.И. Инновационное развитие России: сценарный подход // Экономические стратегии. - 2009. - № 9. [Электронный документ: [http://www.inesnet.ru/magazine/mag\\_archive/free/2009\\_01/kuzyk.htm](http://www.inesnet.ru/magazine/mag_archive/free/2009_01/kuzyk.htm)] Проверено: 05.12.2011
9. Ломакин В.К. Мировая экономика. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. — 672 с.
10. Модернизация экономики и государство. Отв. ред. Е.Г. Ясин // Кузнецов Б.В., Кузык М.Г. и др. Особенности спроса на технологические инновации и оценка потенциальной реакции российских промышленных предприятий на возможные механизмы стимулирования инновационной активности - М.: ГУ ВШЭ, 2007. - 517 с.
11. Национальная инновационная система и государственная инновационная политика Российской Федерации: Базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы Российской Федерации. - М.: Министерство образований и науки Российской Федерации, 2009. - 206 с.
12. Петлевой В. Технопарки реабилитируются // РБК daily. - 22 нояб. 2011. - № 215(1259).
13. Розанова Н.М. Микроэкономика. Руководство для будущих профессионалов: учебник для бакалавров. - М.: Юрайт, 2012. - 985 с.
14. Розанова Н.М. Экономическая теория фирмы. - М.: Экономика, 2009. - 447 с.
15. Розанова Н.М. Эффективная организация отрасли: практическое руководство: учеб. пособие. - М.: "Дело" АНХ, 2009. - 416 с.
16. Саакян А.М. Налоговое стимулирование предприятий, осуществляющих инновационную деятельность // Финансовый менеджмент. 2014. № 5. С. 66-74.



17. Стасев В.В., Забродин А.Ю., Черных Е.А. Инновации В России: иллюзии и реальность. -Тула: ИПП "Гриф и К", 2006. - 330 с.
18. Философа Т. Г. Конкуренция. Инновации. Конкурентоспособность / Под ред. Т.Г. Философой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. - 295 с.
19. Bloom N., Griffin R., J.V. Reenen Do R&D Tax Credits Work Evidence from a Panel Data of Countries 1979-1997 // Journal of Public Economics. - 2002. - Vol. 85. - p. 1-31. [Электронный документ: <http://www.siepr.stanford.edu/repec/sip/07-020.pdf> ] Проверено: 24.11.2011

#### ОБ АВТОРЕ

**Золотова Татьяна Михайловна**, студентка 2 курса магистратуры ИНЭК УГАТУ.



e-mail: milanata11@mail.ru

УДК 621.31: 681.518.2

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДБОРА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

**Костюкова Т. П., Гайнетдинов Р. Р.**

Альтернативная энергетика включает в себя ряд перспективных способов генерирования энергии из общедоступных возобновляемых ресурсов и природных явлений, к которым относятся:

- ветер;
- солнечные лучи;
- движущиеся потоки воды;
- геотермальные воды;
- биомассы и др.

Дополнительными преимуществами возобновляемых источников энергии являются существенное снижение затрат на энергообеспечение населения, сокращение зависимости от газонефтяных источников и улучшение экологической обстановки [1].

Использовать для энергообеспечения потребителей только один определенный вид энергии не всегда целесообразно. Зачастую рациональнее создать комбинированную систему электроснабжения.

Комбинированные системы – системы, в которых одновременно используется несколько различных источников энергии. В них наряду с традиционными системами электроснабжения применяются альтернативные источники. Такие комбинированные системы имеют высокую энергоэффективность, их КПД достигает уровня 80%.

При использовании альтернативных источников энергии - ветроэнергетических установок и солнечных батарей, можно аккумулировать энергию солнца и ветра и использовать ее в первую очередь, экономя на централизованном электроснабжении.

Комбинированные системы также повышают надежность энергоснабжения, используя снабжение из энергосистемы в качестве резервного или дополнительного источника электропитания [2].

Система комбинированного электроснабжения базируется на следующих принципах:

- энергию получают из всех источников, доступных на данный момент;
- запасы энергии создаются, сохраняются, накапливаются, и рационально распределяются в системе;
- такое экономичное энергообеспечение можно создать не только на стадии проектирования здания, но и на основе любой уже готовой системы энергообеспечения предприятия.

Структурная схема подобной системы представлена на рис. 1.

В общем случае такая система состоит из следующих основных блоков:

- двигатель-генераторной установки (ДГУ), в том числе с возможностью когенерации энергии;
- накопителя электрической энергии (аккумуляторной батареи);
- возобновляемых источников энергии (ВИЭ): солнечных батарей, ветрогенератора;
- электроэнергетического модуля – комплекса устройств, объединяющих различные источники электроэнергии и осуществляющих согласование и преобразование напряжений этих источников с целью электропитания потребителей переменного тока.

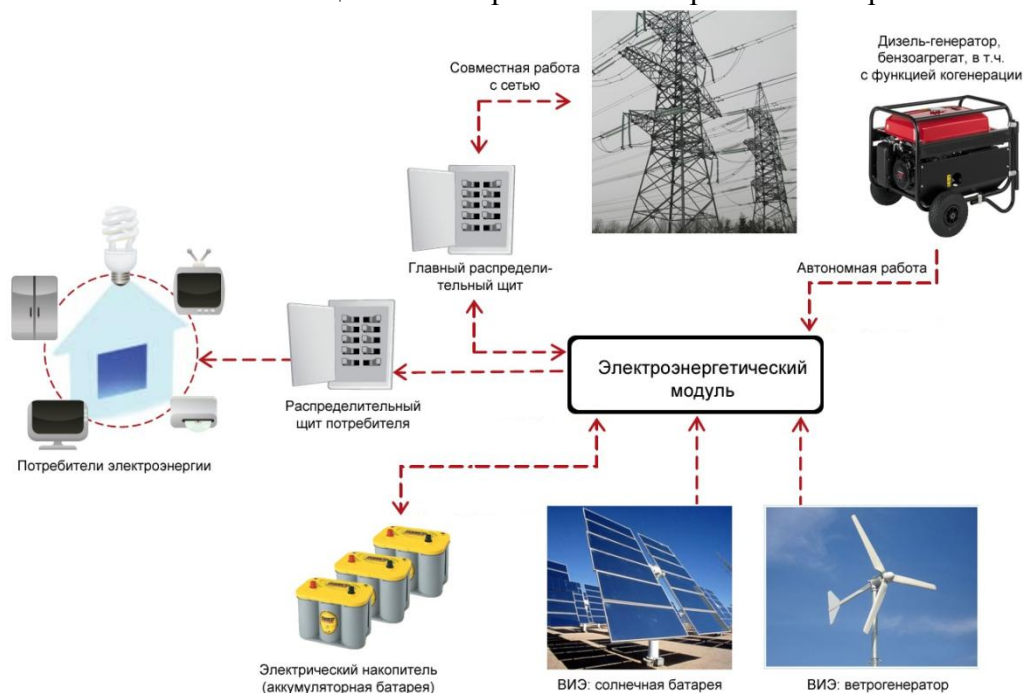


Рис. 1. Структурная схема комбинированной энергетической системы на основе

ДГУ в такой системе может работать в качестве автономного дизель-генератора в режиме постоянной мощности, необходимой для питания потребителей, так и в режиме переменной мощности при заряде аккумуляторной батареи. И тот и другой режимы организованы таким образом, чтобы обеспечить оптимизацию расхода топлива двигателем внутреннего сгорания. ВИЭ в рассматриваемой системе предназначены для питания нагрузки и заряда аккумуляторной батареи.

Комбинированные системы электроснабжения с использованием возобновляемых ресурсов в качестве основного источника энергии характеризуются тем, что энергия возобновляемых источников является преобладающей в общей доле вырабатываемой энергии для питания потребителей. ДГУ в этом случае используется для заряда аккумуляторной батареи (АБ) и является вспомогательным источником электроснабжения.

Степень использования ВИЭ зависит от эффекта, который выносится на первый план при использовании той или иной системы, а также от требуемых условий эксплуатации, в том числе климатических условий региона, где будут использованы комбинированные системы [4].

Задача бесперебойного электроснабжения является серьезной для любой области деятельности человека, и тем более для области здравоохранения, т.к. в лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) оказывается круглосуточная медицинская помощь. В этих учреждениях нельзя допускать отсутствие света или электричества, поэтому системы электроснабжения должны находиться в каждом медицинском учреждении. Вовремя не оказанная помощь или не проведенная операция может стать решающим моментом в жизни человека.

Стоимость медицинской аппаратуры (МРТ, КТ, УЗИ) иногда превышает сотни тысяч и даже миллионы рублей, поэтому выход ее из строя в связи с перепадами напряжения в сети, изменением формы кривой питающего напряжения, другими параметрами электромагнитной совместимости не допустим.

Выбор состава комбинированной системы энергоснабжения - сложная задача, но именно она является гарантом функционирования дорогостоящего оборудования, в том числе и при скачках напряжения, аварийных ситуациях в электросети и отсутствии питания.

Основной задачей разрабатываемой «Информационной системы подбора альтернативных источников питания» является подбор оборудования для системы комбинированного электроснабжения медицинских учреждений. Алгоритм работы ИС, представленный на рис. 2, состоит из следующих этапов:

- расчет полной мощности;
- подбор альтернативных источников питания (АИП);
- подбор аккумуляторов;
- принятие решения ИС.

К входным данными относятся:

- $R$  – район, в котором расположено медицинское учреждение;
- $S$  – площадь, выделяемая под альтернативные источники питания;
- $E$  – состав медицинского оборудования в отделениях ЛПУ;
- $n$  – количество оборудования;
- $Q_{\text{бюдж}}$  – максимальная стоимость системы электроснабжения.

От выбранного района  $R$  зависят: скорость ветра и температура окружающей среды, - промежуточные параметры, которые применяются в расчетах.

От заданной площади  $S$  зависит, какое количество альтернативных источников питания можно разместить на базе данного медицинского учреждения.

От состава медицинского оборудования  $E$  и максимальной стоимости системы электроснабжения  $Q_{\text{бюдж}}$  зависит, какие модели источников питания и аккумуляторов подойдут для данного случая.

В зависимости от введенных исходных данных ИС подбирает подходящие наборы альтернативных источников питания и аккумуляторов и оказывает помощь при принятии окончательного решения.

Информационное обеспечение ИС представлено на рис. 3.

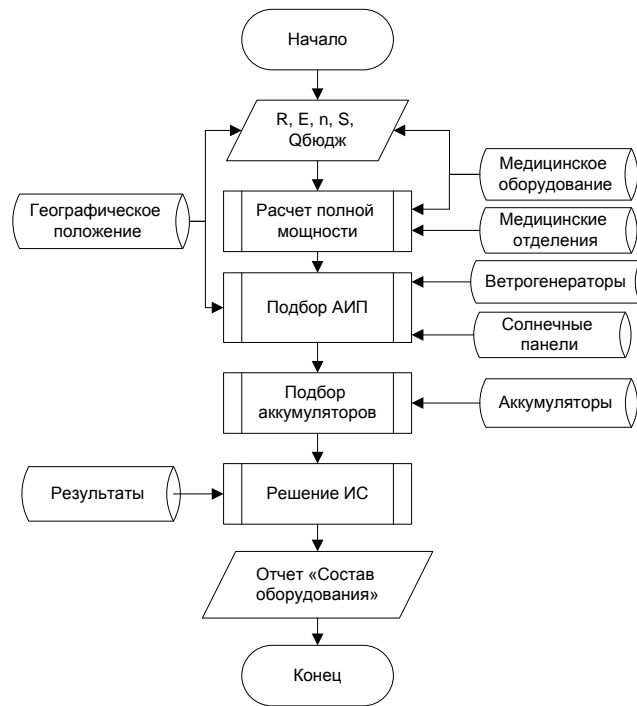


Рис. 2. Алгоритм работы ИС

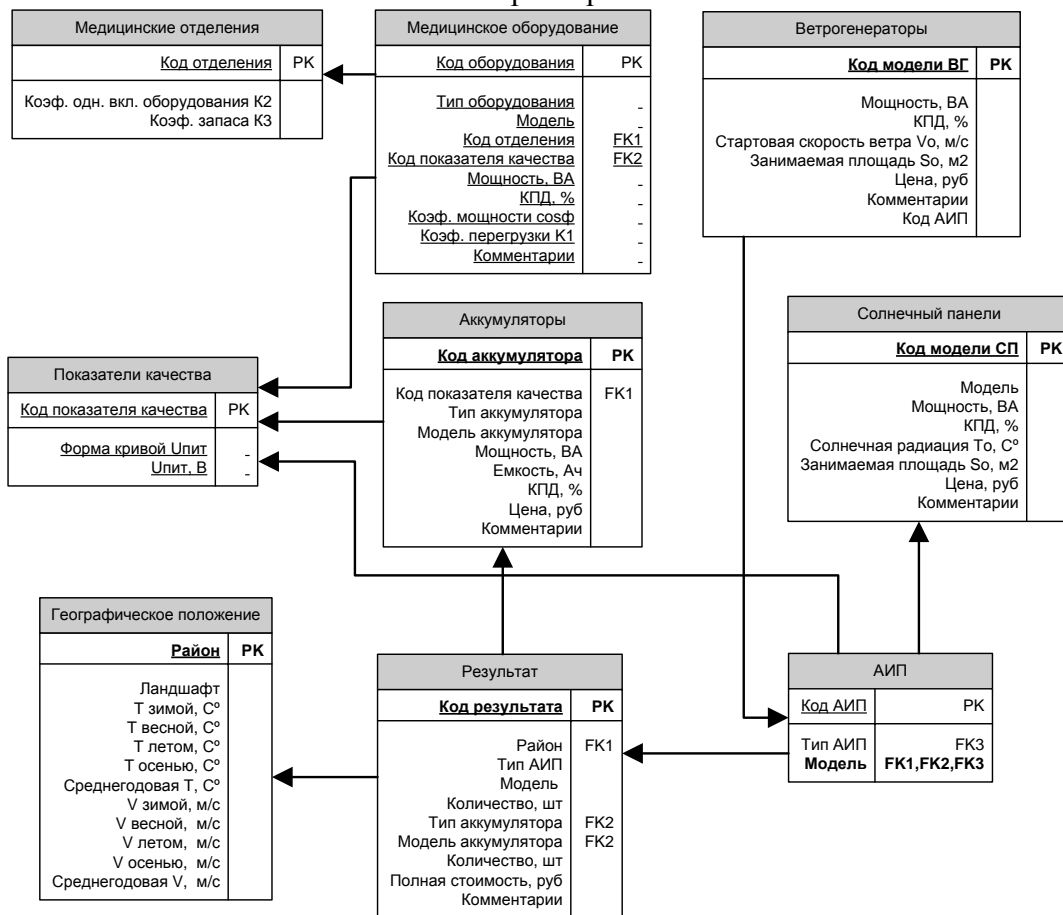


Рис. 3. Информационное обеспечение ИС

Для расчета мощности резервных аккумуляторов учетом пускового режима медицинских аппаратов необходимо рассчитать полную мощность медицинской аппаратуры  $S$  в ВА (вольт-амперах), подключенной к электросети отделения. Так же необходимо учесть то оборудование, которое планирует приобрести медицинское учреждение и подключить к сети в будущем.

При расчете, под полной мощностью понимается максимальная (пиковая) мощность, потребляемая медицинским оборудованием.

Для начала необходимо определить мощность каждого конкретного устройства в ВА. Мощность прибора  $P_i$  можно узнать из эксплуатационной документации, найти на шильдике электроприбора или же посетить соответствующий электронный ресурс фирмы-изготовителя.

Если  $P_i$  электроприбора указана в Вт, то её нужно разделить на коэффициент мощности  $\cos\varphi$  (1), который также должен быть указан в документации или на шильдике.

$$S_i = \frac{P_i}{\cos\varphi}, \quad (1)$$

Если  $\cos\varphi$  не указан, то для грубого расчета  $P_i$  в Вт можно разделить на 0,6 – 0,8.

Также важным пунктом при расчетах является учет высоких пусковых токов некоторых медицинских устройств (например МРТ, рентген-аппарат и т.п.), для этого Р устройства необходимо умножить на коэффициент  $K1$ , чтобы избежать перегрузки резервных аккумуляторов, и, как следствие, их отключения или выхода из строя в момент включения нагрузки с большими пусковыми токами.

После расчёта полной суммарной мощности всех приборов необходимо учесть поправочный коэффициент одновременности включения оборудования  $K2$ .

И в завершение всех расчётов, т.к. рекомендуется выбирать электростанцию с запасом по мощности, полную суммарную мощность всех электроприборов необходимо умножить на коэффициент запаса  $K3$  в диапазоне 1,2 - 1,25.

Таким образом, формула для расчета полной мощности медицинского оборудования принимает следующий вид (2):

$$S = K3 \cdot K2 \cdot \sum_{i=1}^n K1 \cdot S_i. \quad (2)$$

Рассчитав полную мощность медицинской аппаратуры, ИС переходит к подбору альтернативных источников питания. В качестве них выступают ветрогенераторы и солнечные панели. Алгоритм подбора ветрогенераторов представлен на рис. 4.

Результатом подбора АИП является список возможного состава оборудования.

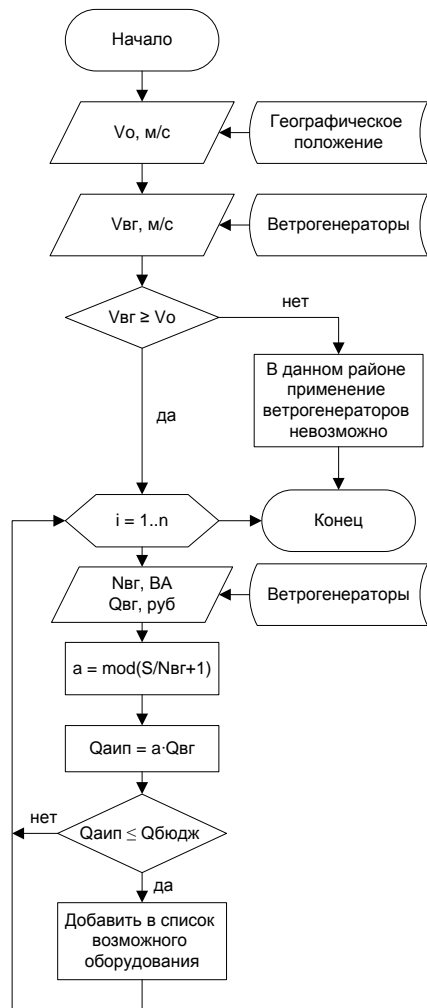
Важной частью комбинированной системы электропитания является аккумуляторные батареи (АКБ). От технических характеристик аккумулятора зависят основные параметры системы электроснабжения. Именно аккумулятор определяет в конечном счете и мощность источника и длительность резерва системы.

По типу используемого электролита все аккумуляторные батареи делятся на три основные группы: АКБ с жидким электролитом, АКБ по технологии GEL, АКБ по технологии AGM.

Алгоритм подбора моделей аккумуляторных батарей представлен на Рис. 5.

Подходящие модели аккумуляторов отправляются в список возможного состава оборудования системы электропитания. Итоговым блоком работы ИС является принятие решения информационной системой.

Ограниченное число моделей альтернативных источников питания и аккумуляторов, а также бюджета и площади установки приводит к сравнительно небольшому числу возможных вариантов состава оборудования системы электроснабжения, что позволяет в качестве метода решения поставленной оптимизационной задачи использовать метод полного перебора вариантов.



**Рис. 4.** Алгоритм подбора ветрогенераторов;

где  $V_o$  – среднегодовая скорость ветра;  $V_{вг}$  – стартовая скорость ветрогенератора;  $N_{вг}$  – мощность ветрогенератора;  $Q_{вг}$  – стоимость ветрогенератора;  $a$  – количество ветрогенераторов;  $Q_{бюдж}$  – максимальная стоимость комбинированной системы электроснабжения.

Сущность метода перебора заключается в следующем:

- рассмотреть все возможные случаи;
- найти те, которые удовлетворяют условию данной задачи;
- показать, что других решений нет [5].

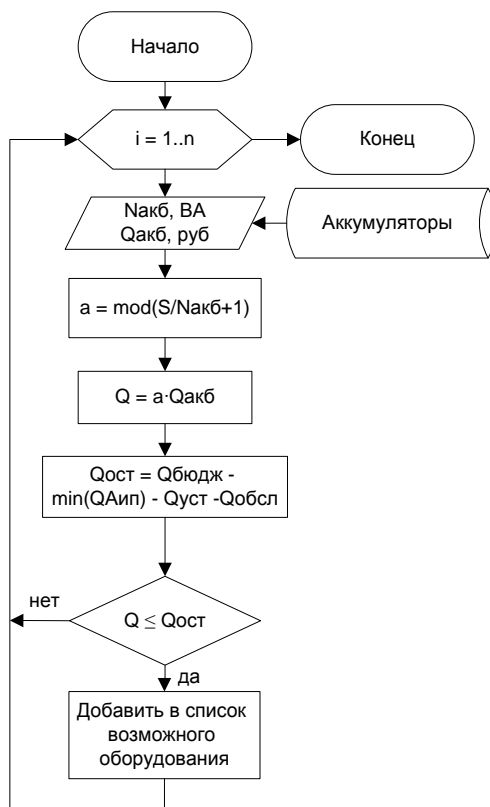
Алгоритм решения задачи поиска оптимального варианта состава оборудования состоит из ряда шагов.

На первом шаге определяется множество допустимых вариантов состава комбинированной системы электропитания, которое формируется исходя из имеющегося набора типового оборудования в базе данных ИС.

На втором шаге решается задача оптимизации состава оборудования будущей системы электроснабжения для каждого допустимого варианта состава оборудования.

На третьем шаге из совокупности вариантов состава оборудования рассматриваемого типа выбирается оптимальный по критерию минимума приведенных затрат.





**Рис. 5.** - Алгоритм подбора аккумуляторов;

где  $N_{акб}$  – мощность аккумуляторной батареи;  $Q_{акб}$  – стоимость аккумулятора;  $a$  – количество аккумуляторов;  $Q_{бюдж}$  – максимальная стоимость комбинированной системы электроснабжения;  $Q_{аип}$  – стоимость АИП;  $Q_{уст}$  – стоимость установки;  $Q_{обсл}$  – стоимость обслуживания.

Таким образом, в результате работы ИС выдает отчет о составе комбинированной системы электропитания, наиболее подходящей для выбранного ЛПУ, учитывая в процессе принятия решения, как состав медицинского оборудования, так и выделенный бюджет.

Актуальность проблемы обеспечения стабильного электропитания медицинских учреждений, с учетом заинтересованности не только частных лиц, но и государства в целом, с каждым днем только возрастает.

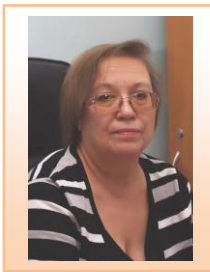
Разрабатываемая информационная система подбора альтернативных источников питания поможет в решении этой задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Германович, В. Альтернативные источники энергии: практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы / В. Германович, А. Турилин. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2011. — 317 с.
2. Статья о комбинированных системах электроснабжения [Электронный ресурс] // Информационный портал. URL: <http://pue8.ru/> (дата обращения: 12.02.2016).
3. К.М. Сидоров, В.Е. Ютт, Т.В. Голубчик. Комбинированные энергетические установки в системе автономного электроснабжения // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ) - Выпуск 4(35) - 2013.
4. Статья о применении методов искусственного интеллекта в алгоритмах перебора [Электронный ресурс] // URL: <http://underwood.narod.ru/> (дата обращения: 2.04.2016)

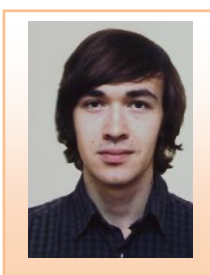
5. Терешков В.В., Корчагин А.В., Аванесов В.М. О влиянии источников вторичного электропитания на показатели качества электроэнергии // Промышленная энергетика, 2003, №2, С.41-45.

### ОБ АВТОРАХ



**Костюкова Татьяна Петровна**, доктор техн. наук, профессор кафедры экономической информатики УГАТУ.

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



**Гайнетдинов Рамиль Римович**, магистр 2 курса, гр. БИ-204м, кафедра экономической информатики УГАТУ

e-mail: [ram-student@yandex.ru](mailto:ram-student@yandex.ru)

УДК 004

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУБЪЕКТНО- ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

**Плотников М. А., Мартынов В. В.**

В век информационных технологий практически любая компания, так или иначе, сталкивается с ними в своей работе, независимо от сферы их деятельности. Со временем роль ИТ в компании растет, а вместе с ней и потребность в обеспечении должного уровня сервиса и доступности ИТ-услуг. Пользователь должен иметь возможность получить решение своих проблем, при их возникновении, как можно быстрее и качественнее, для того чтобы он мог работать в любое время. Именно на это нацелена реализация процесса управления инцидентами и проблемами. Под инцидентом в данном случае понимается любое событие, не являющееся частью стандартных операций сервиса и вызывает, или может вызвать, прерывание обслуживания или снижение качества сервиса. Проблема, в свою очередь, является неизвестной причиной одного или нескольких инцидентов.

Библиотека инфраструктуры информационных технологий или ITIL (the IT Infrastructure Library) является документом, объединяющим в себе лучшие практики в управлении ИТ-услугами. Библиотека ITIL используется во всем мире и на данный момент актуальной является третья версия библиотеки (ITILv3).

ITIL рассматривает управление ИТ-услугами в контексте «Поставщик услуг – заказчик услуг». Поставщик – это организация, которая предоставляет услуги одному или нескольким заказчикам. Заказчик – это покупатель товаров или услуг, т.е. это человек, который заключает соглашение с поставщиком на предоставление ИТ-услуг и отвечает за то, чтобы эти услуги были оплачены. Также выделяют непосредственно пользователей

услуг, т.е. людей, которые пользуются предоставляемыми ИТ-услугами для выполнения своей повседневной работы. И, наконец, центральный и ключевой элемент ИТЛ – сервис (service), который часто в русскоязычной литературе часто называют услугой, Глоссарий ИТLv3 дает следующее определение: ИТ-услуга (сервис) – способ предоставления ценности заказчикам через содействие им в получении результатов на выходе, которых заказчики хотят достичь без владения специфическими затратами и рисками.

Для разработки системы управления инцидентами выбран принципиально новый подход к проектированию информационных систем, а именно субъектно-ориентированный подход. (англ. S-BPM – Subject-oriented business process management). Методология управления бизнес-процессами на основе S-BPM была впервые предложена компанией jCOM1 AG, позже переименованная в Metasonic AG, в 2004 году. Причиной роста его популярности является существенное снижение затрат на автоматизацию бизнес-процессов за счет быстрого превращения субъектных моделей в исполняемые приложения, а также за счет участия самих субъектов как в согласовании моделей, так и в превращении их в исполняемые приложения. Термины «субъект» и «субъектность» в данном случае определяются следующим образом: «субъект» – носитель деятельности, сознания, познания и рефлексии, а «субъектность» – характеристика субъекта (как носителя деятельности, сознания, познания и рефлексии), отражающая полноту его актуальных и потенциальных возможностей и степень их реализации в настоящем и будущем.

В основе S-BPM лежит ряд ключевых идей:

1) управление сложностью при помощи изоляции, то есть сокращение сложной бизнес-логики при помощи сосредоточения на небольших асинхронных частях. Это делает процесс более легким для понимания;

2) координация бизнес-участников при помощи структурированных коммуникаций, предполагающих распределение правильной информации в нужное время нужным людям;

3) описание моделей на естественном языке – интуитивно понятном языке со структурой, содержащей подлежащее (субъект), сказуемое (действие, или предикат) и дополнение (объект);

4) создание кода (процессных приложений), а не только картинок.

Данные процессные приложения предполагают создание совместной среды, в которой бизнес-участники создают и изменяют свои приложения. В основе данной совместной среды лежат:

– работы Энтони Хоара по взаимодействующим последовательным процессам (Communicating Sequential Processes, CSP);

– работы Робина Милнера по исчислению взаимодействующих систем (Calculus of Communicating systems, CCS);

– сети Петри;

– концепция объектно-ориентированного программирования (ООП).

5) наличие эффективных инструментов валидации создаваемых моделей бизнес-процессов;

6) минимизация временного цикла от построения модели процесса до реализации исполняемого процесса.

Работы Энтони Хоара и Робина Милнера использованы для представления взаимодействующих субъектов, а сети Петри и концепция объектно-ориентированного программирования применены для представления действий и объектов.

Как уже было сказано нотация S-BPM в отличие от BPMN предельно проста и состоит всего из 5 символов:

1) субъект (исполнитель) в процессе;

2) сообщение – информация, которой исполнители обмениваются в ходе процесса;

3) 3 типа действий или состояний, в которых может находиться субъект, используемые для описания моделей поведения исполнителей:

- функциональное состояние, в котором сотрудник выполнит какую-то задачу;
- состояние отправки;
- состояние получения информации.

Несмотря на простоту, нотация позволяет описывать модели любой сложности и автоматически получать исполняемые приложения на основе разработанных моделей.

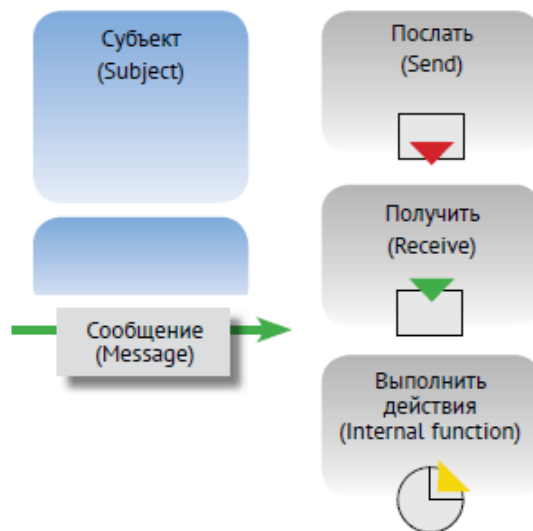


Рис. 1. Типы символов в S-BPM

Компания Metasonic AG, основавшая рассматриваемый подход, разработала платформу для динамических процессных приложений Metasonic Suite, которая построена на базе методологии S-BPM и включает различные модули, поддерживающие весь цикл управления бизнес-процессами, в том числе (рисунок 3):

- 1) Metasonic Build – среда проектирования бизнес-процессов и ИТ-разработки;
- 2) Metasonic Proof – среда верификации бизнес-процессов;
- 3) Metasonic Flow – среда исполнения и контроллинга процессных приложений;
- 4) Metasonic Base – среда администрирования сервера и приложений.

Metasonic Suite предлагает следующую функциональность и возможности:

1) Динамические процессные правила (правила, задаваемые в редакторе, не требующие программирования). Правила могут создавать сами сотрудники, чьи специализированные знания определяют правила протекания процесса. Это экономит время и затраты и предотвращает ошибки. Например, в зависимости от кредитоспособности клиента, его статуса и суммы заказа, клиент получает заказ (обычным способом или экспресс) или получает сообщение, что заказ невозможен;

2) Навигация в процессе на основе форм данных. Основанная на формах данных навигация в рамках процесса обеспечивает быстрый и легкий способ включения всех сотрудников в процесс. Это простая альтернатива Metasonic Flow для сотрудников, которые выполняют лишь отдельные операции в процессе и не нуждаются, в силу этого, в использовании полноценного инструмента управления процессами;

3) Облачная архитектура. Все компоненты Metasonic Suite можно инициализировать из облака;

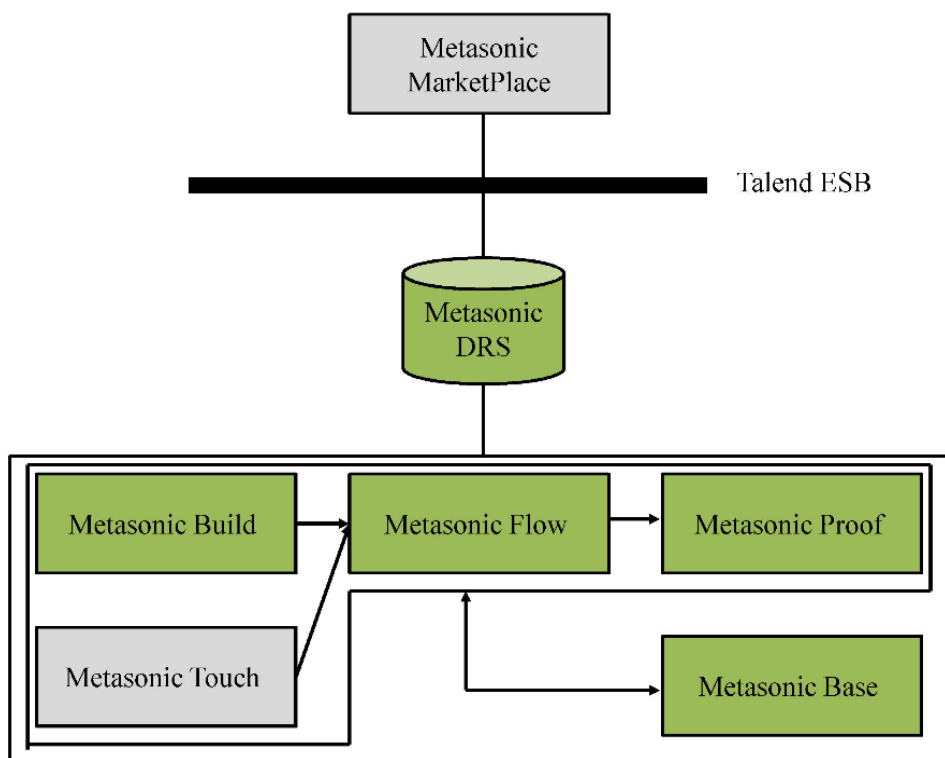
4) Совместное моделирование, предполагающее:

– распараллеливание. Несколько бизнес-участников могут работать над моделью одновременно, что создает эффективную командную работу, не требующую, чтобы все бизнес-участники находились в одном месте;

– информирование участников. Изменения, вносимые другими участниками, немедленно отображаются. Постоянное обновления статуса работ ускоряет эффективное сотрудничество;

– вовлечение участников. Каждый бизнес-участник создает модели со своей точки зрения как субъекта. Интуитивно-структурированные назначения задач приносят ясность и скорость;

– разный фокус внимания. Бизнес-участники с разным фокусом внимания (бизнес и ИТ) работают совместно, что создает эффективное взаимодействие всех департаментов.



**Рис. 2.** Компоненты Metasonic Suite

Основными диаграммами в субъектном подходе являются диаграмма коммуникаций (описывает процесс как взаимодействие нескольких субъектов) и диаграмма внутреннего поведения (описывает поведение каждого отдельного субъекта). В рамках статьи рассмотрим диаграмму коммуникаций процесса управления инцидентами в нотации S-BPM представленную на рисунке 3.

Инициатором процесса является пользователь, который оформляет в информационной системе инцидент. Инцидент поступает на 1-ю линию технической поддержки. Инженер 1-й линии может запрашивать информацию у пользователя посредством системы и решить инцидент если есть такая возможность, если же нет, то инцидент передается на 2-ю линию поддержки. Аналогично вторая линия запрашивает дополнительную информацию и решает инцидент. После решения инцидента пользователь либо закрывает его с оценкой качества выполнения работ, либо если работы не выполнены вновь направляет инженеру на доработку. Пример диаграммы внутреннего поведения представлен на рисунке 4. Диаграмма описывает возможности, которыми обладает пользователь, при работе в системе, а также последовательность его действий в ходе работы над инцидентом. В начале пользователь создает запрос на обслуживание и отправляет его инженеру, после чего пользователь находится в ожидании решения. В данном состоянии пользователь может получать запросы на предоставление дополнительной информации, просьбы перенести сроки выполнения его запроса и непосредственно решение инцидента. Если пользователь удовлетворен решением то инцидент закрывается и выставляется оценка, иначе инцидент отправляется на доработку.

Диаграмма внутреннего поведения разрабатывается для каждого отдельного субъекта и обязательно для конечной генерации программного кода информационной системы.

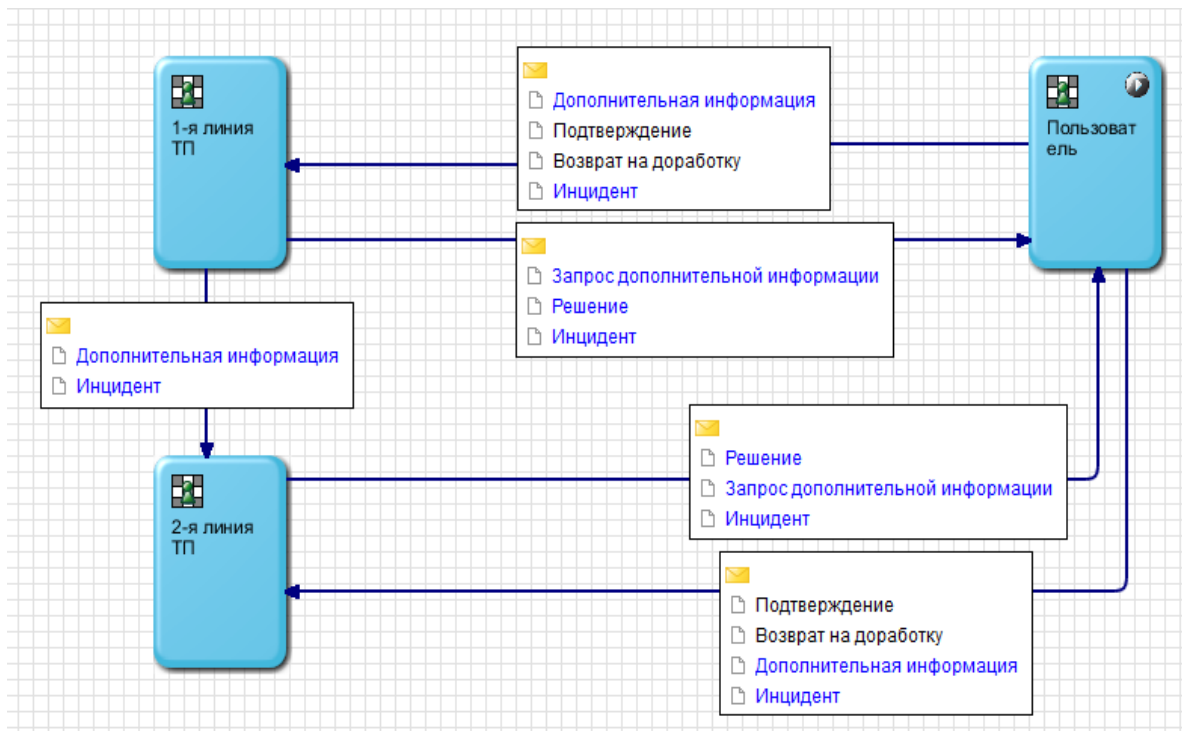


Рис. 3. Процесс управления инцидентами

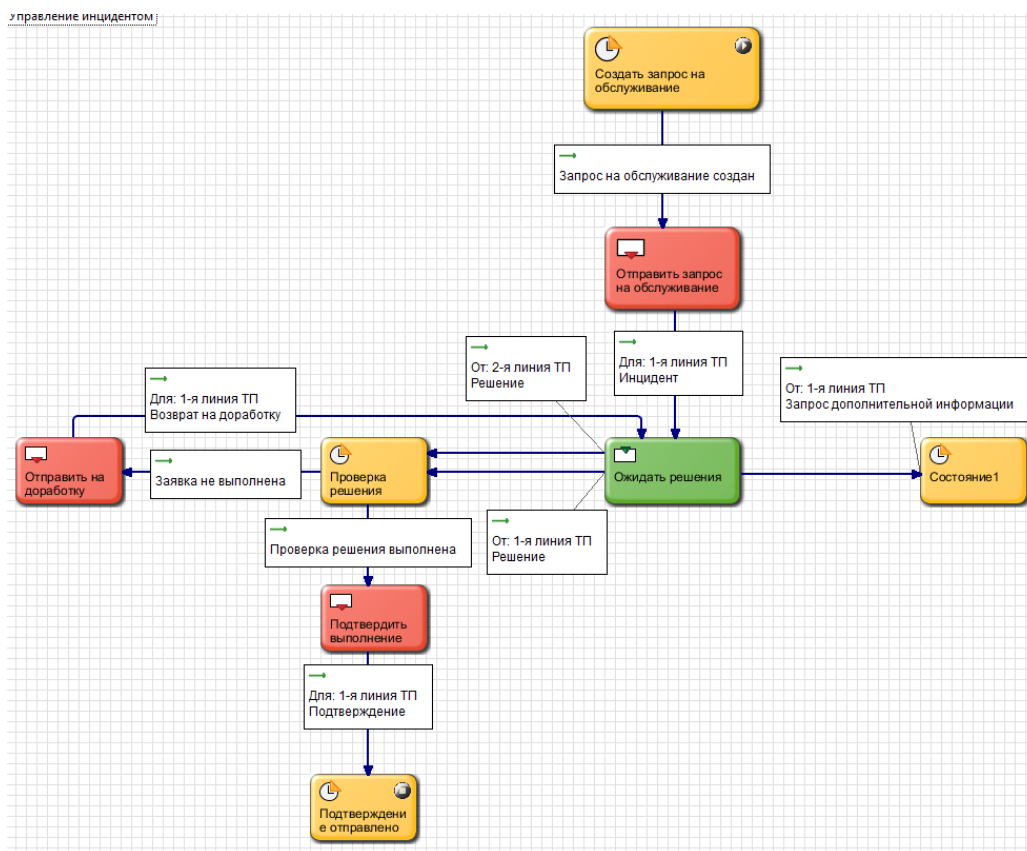


Рис. 4. Диаграмма внутреннего поведения пользователя

Субъектно-ориентированный подход к управлению бизнес-процессами (S-BPM) является сравнительно новым подходом, требующим времени для проверки его

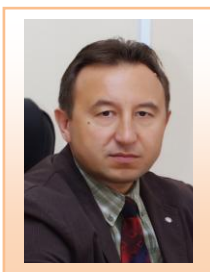


эффективности на практике. Использование методологии субъектно-ориентированного подхода к управлению бизнес-процессами может существенно сократить затраты на автоматизацию, но при этом требует ответов на ряд практических вопросов, которые могут быть получены при дальнейших исследованиях, а также изучение опыта реальных проектов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Ю.Павлов. Управление бизнес-процессами на разных этапах развития современного предприятия // Инженерный вестник Дона [Электронный ресурс] – Электронный научный журнал – 2012. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2012/777/>.
2. Логика BPM. Особенности S-BPM – 2014. – Режим доступа: <http://bpm.blogic20.ru/metasonic/features>.
3. Машков И. Логика BPM. MetasonicSuite5.0. – 2013. – Режим доступа: <http://www.i-love-bpm.ru/files/event/forum2013/C2-Metasonic-5-RU.pdf>.
4. Машков И. Новое в управлении бизнес-процессами – методология S-BPM и решения Metasonic – 2013. – Режим доступа: <http://journal.itmane.ru/node/888>.
5. Metasonic AG. Руководство Разработчика моделей Metasonic Build – 2015. – Режим доступа: [http://docs.metasonic.de/Metasonic\\_Build/5.1/ru/Metasonic\\_Build\\_Modeler\\_Manual\\_ru.pdf](http://docs.metasonic.de/Metasonic_Build/5.1/ru/Metasonic_Build_Modeler_Manual_ru.pdf).
6. ITILv3. Глоссарий терминов и определений, ITIL® V3 Glossary Russian Translation v2.0, 29 Jun 2011.
7. Бон Ян Ван, Кеммерлинг Георгес, Пондман Дик. ИТ сервис-менеджмент. Введение // М.: IT Expert, 2003. — 215 с. — ISBN: 90-77212-15-9.

### ОБ АВТОРАХ



**Мартынов Виталий Владимирович**, проф. Кафедры экономической информатики, зав. кафедрой экономической информатики ИНЭК УГАТУ.

e-mail: martynov@rb.ru



**Плотников Михаил Андреевич**, магистр направления «Бизнес информатика», 2 курс, кафедры экономической информатики, диплом бакалавра «Информатики и вычислительной техники» (2014, УГАТУ).

e-mail: mishael833@gmail.com

## СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТОДАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ФГОС 3+

**Плотникова В. К., Мартынов В. В.**

Информатизация Университета – сложный организационный, научно–технический и социально-экономический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей самих универсантов, внешних пользователей и организаций на основе формирования, внедрения и эффективного использования информационных ресурсов. Требования вуза к обучаемым выражены в виде компетенций, перечисленных в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС). Разработка и реализация инструментария автоматизированного формирования учебного плана по ФГОС в соответствии с требованиями работодателей позволяет обеспечить экономию времени на формирование учебного плана, а также обеспечить его актуальность за счет динамичности формирования. На данный момент на рынке информационных технологий систем, направленных на автоматизированное формирование и поддержку образовательных программ довольно много, но большая часть из них не отвечает предъявляемым требованиям, сложившимся на сегодняшний день[2].

В повышении эффективности функционирования любых систем основную роль играет совершенствование механизма управления их информационным обеспечением. Информатизация университета – сложный организационный, научно-технический и социально-экономический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей самих обучающихся, внешних пользователей и организаций на основе формирования, внедрения и эффективного использования информационных ресурсов.

Разработка и реализация инструментария автоматизированного формирования учебного плана по ФГОС в соответствии с требованиями работодателей, позволяет обеспечить экономию времени на формирование учебного плана, а также обеспечить его актуальность за счет динамичности формирования учебного плана.

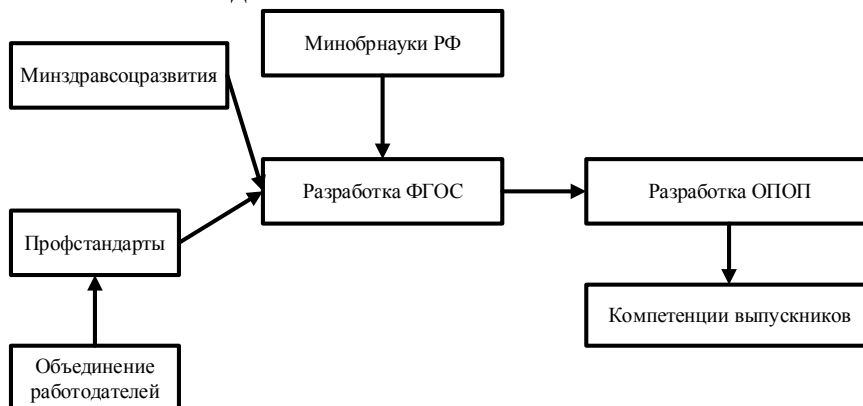
В рамках исследования ставятся следующие задачи:

- разработка механизма формализации требований работодателя к специалистам в терминах компетенций, установленных ФГОС;
- формирование механизма оценки удовлетворенности предъявляемых требований работодателя ФГОСом, с выявлением наилучшего варианта;
- разработка механизма трансформации набора компетенций в образовательные дисциплины;
- разработка инструмента приведения требований работодателя к ФГОС;
- разработка технологии автоматизированного формирования учебного плана с учетом требований работодателя;
- формирование набора дисциплин для удовлетворения необходимых компетенций.

Модель подготовленности сегодняшнего выпускника описывают несколько сотен компетенций разного уровня из разных областей знаний. В результате набор выбранных компетенций должен позволить проводить эффективный формализованный поиск кандидатов нужного профиля и необходимой квалификации. Но зачастую к работникам одной специальности в зависимости от направления предприятия требования работодателей сильно различаются[1].

Формирование ФГОС проходит достаточный длинный этап, в котором напрямую не участвуют работодатели. Схема формирования ФГОС представлена на рис. 1. Для работодателей отводится задача формирование профессиональных стандартов, с учетом

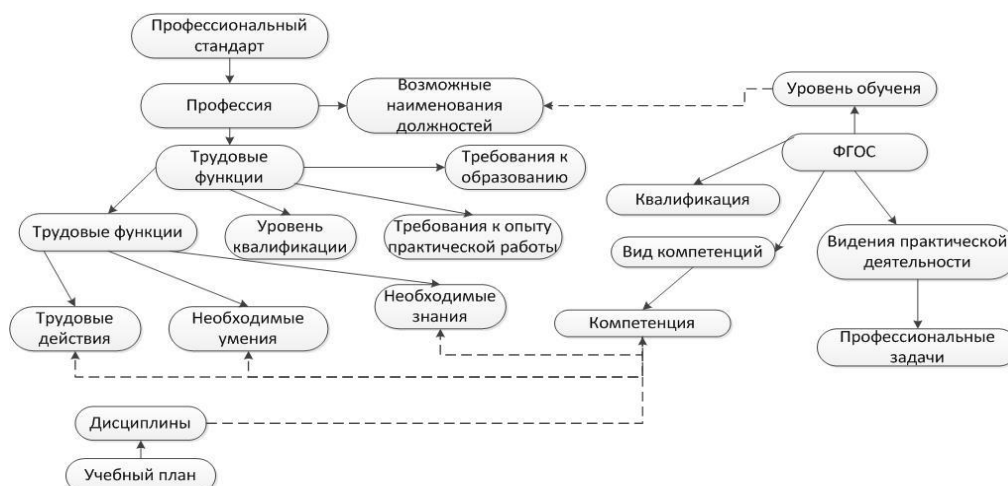
которых разрабатывают ФГОС, и продолжительность его формирования имеет период около трех лет. Далее еще на их основе формируется или перерабатывается сам стандарт, на что тоже требуется время. Таким образом, выпуск первых студентов по такому сформированному ФГОС с учетом требований работодателей будет примерно через 8-10 лет. Получается, что сейчас выпускаются специалисты с компетенциями, которые требовались около 10 лет назад.



**Рис. 1.** Схема формирования ФГОС

Ускорить решение данной задачи можно с помощью создания информационной системы формирования динамически изменяющихся образовательных программ вплоть до составления индивидуальных планов обучения, отражающих связь теории с ее конкретным практическим применением, соответствующим профессиональным склонностям будущего бакалавра, специалиста или магистра.

Профессиональные стандарты уже разработаны для ряда сфер деятельности и в планах внедрить их еще для 800 профессий [2]. Одной из проблем, возникающей при подборе специалистов работодателем, становится несоответствие квалификационных требований, прописанных в таких стандартах, или требований должностных инструкций (если стандарт еще не разработан) тем компетенциям, которые прописаны в стандартах обучения. Поэтому первой задачей для достижения согласования является формирование тезауруса предметной области, построение и использование механизма определения необходимых компетентностей. Такой тезаурус может быть сформирован в виде онтологической базы данных и, в дальнейшем, на основе построенной онтологии вырабатываются общие требования [3]. Разработанная онтология легла в основу созданной АИС, позволяющей подобрать наиболее близкий к выдвинутым требованиям работодателем по структуре и содержанию базовых компетенций федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования. Структурная схема предметной области представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Структурная схема онтологии

Возможность использования знаний предметной области позволяет создавать онтологии, облегчающие взаимодействие специалистов делопроизводства. Онтология представляет собой описание понятий в рассматриваемой предметной области, свойств, описывающих каждое понятие, и ограничений, наложенных на слоты. Онтология вместе с набором индивидуальных экземпляров классов входит в базу знаний интеллектуальной системы. Характерной особенностью онтологий является однородность смысловых связей между входящими в нее понятиями. Однако современные интеллектуальные системы и усложнение структуры предметных областей требуют обеспечения возможности использования разнородных понятий и различающихся по смыслу связей между ними.

Использование методов онтологического подхода позволяет наиболее адекватно оценить и промоделировать процессы в системах управления в конкретных областях и видах деятельности.

В результате выполнения данного процесса осуществляется выбор стандарта, по которому будет производиться подготовка специалиста. Утвердив предложенный вариант стандарта и направления подготовки, происходит трансформация сформированного набора компетенций специалиста в образовательные дисциплины, которые полностью удовлетворят данный набор[4].

Работодатель в АИС формирует требования на основе ФГОС и профессионального стандарта. Данные требования могут быть уточнены по просьбе ВУЗа. На основе уточненных требований подбирается ФГОС. И работодателю выводится список наиболее подходящих направлений подготовки и указываются процент удовлетворенности требований. На рисунке 4 представлена диаграмма прецедентов, иллюстрирующая работу прецедента «Формирование требований работодателя».

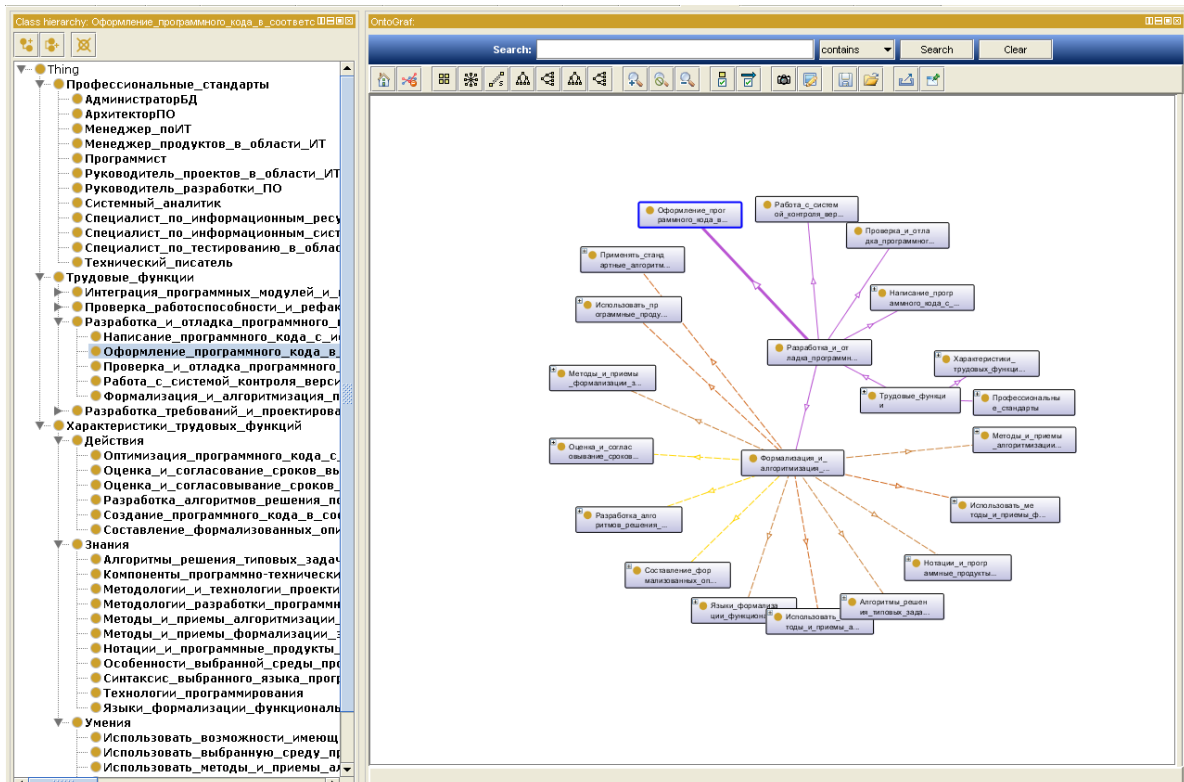
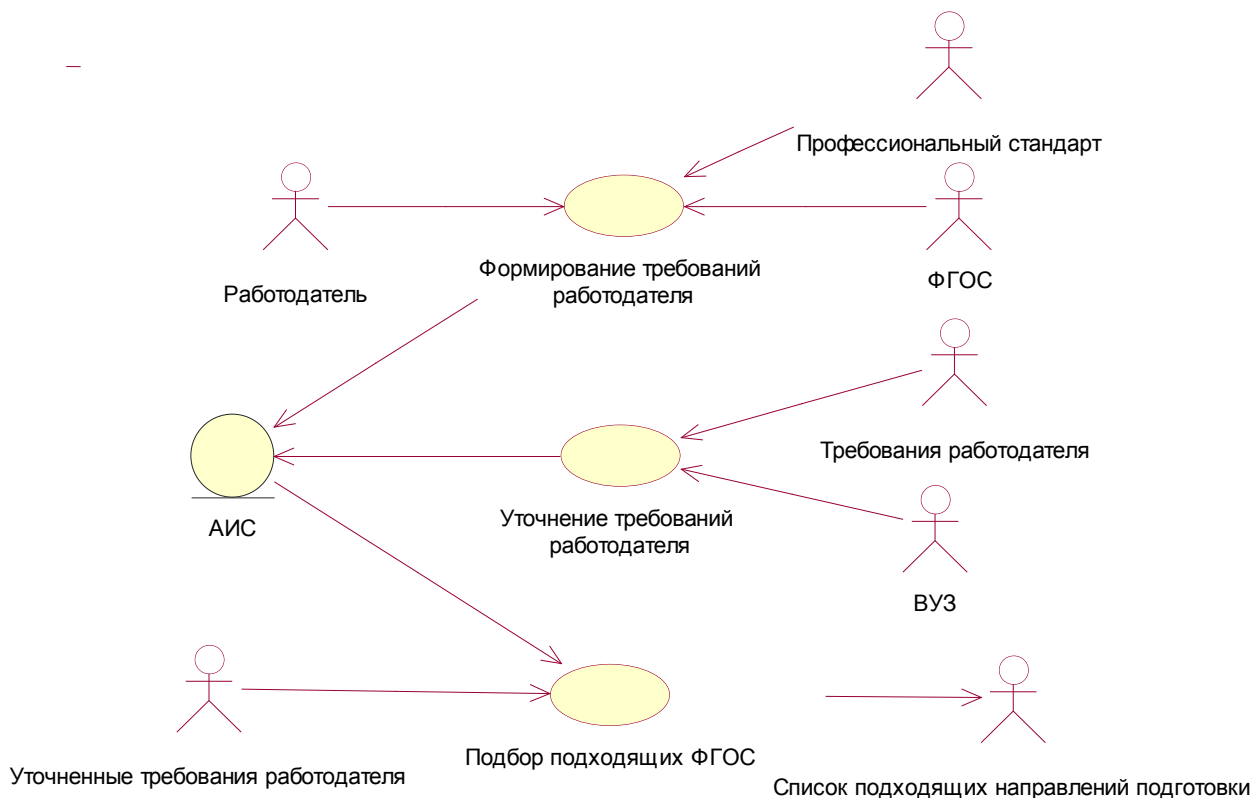


Рис. 3. Фрагмент онтологии «Формирование требований»



**Рис. 4.** Диаграмма прецедентов «Формирование требований работодателя»

Формирование требований работодателя происходит в несколько этапов. Вначале работодатель выбирает профессию из профессиональных стандартов, если такого нет, то работодатель вводит профессию сам (см. на рис. 5).

The screenshot shows a web interface for adding a specialty. On the left, there are three checkboxes for existing specialties:  Программист,  Инженер технической поддержки, and  Web-разработчик. Below these is a blue button labeled "Далее". On the right, there is a section titled "Добавить новую должность" (Add new position) with an empty text input field and a blue button labeled "Добавить" (Add).

**Рис. 5.** Добавление специальности

Далее работодатель определяет требуемые компетенции на основе профессионального стандарта (рис. 6). Последним этапом производится добавление дополнительных компетенций, связанных с требованиями определенного работодателя. На основе пересечения множеств компетенций специалиста и множеств компетенций ФГОС третьего поколения подбирается направление подготовки специалиста, минимально отличается от компетенций, формируемых ФГОС третьего поколения по какому-либо направлению.

способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях

способность формировать новые конкурентоспособные идеи и реализовывать их в проектах

способность к установке, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную эксплуатацию

готовность проводить сборку информационной системы из готовых компонентов

способность к осуществлению установки, отладки программных и настройки технических средств для ввода информационных систем в промышленную эксплуатацию

способность поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества

готовность обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий

готовность адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования

способность составления инструкций по эксплуатации информационных систем

**Далее**

Рис. 6. Выбор компетенций

Остается еще множество неудовлетворенных компетенций (рис.7) (которые не покрываются в настоящий момент ФГОС), формирование которых происходит с помощью заполнения вариативной части образовательной программы, состоящей из национально-регионального компонента (НРК) и дисциплин по выбору студентов (ДВС). Другой вариант: их можно сформировать в рамках дополнительного образования.[5]

Направление	Процент удовлетворенности	Неудовлетворенные компетенции
230100	27.27272727272727 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>-способность проводить выбор исходных данных для проектирования</li> <li>-способность проводить моделирование процессов и систем</li> <li>-способность проводить расчет обеспечения условий безопасной жизнедеятельности</li> <li>-готовность участвовать в работах по доводке и освоению информационных технологий в ходе внедрения и эксплуатации информационных систем</li> <li>-способность использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в различных областях</li> <li>-способность участвовать в постановке и проведении экспериментальных исследований</li> <li>-способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, научно-технических отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях</li> <li>-готовность обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий</li> </ul>
230400	23.529411764706 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>-разрабатывать компоненты программных комплексов и баз данных, использовать современные инструментальные средства и технологии программирования</li> <li>-участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов</li> <li>-инсталлировать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем</li> </ul>

Рис. 7. Неудовлетворенные компетенции

В результате выполнения данного процесса осуществляется выбор стандарта, по которому будет производиться подготовка специалиста. Утвердив предложенный вариант стандарта и направления подготовки, происходит трансформация сформированного набора компетенций специалиста в образовательные дисциплины, которые полностью удовлетворят данный набор.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов В.В., Тихонова А.А., Филосова Е.И., Черкасов Д.В. Модель формирования динамических образовательных программ подготовки специалистов по требованиям работодателя. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2013): Материалы Международной научно-практической конференции, Сочи, 1-10.10.2013. – С. 77-79.



2. Профессиональные стандарты в области информационных технологий. – М.: АП КИТ, 2008. – 616 с.

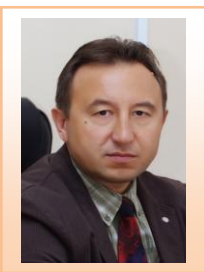
3. Мартынов В.В., Филосова Е.И., Филосова В.К. Применение онтологий в задаче составления учебных планов по требованиям работодателей Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. Том 1. – Уфа: Изд-во «Восточная печать», 2015. – С. 242-246.

4. Мартынов В.В., Филосова Е.И., Плотникова В.К. Применение медианы Кемени для оценки требований работодателя при формировании динамических образовательных программ. Управление экономикой: методы, модели, технологии: материалы XV Международной научной конференции. Т.2/ Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2015. – с.157-160.

5. Филосова Е.И., Плотникова В.К. Принципы создания модели компетенций по требованиям работодателя. Актуальные направления научных Исследований XXI века: теория и практика. Сборник научных трудов по материалам международной заочной научно- практической конференции – Воронеж: – ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2015г.–с.368-371.

6.

### ОБ АВТОРАХ



**Мартынов Виталий Владимирович**, проф. кафедры экономической информатики, зав. каф. экономической информатики ИНЭК УГАТУ.

e-mail: martynov@rb.ru



**Плотникова Виктория Константиновна**, студент ИНЭК, гр. БИ-204м. Исследования в области проектирования информационных систем.

e-mail: filsova@gmail.com

УДК 004

### ПРОЕКТ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА НА ПРИМЕРЕ ООО «МОРОЗКО»

**Дидык Т. Г., Мулюкова К. И.**

В данной работе анализируется необходимость в автоматизации процесса по заказу товара с помощью разработки интернет-магазина, а также внедрению в него дополнительного модуля. С экономической точки зрения подобного рода автоматизация приведет к снижению затрат на заработную плату сотрудникам предприятия и значительному сокращению временных затрат на проведение обработки клиентских заявок, а также их документирование (архивацию).

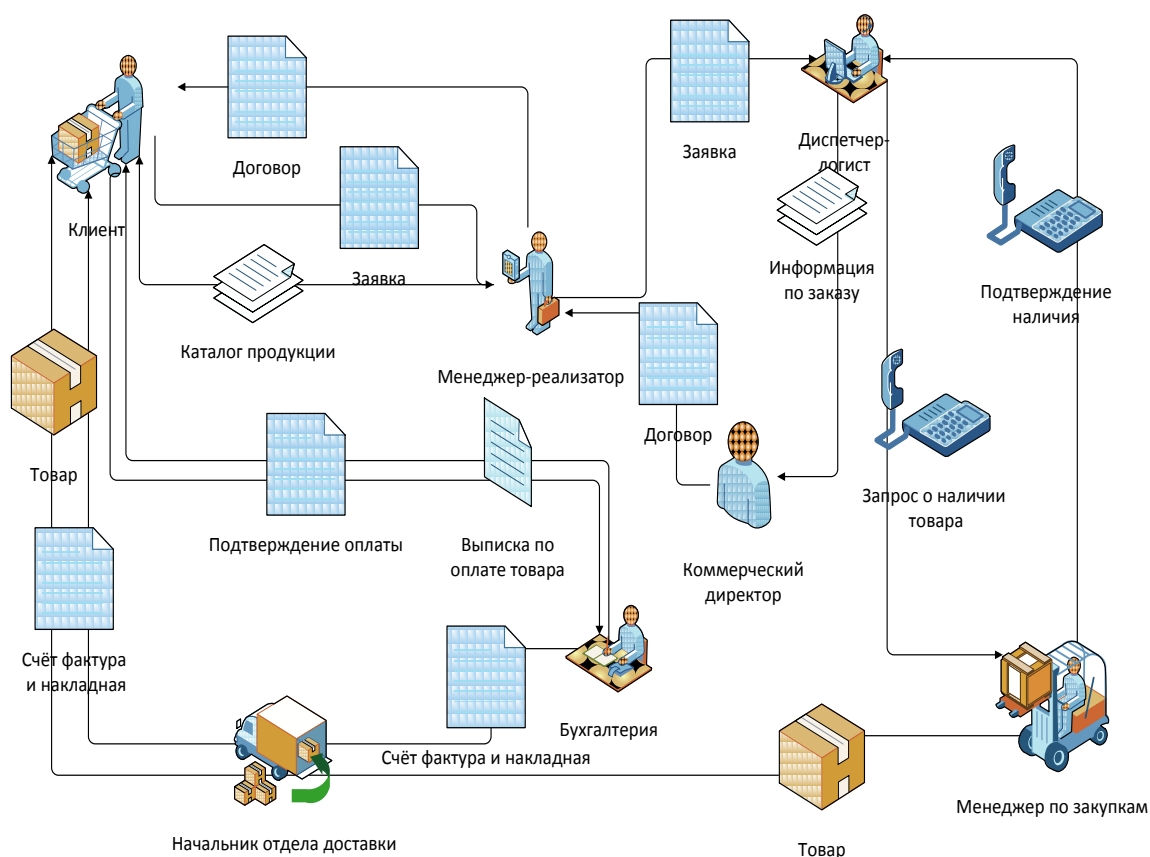
На сегодняшний день предприятия малого бизнеса не могут позволить себе использование и закупку большего и дорогостоящего программного обеспечения. Однако это не означает, что потребность в замене человеческого труда машинами снижается. Невозможно представить ни одно современное предприятия, не использующее хотя бы

персональные компьютеры, от этого напрямую зависит успешное ведение бизнеса [1, 2]. А, следовательно, используя даже малые по мощности персональные компьютеры, возможна автоматизация бизнес-процессов компании. Задачей исследования является на примере ООО «Морозко» показать насколько будет эффективно со стороны денежных и временных затрат ввести в работу программный комплекс мер.

Для описания бизнес-процесса был выбран один из видов деятельности отдела автоматизации – «Заказ товара». Наглядно отобразить ход производственного процесса возможно при помощи мнемосхемы. На рис. 1 представлена мнемосхема «Как есть» функционирования бизнес процесса «Заказ товара» на предприятии.

Отдел реализации – это отдел, главная цель которого состоит в увеличении количества продаж товаров или услуг. Для производства продукции для последующей ее поставки формируется заявка от различных компаний или частных лиц, которая проходит через диспетчера-логиста. Таким образом, он занимается получением и обработкой заказов предприятия ООО «Морозко». Главный бухгалтер работает со всей документацией.

На сегодняшний день заказ товара происходит следующим образом: клиент, просмотрев каталог товаров, предоставленный менеджером-реализатором, оставляет заявку, диспетчер-логист принимает ее, проверяет наличие необходимого товара на складе и оформляет заказ. Далее заключается договор купли-продажи. Клиент оплачивает счет, после чего бухгалтер формирует счет-фактуру и накладную. Затем заказ собирается и доставляется.



**Рис. 1.** Мнемосхема процесса «Заказ товара» на предприятии

Таким образом, в качестве входящих/выходящих документов необходимо выделить: каталог продукции, заявка клиента, данные о заказе, договор купли-продажи, чек об оплате, выписка по оплате товара, счет-фактура, накладная на отгрузку.

Участниками бизнес-процесса заказа товара являются менеджер-реализатор, диспетчер-логист, коммерческий директор, главный бухгалтер, менеджер по закупкам, начальник отдела доставки и сам клиент.

В должностные обязанности диспетчера-логиста входит:

- прием и обработка заявки на товар;
- составление и заполнение плана отгрузки;
- ведение ежедневного отчета по произведенной продукции.

В должностные обязанности главного бухгалтера входит:

- выставление счетов на оплату;
- прослеживание движения денежных средств на расчетном счете;
- ведение бухгалтерского учёта в программе 1С.

Также было замечено, что во время получения заказа на продукцию, каждый из менеджеров ведет записи о полученных заявках, а также всю информацию по работе с ними в своих ежедневниках. Это не только усложняет работу менеджеров и может постоянно приводить к ошибкам в реализации продукции, ошибкам в числовых значениях (подсчётах), а также это увеличивает время работы над обработкой запроса, а руководство фирмы несёт убытки.

При таком объеме работы с документацией сотрудникам необходима информационная система (ИС), позволяющая хранить, обрабатывать и передавать информацию другим пользователям. Такая ИС позволит сократить время составления и обработки заявки, и структурировано хранить информацию о заказах в БД внедряемого продукта.

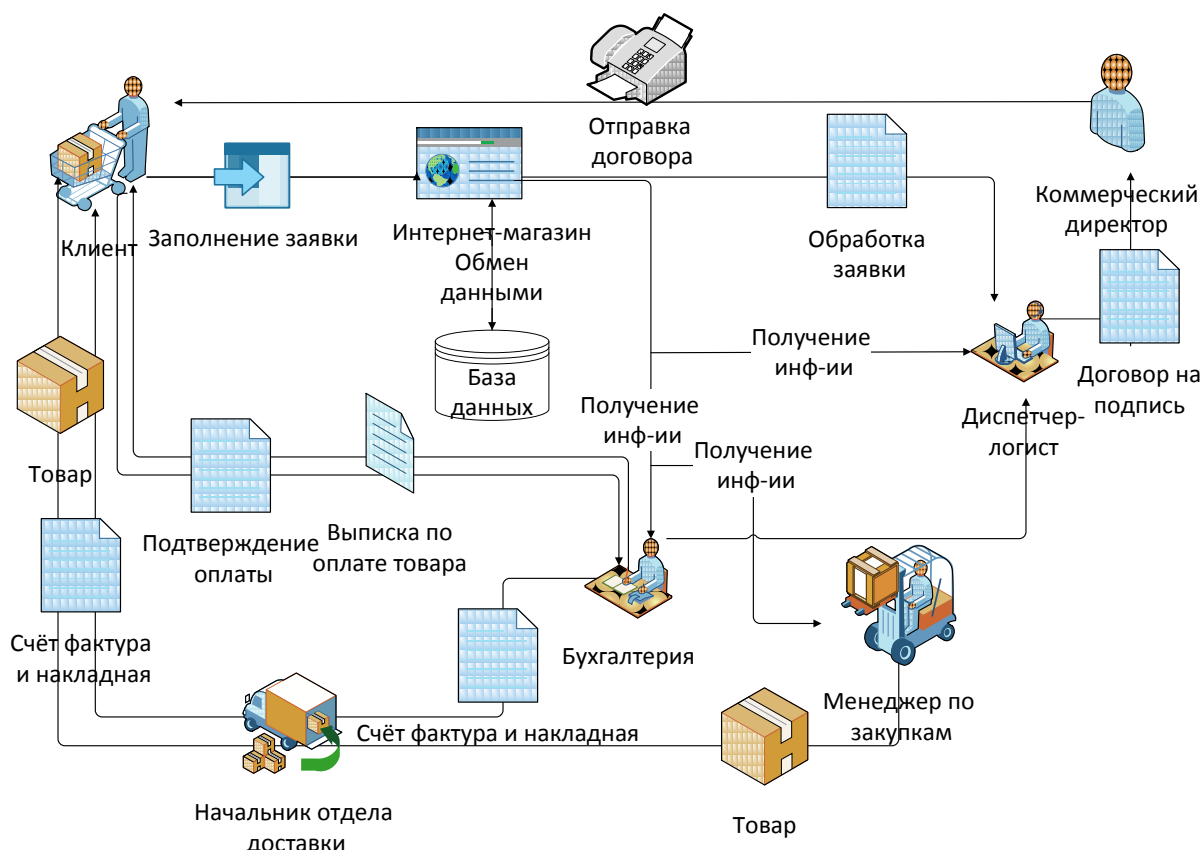
Хотелось бы отметить, что предприятие поставило перед собой задачу «выход на более широкий потребительский рынок». Это означает, что руководство хотело бы привлечь как можно больше потребителей и повысить интерес к компании. Это можно достигнуть путём удовлетворения всех клиентских групп с различными запросами.

Учитывая то, что у компании уже есть сайт в сети интернет, его необходимо модернизировать и внедрить в него новые функции для достижения целей компании, т.е. создать полноценный интернет-магазин с широким и доступным функционалом.

Таким образом, наилучшим образом автоматизировать бизнес-процесс «Заказ товара» можно путём внедрения интернет-магазина компании. На данный момент «Морозко» обладает посадочной страницей в сети интернет, на которой содержится информация о самой компании и о предлагаемых товарах и услугах. Но, тем не менее, люди не могут использовать эту страницу для полноценного осуществления заказа – с помощью него они могут лишь связаться с менеджерами компании через e-mail или же по телефону. Благодаря использованию такого современного решения как продвижение товара в сети интернет, у компании появится еще один способ сбыта продукции.

Информационная модель – это модель объекта, процесса или явления, в которой представлены информационные аспекты моделируемого объекта, процесса или явления. Она является основой разработки моделей ИС. Далее на рис. 2 изображена мнемосхема взаимодействия между клиентами компании и предприятием ООО «Морозко» «Как будет». На рисунке видно, что все процессы, ранее протекавшие вручную, теперь взаимодействуют через ИС.

Основная задача автоматизации состояла в том, чтобы расширить канал сбыта для предприятия, а также упростить процесс оформления и приёма заявок. Внедрение такой информационной системы обеспечит оперативную передачу данными между пользователями системы и сократит время на формирование заявок и на дальнейшую реализацию продукции.



**Рис. 2.** Мнемосхема процесса «Заказ товара» на предприятии после внедрения ИС

Как видно на рисунке, система должна была иметь общую БД для хранения всех оформленных заявок на реализацию продукции и обеспечения возможности формирования счетов-фактур и накладных.

Таким образом, сокращается нагрузка для работников компании, а также уменьшается общий объем документации, хранящийся в бумажном виде. Так, например, диспетчер логист может формировать договор сам на основании базы данных и коммерческому директору остается только подписать его и отправить по факсу клиенту. Главный бухгалтер также получает информацию по заказам из общей базы данных. Сокращается объем информации между работниками, уменьшается бумажная «волокига».

Таким образом, разработанная ИС обеспечивает ввод, хранение, редактирование и передачу данных между пользователями ИС. Такой процесс сократит время передачи данных между пользователями информационной системы, повысит надежность хранения информации и обеспечит оперативность формирования выходной информации, а значит реализации товара.

Необходимо отметить, что интернет-магазин позволяет обойти процедуру письменного составления договора, что значительно сокращает временные затраты как клиента, так и сотрудников предприятия.

Разрабатываемая информационная система будет написана на языке PHP при помощи CMS. В качестве системы управления сайтом была выбрана CMS MODx. Она опережает многие подобные системы по следующим критериям:

- скорость работы;
- скорость разработки;
- простота в освоении;
- гибкость;
- безопасность;
- оптимизация для поисковых машин.

Система позволяет легко настраивать ключевые слова, делает сайт более «видимым» для поисковиков и сокращает время продвижения. Платформа поддерживает платежные системы и множество других полезных модулей. Несмотря на широту возможностей, она отличается гибкостью и удобством администрирования.

CMS написана на программном языке PHP, для хранения данных использует MySQL и MS SQL. Платформа свободно распространяется по стандартной лицензии GPL. Таким образом, разработка системы для предприятия производилась именно с этой CMS.

Были разработаны интерфейс информационной системы, алгоритмы работы основных функций интернет-магазина, осуществлена частичная реализация.

Конечная реализация данной информационной системы позволит:

- улучшить качество работы предприятия;
- увеличить продажи предприятия, а также прибыль;
- увеличить клиентскую базу.

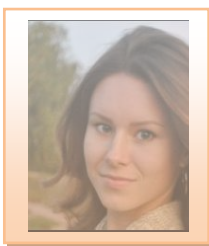
Открытая архитектура и возможности расширения программного обеспечения позволят в процессе дальнейшей работы разместить интернет-магазин на существующий сервер и домен компании ООО «Морозко».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дидык Т.Г., Гимранов А.К., Мухаметьянова О.А. **Внедрение информационной системы учета заявок в работу предприятия ООО «МСМ».** Актуальные проблемы развития вертикальной интеграции системы образования, науки и бизнеса: экономические, правовые и социальные аспекты. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВЭПИ, 2015. С. 105-109.

2. Шаронова Ю.В., Дидык Т.Г., Рыков В.И. **Вопросы управления знаниями в распределённой информационной системе.** //Инфраструктурные отрасли экономики: проблемы и перспективы развития, 2013, № 3, С. 217-222.

### ОБ АВТОРАХ



**Мулюкова Ксения Сергеевна**, студент гр. БИ-403, ИНЭК. Исследования в области проектирования информационных систем социально-экономической сферы.

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



**Дидык Татьяна Геннадьевна** - доцент кафедры экономической информатики, диплом инженера-программиста (УГАТУ, 1993), кандидат технических наук (2005). Исследования в области ИКТ управления бизнесом, методологии и инструментарию управления жизненным циклом информационных систем.

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

## ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ПОРТАЛА

**Тулякова А. З., Шаронова Ю. В.**

В наши дни многие инновационные проекты в биологии и медицине без преувеличения можно причислить к технологиям будущего. Человечество избавилось от страха перед многими неизлечимыми ранее болезнями. Появились и продолжают появляться новые методики лечения, которые зачастую уже не требуют хирургического вмешательства, долгого восстановления и ухода за больным. Теперь всего за несколько часов можно решить сложнейшую проблему со здоровьем. С помощью современного оборудования врачи легко могут поставить самый сложный диагноз, определить причину заболевания и назначить его лечение [1, 2].

Говоря об инновационном продукте, то в зависимости от того, насколько будет сложна его разработка, решаемые задачи на первой стадии инновационного продукта могут быть разнообразны. Исполнителями работ являются творческие коллективы ученых и инженерно-технических работников вузов, университетов, институтов, научно-технических центров.

Одним из этапов разработки инновационного продукта является комплекс опытно-конструкторских работ, который заключается в применении результатов прикладных исследований для создания образцов новой техники, материала и т.п. Опытные-конструкторские работы являются завершающим этапом исследований, переходом от лабораторных условий и экспериментального производства к промышленному. Исполнителями работ являются творческие коллективы ученых и инженерно-технических работников вузов, университетов, институтов, научно-технических центров. В настоящее время ни одна из разработок этого этапа не обходится без применения автоматизированных информационных технологий. В зависимости от сложности создаваемого продукта, решаемые задачи и применяемые технологии на этой стадии могут различаться [3].

К опытно-конструкторским работам и информационным системам этого этапа могут относиться [4, 5]:

1) Эскизно-техническое проектирование: с помощью систем автоматизированного проектирования CAD (CADD): AutoCAD, Vocad-3D, Allegro, OrCAD.

2) Разработка определенной конструкции инженерного объекта или технической системы – с помощью систем автоматизированного проектирования CAD (CAGD): Allplan, AltiumDesigner, GstarCAD, IronCAD.

3) Разработка идей и вариантов нового объекта – с помощью программных средств SketchUP, Wings, Art of Illusion, Autodesk, CATIA.

4) Разработка технологических процессов – с помощью систем автоматизированного проектирования CAE (CAA), CAM, CAPP.

5) Определение наименования продукта, разработка товарного знака, маркировки и упаковки – с помощью графических редакторов: AdobePhotoshop, AdobeIllustrator, CorelDraw, Spotlight, RasterDesk.

Примеры инновационных продуктов в области медицины и биологии:

1. Примером такой разработки можно считать систему непрерывного мониторинга глюкозы крови (ГК) iPro2 [6], являющимся простым, удобным и современным средством для непрерывного мониторинга уровня глюкозы. Несмотря на существование на рынке множества различных систем мониторинга разных производителей, данное устройство проводит наиболее точную диагностику и имеет множество функций. Перед тем, как устройство появилось на рынке, было проведено исследование того, насколько системы



мониторинга дают точные показатели. Исследования провел Институт Диабетических технологий в Уильяме, Германия. Для его проведения были выбраны 27 различных систем мониторинга глюкозы разных производителей. Исследование состояло из следующих этапов:

1) Выбор исследуемых групп - люди, принимавшие участие в исследовании: взрослые старше 18 лет, страдающие диабетом 1 и 2 типа и пациенты, не страдающие диабетом.

2) Определение целевых значений исследования – из статистики были взяты целевые значения распределения концентрации глюкозы в крови.

3) Определение статистических значений исследования – из БД были взяты значения проведенного анализа крови и эти данные исключались при определённых случаях, например, ошибки обработки данных.

4) Определение результатов – с помощью программного пакета Statistical Analysis for Genetic Epidemiology были определены результаты исследования.

Результаты показали, что все системы мониторинга ГК не отвечают минимальным требованиям к точности стандарта ISO 15197:2003 и ни одна из существующих систем не прошла испытания. В итоге, было решено разработать более эффективное и точное устройство и запустить его на инновационный рынок медицины.

В табл.1 показаны этапы и программные средства разработки информационной системы LorHealth.

**Таблица 1**

**Этапы разработки ИС LorHealth**

№	Наименование этапа работ	Программные средства
<b>1</b>	<b>Эскизный проект</b>	
1.1	Определение общей функциональной и технической архитектур	BPWin, Rational Rose
1.2	Разработка логической модели данных	ERWin, Sybase Power Desginer
1.3	Разработка предварительного регламента взаимодействия информационных систем	Sybase Power Designer, AcuaLogic
1.4	Эскизное проектирование процессов ETL	Oracle Data Integrator, IBM WebSphere DataStage, SAP Business Objects Data Integrator
1.5	Эскизное проектирование интерфейсов пользователя	Sybase Power Designer, MFC
<b>2</b>	<b>Технический проект</b>	
2.1	Определение функциональной и технической архитектур	BPWin, ARIS
2.2	Разработка физической модели данных	ERWin, Oracle Warehouse Builder, Informatics PowetCenter
2.3	Разработка регламента взаимодействия информационных систем	Sybase Power Designer, IBM WebSphere DataStage
2.4	Проектирование процессов ETL	Oracle Data Integrator, IBM WebSphere DataStage, SAP Business Objects Data Integrator
2.5	Проектирование интерфейса пользователя	Sybase Power Designer

Разработка программного обеспечения CareLink была разделена на следующие ключевые этапы:

- проектирование программного обеспечения;
- реализация программного кода;
- тестирование.

В табл.2 приведены этапы создания медицинского портала с указанием применяемых информационных технологий.

На каждом этапе используются специальные программные средства для разработок.

1) Проектирование программного обеспечения состоит из следующих подэтапов: анализ требований, разработка архитектуры будущего программного кода, разработка устройств основных компонентов программного обеспечения, разработка макетов Пользовательского интерфейса. В ходе проектирования были использованы следующие нотации и программные средства: BPMN (Eclipse, Sybase Power Designer), ER-диаграммы (ErWin), UML (Sybase Power Designer).

2) Реализация программного кода – на данном этапе выполнялась реализация кодирования отдельных компонент программы. Среди средств разработки программного кода были использованы основные виды средств: язык программирования Java, средство создания пользовательского интерфейса MFC, средство получения исполняемого кода MS Visual Studio, средство управления БД MS SQL, отладчик MS Visual Studio.

Таблица 2

#### Этапы и информационные технологии создания медицинского портала

№	Наименование этапа	Краткое описание	Используемые программные средства
1	Определение целей портала и его позиционирование	Какие задачи должен решать портал, его задачи	—
2	Создание технического задания на разработку	Описание целей создания, структуры, используемых технологий, технических требований к сайту	—
3	Создание дизайн-макета	Создание дизайн страниц будущего веб-сайта	Adobe Creative Cloud, UI Faces, Responsive Sketch Pad
4	Верстка портала	Перевод дизайн-макета на язык HTML	CSS Pre-processor, Adobe Dreamweaver
5	Программирование	Программирование с использованием DHTML, PHP и БД	Coda 2, Browserstack, HTML Reader, MySQL
6	Наполнение сайта информацией	Информация от заказчика размещается на сайте	Human Emulator, textKit, CMS
7	Расположение портала в сети Интернет	Расположение файлов сайта на хостинге	—

3) Тестирование программы – проводилась проверка соответствия функциональности разработанной программы первоначальным требованиям, а также выявлялись ошибки, которые появлялись во время работы программы. Для анализа кода профилирования использовался Code Wizard – Parasoft, тестирования функциональности TEST – Parasoft, тестирования производительности QACenter Performance – Compuware.

2. Другим примером инновационной разработки в области медицины является

информационная система LogHealth [7], предназначенная для определения заболевания по его симптомам. Ее преимуществом является возможность представлять надежную и полезную информацию о вероятных заболеваниях и их лечению.

3. Система записи к врачу Республики Башкортостан (РБ) предназначена для оказания электронных услуг населению в области медицины. Система интегрирована с Республиканской медицинской информационно-аналитической системой РБ, которая охватывает всю сеть медицинских организаций республики, автоматизирует все разделы оказания медицинской помощи для населения и формирует единый банк данных. Благодаря этому у жителей региона есть возможность не только записаться на прием к врачу, но и получить ряд других необходимых медицинских услуг. Работа по развитию Республиканской медицинской информационно-аналитической системы РБ ведется регулярно. Это дает возможность автоматизировать все больше видов деятельности в медицине и расширять список услуг, доступных посетителям сайта [rb.k-vrachu.ru](http://rb.k-vrachu.ru) [8]. Развитие единого медицинского портала повышает доступность медицинской помощи для населения, сокращает время получения услуг, а также повышает эффективность работы здравоохранения региона. Поскольку система записи к врачу является Единым медицинским порталом РБ, то его разработка состояла нескольких этапов.

Инновационная деятельность набирает всё новые и новые обороты, и медицина тому не исключение. Главная цель внедрения инноваций заключается в рационализации и преобразовании природных ресурсов с целью удовлетворения потребностей населения. В данной работе был рассмотрен пример нового продукта на инновационном рынке медицины, этапы его разработок и с помощью каких программных средств данная система была разработана.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

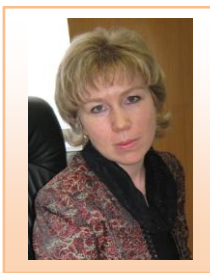
1. **Инновационные технологии в медицине. 2-3 (5-6) 2015:** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.recipe.by/izdaniya/>
2. **Башлыкова А.А., Хорев П.Б. Сервисное сетевое программное обеспечение компьютерных сетей и информационных систем// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013): сб. статей III международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2013. – 233-240 с.**
3. **Линн Фостер. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности:** [Электронный ресурс]. 2008. URL: <http://iknigi.net/avtor-linn-foster/63860-nanotehnologii-nauka-innovacii-i-vozmozhnosti-linn-foster.html>
4. **Информационные системы ИС.** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itstan.ru/>
5. **Исследование: Оценка точности 27 систем мониторинга уровня глюкозы в соответствии со стандартом DIN EN ISO 15197.** [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alphamedica.ru/?pId=21&sId=480>
6. **iPro2. Руководство пользователя.** [Электронный ресурс]. URL: [http://betarcompany.ru/files/ipro2\\_rukovodstvo\\_pol\\_zovatelya.pdf](http://betarcompany.ru/files/ipro2_rukovodstvo_pol_zovatelya.pdf)
7. **Lorhealth.ru. Найти заболевание.** [Электронный ресурс]. URL: <http://lorhealth.ru/>
8. **Единый медицинский портал Республики Башкортостан.** [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.k-vrachu.ru/>

## ОБ АВТОРАХ



**Тулякова Алия Загировна**, студент ИНЭК, гр. БИ-403. Исследования в области проектирования, поддержки и сопровождения информационных систем управления предприятием, организации бизнес-процессов корпоративных информационных систем.

e-mail: [aliatulyakova@hotmail.com](mailto:aliatulyakova@hotmail.com)



**Шаронова Юлия Вениаминовна**, доцент кафедры экономической информатики, диплом инженера по программному обеспечению ВТ и ИС (УГАТУ, 1993), канд. социол. наук по социологии управления (БГУ, 2006). Исследования в области образовательных технологий, проектирования информационных систем социально-экономической сферы.

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

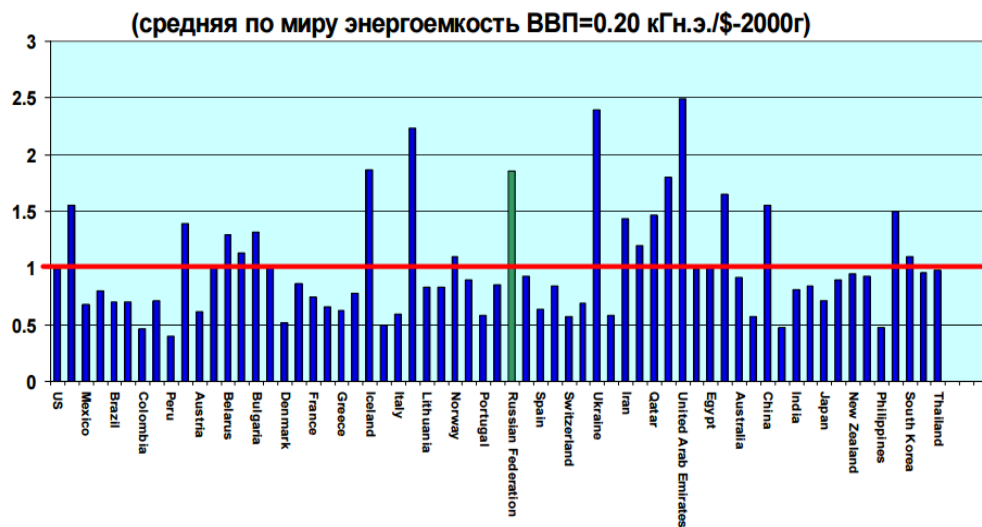
УДК 338.45

## СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ И ОКНА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ РОССИИ В СФЕРЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

**Осипов А. Д., Давлетбаев В. И., Галимова М. П.**

Данная статья посвящается актуальным проблемам и перспективам развития законодательства об энергоресурсосбережении и о улучшении энергоэффективности. Первостепенное внимание направлено на механизмы стимулирования энергоресурсосбережения, применяющиеся исключительно к непосредственному потребителю энергетических ресурсов и к производителю энергетически эффективных технологий. Проведен полный анализ механизмов стимулирования в различных странах, а также показаны его результаты. [1]

Энергоресурсосбережение является важнейшей серьезной задачей в настоящее время. От результатов решения задачи энергосбережения зависит позиция России в ряду прогрессивных в экономическом отношении стран и уровня жизни граждан. Наша страна является ресурсной базой многих стран, поставляя нефть, нефтепродукты и природный газ, стратегически значимых для стран-импортеров. Большой запас топливно-энергетических ресурсов в России совершенно не должен предусматривать энергорасточительность, так как эффективное применение энергоресурсов является главным фактором конкуренции российских товаров и услуг на мировом рынке. На рисунке 1 представлен график энергоемкости в разных странах.



**Рис. 1.** Энергоемкость экономик разных стран по отношению к среднемировой.[2]

На рисунке 1 видно, что наша страна является энергоёмкой, то есть запасы энергетических ресурсов большие.

Энергосбережение относится к стратегическим задачам государства, являясь одновременно приоритетным методом обеспечения энергетической безопасности, и единственным реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта ресурсов. Энергобезопасность будет обеспечена за счет правильной стратегии развития экономики, за счет экспорта готовой продукции, а не сырья, за счет развития перспективных направлений энергетики. Именно таким образом возможно обеспечить энергетическую безопасность в нашей стране.

Топливо-энергетическая сфера является ведущей отраслью в структуре российской экономики.

Стратегия повышения уровня энергосбережения и энергетической эффективности в различных секторах и сферах экономики России является одним из ключевых направлений развития современной экономики. Решение задач, связанных с планированием, прогнозированием и внедрением различных административных воздействий, должно опираться на более успешный опыт в рассматриваемой области ведущих зарубежных стран. Перспективным направлением энергосбережения являются: солнечная энергетика, ветряные электростанции, водородная энергетика и "извлечение" энергии от подводного течения "гольфстрима". В России, на сегодняшний день, энергоэффективность только развивается, работают в малом количестве ветряные электростанции, солнечные аккумуляторы.

В настоящее время в целях экономии энергоресурсов предприняты развития и исследования перспективных направлений. Перспективными направлениями в области энергосбережения являются: солнечная энергетика, водородная энергетика, биоэнергетика и др. Применение солнечной энергетики в мире по годам представлено на рисунке 2.

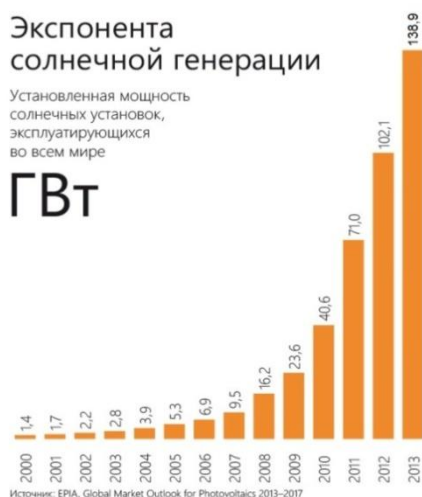


Рис. 2. Экспонента солнечной генерации в мире по годам

Использование водорода в качестве энергетического топлива имеет большие перспективы: водород имеет очень высокий КПД сгорания, его ресурс практически не ограничен, сжигание водорода абсолютно экологически чисто. Однако в полной мере удовлетворить потребности человечества водородная энергетика на данный момент не в состоянии из-за дороговизны производства чистого водорода и технических проблем его транспортировки в больших количествах. Водородные двигатели они пока отпадают из перспективных направлений в нашей стране, так как исследования процессов протекания реакций и осуществления их в реальности является дорогостоящей. Поэтому для России важно развить биоэнергетику, солнечную и ветряную энергетики.[4]

В 2020 вклад возобновляемых источников энергии в Европейском союзе должен достичь 20%, а, согласно новой цели, принятой Советом Европы в октябре 2014 года, к 2030 году вклад возобновляемых источников энергии должен увеличиться до 27%. Годовой оборот мировой биоиндустрии в 2010 г. составил более \$250 млрд.[3]

Крупнейшим биотехнологическим рынком в мире являются США, где создается половина мирового объема биотехнологической продукции. Вторым по размеру рынком является Азиатско- Тихоокеанский регион, где наиболее динамично развивают биотехнологию Китай, Индия, Япония и др.

Целью энергоэффективности и энергосбережения в двигателестроении является повышение эффективности использования существующего оборудования, сокращение и оптимизация расходов электрической и тепловой энергии на собственные нужды, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду (за счет снижения удельных расходов топлива на производство энергии).[6]

Задачи в области энергосбережения:

Для достижения вышеуказанных целей решаются следующие задачи:

1. проведение энергетических обследований по объектам энергокомпаний;
2. разработка и обеспечение экономичных режимов работы оборудования;
3. формирование и реализация высокоэффективных мероприятий по реконструкции, модернизации и техническому перевооружению существующих энергообъектов;

4. повышение эффективности механизмов стимулирования энергосбережения;

В авиадвигателе строении существует специализированное учреждение ООН, устанавливающее международные нормы гражданской авиации и координирующее её развитие с целью повышения безопасности и эффективности. И с каждым разом по пути прогресса идет ужесточение норм на выбросы NOx, CO, шума, вибрации и т.д. Эти задачи решаются инженерами-конструкторами, разработками и введением новых схем конструкций, материалов в производство летательного аппарата.[5]



В сравнительном анализе двигатели произведенные в России на данный момент значительно уступают зарубежным аналогам.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы современной энергетики. – М.изд.дом МЭИ, 2008.
2. Топливо и энергетика России. Статистический сборник. – М.финансы и статистика, 2006.
3. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р
4. Башмаков Игорь Алексеевич «Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика» : автореферат диссертации доктора экономических наук : 08.00.05 / Башмаков Игорь Алексеевич; [Место защиты: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН] .- Москва , 2013 - 53 с.
5. Алибаев Тимур Лазович «Совершенствование организационного механизма управления региональной программой энергосбережения» : диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Алибаев Тимур Лазович; [Место защиты: Московская академия предпринимательства при Правительстве Москвы] .- Москва , 2012 - 256 с.ил. - Библиогр.: с. 161-175
6. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Электроэнергетика>

### ОБ АВТОРАХ

**Давлетбаев Вадим Иделевич**, магистрант 1 курса кафедры АД, УГАТУ.  
e-mail: Butya\_2014@mail.ru

**Осипов Александр Денисович**, магистрант 1 курса кафедры АД, УГАТУ.  
e-mail: ddolphinn1993@mail.ru

**Галимова Маргарита Петровна**, Кандидат экономических наук. Исследования в области инновационного менеджмента, [коммерциализации инноваций](#), организации производства.  
e-mail: [polli66@mail.ru](mailto:polli66@mail.ru)

УДК 338.45

### ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ИКТ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И КОММЕРЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ

**Мифтахова А. Р., Салеев И. И., Галимова М. П.**

В условиях глобализации и обострения конкуренции, как на национальном, так и международном уровне, предприятия вынуждены постоянно искать способы сделать систему производства и управления им более эффективной. Внедрение ИКТ позволяет получить такие глобальные эффекты, как ускорение экономического роста, многократное

увеличение темпов роста производительности труда в отраслях, быстрая интеграция в международное экономическое пространство и получение за счет этого мощных синергетических эффектов. Использование информационно-компьютерных технологий (ИКТ) на уровне хозяйствующих субъектов позволяет может существенно помочь им сократить время и издержки на поиск партнеров, координационные издержки, издержки поиска информации за счет расширения доступа к информации, знаниям, финансовым услугам и другим ресурсам. Кроме того, ИКТ могут способствовать повышению прозрачности бизнес-среды и научно-технического пространства, что повышает конкурентоспособность [6].

Особенно актуально это для высокотехнологичных и наукоемких (интеллектуальных) предприятий отраслей, к которым относится авиационная промышленность. Использование ИКТ для предприятий авиапромышленности создает новые возможности развития существующих и открытия новых видов и направлений деятельности, возможности внедрения новых технологий, новых конкурентоспособных продуктов, возможности диверсификации деятельности за счет освоения многофункциональных и межотраслевых технологий. Динамическое функционирование ИТ-сектора может способствовать привлечению иностранных инвесторов за счет расширения экономических, научно-технических, торговых отношений с другими странами, а также способствовать облегчению и удешевлению внедрения инноваций.

Использование ИТ, формирование на их основе конкурентных преимуществ можно рассматривать как часть более общего явления – интеллектуального производства (предпринимательства), основанного на знании. Интеллектуальное производство, которое базируется на активном использовании знаний и инноваций (интеллектуальное предпринимательство, технологическое предпринимательство, наукоемкое предпринимательство, знаниеёмкое предпринимательство; *KnowledgeIntensiveEntrepreneurship (KIE)*), является важным механизмом экономического обновления. С его помощью создаются новые отрасли промышленности, но также обновляются и существующие.

Такой тип предпринимательства подразумевает под собой появление новых видов деятельности и организаций, которые интенсивно используют существующие научно-технические знания (или создают новые) в коммерческих целях, для вывода новых товаров и услуг на рынки. Такая деятельность требует высокого «абсорбционного потенциала» предпринимателей. Увеличение доли сотрудников, имеющих образование по техническим или фундаментальным дисциплинам, можно считать одним из важных условий успешного предпринимательства, основанного на знании.

Внедрение информационных технологий неразрывно связано с высокотехнологичными отраслями. За «простой» установкой навигационного приложения на мобильный телефон стоят производители электроники, телекоммуникационные компании и аэрокосмическая индустрия. Традиционно, именно такие отрасли ассоциируются с передовыми технологиями.

Авиационное производство и двигателестроение относятся в полной мере к категории таких предприятий. Известно, что 70% успеха наукоемкого продукта, в том числе авиационного двигателя, закладывается на стадии проектирования. При этом, важно не только качество (научно-технический уровень), но и сроки проектирования. Современное российское авиадвигателестроение рассредоточено по участникам и построено на основе кооперации и это, наряду с преимуществами специализации порождает негативные эффекты – увеличение сроков проектирования и изготовления за счет роста длительности цикла согласования действий участников; рост издержек на значительные усилия по координации деятельности кооперантов со стороны управляющих компаний. Рассредоточены не только люди и предприятия, рассредоточены и знания, которые требуют концентрации. Поэтому, ключевой особенностью проектных работ в авиадвигателестроении является необходимость интенсивного обмена большими

массивами научно-технической информации и технологическими компетенциями. Для этого требуются правильно построенные коммуникационные каналы. Вовлечение в процесс большого числа участников, в том числе и территориально распределенных, усложняет их организацию и координацию. Эффективное решение этих задач возможно только на основе ИКТ.

В авиадвигателестроении с помощью внедрения новых методик разработки изделий на основе компьютерных технологий проектирования и технологической подготовки производства обеспечиваются [3]:

1. Управление коммерческими предложениями и уменьшение времени (до 50 %) на проработку изделия за счет:
  - определения с высокой точностью объемов работ и требуемых ресурсов;
  - использования параллельных и динамических механизмов реализации бизнес-процессов;
2. Организацию централизованной работы над изделием за счет:
  - обеспечения параллельной работы сотрудников над проектом;
  - использования единого хранилища всех видов информации;
  - интеграции с системами различных типов: *ERP, CAD, CAE* и т.д.
3. Повышение эффективности управления процессом изготовления изделия за счет:
  - увеличения эффективности планирования (до 34 %);
  - уменьшения времени на поиск информации (до 60 %);
  - сокращения времени выхода нового изделия на рынок (до 55 %);
  - перехода на безбумажные технологии проектирования;
  - повышения качества проектных работ и документации;
  - упрощения процесса сертификации качества изделий.

С помощью инновационных информационно-коммуникационных технологий удалось создать электронные системы управления, которые могут контролировать и управлять большим количеством параметров двигателя, что в свою очередь дает возможность достичь большей тяги и улучшить экономичность даже не меняя конструкции узлов. В данное время ведётся разработка полностью электронной системы управления (*FADEC*), которая сможет сама диагностировать себя и в случае отказа датчика, сообщать о его неполадке [2].

Также с использованием инновационных информационно-коммуникационных технологий удалось ускорить процесс обмена данными между отделами, различными предприятиями партнерами. Так, например, раньше все документы, чертежи, техпроцессы в бумажном виде занимали очень много места, проблема транспортировки какой-либо документации также являлась наиболее актуальной.

Сейчас на предприятиях авиапромышленности стали использовать систему *Teamcenter* [1].

Система *Teamcenter* компании *SiemensPLMSoftware* – это система высокого уровня, предназначенная для управления инженерными данными и производственными процессами на всем протяжении жизненного цикла изделия. *Teamcenter* является платформой для создания единой информационной корпоративной системы управления предприятием или группы территориально удаленных друг от друга предприятий.

Создание и настройка хранилища данных об изделии в рамках *Teamcenter* позволяет объединить всю разрозненную прежде инженерную информацию, такую как чертежи и модели, извещения, ведомости и спецификации, инструкции и карты технологических процессов, различные справочники нормативно-технической документации, в единую базу данных.

*Teamcenter* служит не только единым источником знаний об изделии, но предоставляет широкий набор механизмов доступа к этим данным. Основанное на группах, ролях и персональных данных разграничение доступа позволяет *Teamcenter* организовать одновременную работу над одним изделием всем участникам проекта, и

обеспечить выполнение требований по конфиденциальности и защите информации.

Кроме того, *Teamcenter* обеспечивает одновременную работу на территориально удаленных площадках в т.ч. удаленный доступ и/или пакетные режимы обмена данными, а также обмен данными с *ERP*-системой предприятия. *Teamcenter* управляет не только данными об изделии, но и процессами на всех этапах жизненного цикла, это прежде всего процедуры утверждения, внесения изменений, общие процессы проектирования, создания технической документации и любые другие бизнес процессы принятые на данном предприятии. Гибкость системы позволяет расширять и адаптировать модель данных, в зависимости от решаемых на предприятии задач, что делает область применения *Teamcenter* практически безграничной.

*Teamcenter* разработан на уникальной открытой архитектуре, что позволяет легко расширять функции единой информационной системы и настраивать ее под нужды конкретных предприятий. В основе архитектуры лежит использование промышленных систем управления базами данных (СУБД) Oracle одноименной компании или СУБД *MS SQL Server* компании *Microsoft*. Эти СУБД давно зарекомендовали себя, как надежный источник хранения и управления данными.

Компания *Siemens* представила в январе 2013 года решение по управлению качеством, предназначенное для устранения проблем и принятия корректирующих и предупредительных мер (САРА). Данное решение, разработанное подразделением *Siemens PLM Software* как часть системы *Teamcenter*, обеспечивает строгий контроль процессов управления качеством и сокращает время устранения проблем. Решение позволяет более точно и четко выявлять основные причины дефектов, упрощает их исправление, делает более эффективным их предупреждение и проведение контрольной проверки, что снижает риск повторного возникновения проблемы и обеспечивает непрерывное повышение качества.

Согласно отчету аналитической компании *AberdeenGroup*, интеграция систем управления жизненным циклом изделия (*PLM*) и управления качеством способна более чем на 50% сократить внутренние и внешние расходы, связанные с возможным возникновением брака, а также на 8% снизить общие затраты на обеспечение качества[4].

Процессы САРА являются важнейшей составляющей решений по управлению качеством. Решение по управлению качеством и принятию корректирующих и предупредительных мер (САРА) основано на *web*-технологиях и является частью пакета *Teamcenter* от *Siemens* — самой популярной в мире системы автоматизированного управления жизненным циклом изделия. Новое решение объединяет процессы управления качеством и проведения изменений, оптимизирует принятие решений, а также поддерживает методику восьмиэтапного выявления и устранения проблем «*EightDisciplinesProblemSolving*» (8D), активно применяемую инженерами по контролю качества [4].

Составляющие САРА мероприятия по систематическому анализу отклонений (жалоб заказчиков, дефектов, отказов и пр.) с целью полного устранения основной причины и недопущения повторного возникновения проблем широко применяются в обеспечении качества и безопасности изделий. При возникновении проблем особую важность приобретает скорость их устранения. До тех пор, пока основная причина не выявлена и не устранена, предприятию приходится тратить время и силы на поиски обходных путей решения проблемы, на ремонт и доработки. Даже если проблемы обнаружены на одном из этапов создания или производства (до вывода изделия на рынок), они негативно отражаются на производительности. Гораздо хуже, если проблема в готовом изделии обнаружена заказчиком или надзорным органом – это может привести к юридическим взысканиям, и снижает степень удовлетворенности потребителей.

Таким образом, развитие инновационных информационно-коммуникационных технологий и их применение в авиационной промышленности, позволят сократить время на проектирование, тем самым давая возможность предприятиям выпускать конкурентно

способные изделия, что не маловажно в нынешнее время, когда идет жесткая конкуренция на мировом рынке авиадвигателестроения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

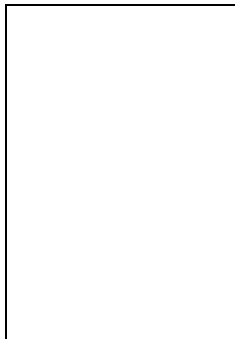
1. Тороп Д. Н., Терликов В. В. **Teamcenter. Начало работы.** — Москва: ДМК Пресс, 2011. — 280 с. — ISBN 978-5-94074-783-3.
2. [http://www.plm.automation.siemens.com/ru\\_ru/products/teamcenter/index.shtml](http://www.plm.automation.siemens.com/ru_ru/products/teamcenter/index.shtml)
3. [http://www.remmag.ru/admin/upload\\_data/remmag/10-5/Ijora.pdf](http://www.remmag.ru/admin/upload_data/remmag/10-5/Ijora.pdf)
4. [http://www.sterling.zp.ua/Commercial/TC\\_engineering.pdf](http://www.sterling.zp.ua/Commercial/TC_engineering.pdf)
5. **Проектирование в NX под управлением Teamcenter** учеб.пособие / М.Ю. Ельцов, А.А. Козлов, А.В. Седойкин, Л.Ю. Широкова. — Белгород, 2010.
6. [http://vasilievaa.narod.ru/6\\_6\\_98.htm](http://vasilievaa.narod.ru/6_6_98.htm)

### ОБ АВТОРАХ



**Мифтахова Анна Радиковна**, магистрант каф. АД УГАТУ, выпускная квалификац. раб. по авиационным двигателям (УГАТУ, 2015). Исследования в области рабочих процессов в компрессорах авиационных ГТД с использованием имитационного и 3D-CAD/CAE моделирования.

e-mail: [anhen200194@gmail.com](mailto:anhen200194@gmail.com); [miftahova.anna@yandex.ru](mailto:miftahova.anna@yandex.ru)



**Салеев Ильнур Ирикович**, магистрант каф. АД УГАТУ, выпускная квалификац. раб. по авиационным двигателям (УГАТУ, 2015). Исследования в области термодинамических процессов в авиационных ГТД с использованием имитационного и 3D-CAD/CAE моделирования.

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



**Галимова Маргарита Петровна**, Кандидат экономических наук. Исследования в области инновационного менеджмента, коммерциализации инноваций, организации производства.

e-mail: [polli66@mail.ru](mailto:polli66@mail.ru)

УДК 338.45

## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВ ОБЛАСТИ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ

Садриева Д. Б., Галимова М. П.

Успехи в развитии двигателестроения сегодня связывают с нанотехнологиями.

Развитие данной области обусловлено быстрорастущим спросом на новые материалы, в которых испытывает дефицит современная авиационная промышленность. Сегодня к авиационным двигателям предъявляются жесткие требования как по экологическим нормативам, так и по эксплуатационным параметрам: растут скорости, растет маневренность, растет высота воздушного коридора, растут нагрузки. Двигатели сегодня относят к категории « умных двигателей», « двигателей с интеллектом». Все это требует «умных» материалов и «умных» технологий. Ключом к успеху должны стать нанотехнологии. От их развития зависит прогресс в авиационной сфере.

Специалисты сегодня выделяют следующие группы возможностей развития нанотехнологий в средне- и долгосрочной перспективе:

*Первая группа – научно-технологические возможности.* Она включает : развитие технологий компьютерного моделирования материалов и процессов; разработку интеллектуальных и настраиваемых конструкционных материалов; разработку новых типов легких материалов (в первую очередь композиционных); разработку материалов, обладающих повышенной прочностью; функциональных покрытий и слоистых материалов; перспективных материалов, обеспечивающих защиту конструкций; разработка перспективных преобразователей солнечной энергии в электрическую; разработку оптических материалов для светотехники; создание новых типов магнитных материалов; наноструктурированных мембранных материалов; сенсорных материалов; новых перспективных методов диагностики материалов.

*Вторая группа – экономические и социальные возможности.* Это интеллектуализация производства; интеллектуализация потребления; индивидуализация потребления; рост спроса на новые материалы в связи с истощением ресурсов сырья; рост потребности в хранении, обработке и передаче больших объемов данных; улучшение массогабаритных характеристик элементов транспортных средств и инфраструктуры; увеличение объемов использования возобновляемых источников энергии.

*Третья группа – экологические возможности.* К ним относятся ужесточение требований к безопасности транспорта, объектов инфраструктуры, производственных процессов; повышение экологических требований к зданиям и сооружениям, к экологичности транспортных средств.

Но развитие нанотехнологий сталкивается с проблемами.

К *угрозам* для России в указанной сфере можно отнести: дефицит высококвалифицированных кадров; дефицит высокопроизводительного научного и промышленного оборудования для разработки и производства нанопродуктов и новых материалов; барьеры для импорта технологий и материалов; отсутствие качественного отечественного сырья для изготовления; острую конкуренцию со стороны зарубежных производителей; необходимость значительных инвестиций в организацию массового производства для достижения эффекта масштаба, неразвитость механизмов коммерциализации интеллектуальной собственности в области нанотехнологий; ограничение доступа к мировым достижениям в этой области, а также существенный разрыв науки , производства и бизнеса. В последнее время появляются проблемы и барьеры в развитии нанотехнологий, связанные со следующими вызовами: угроза негативного воздействия нанопродуктов на здоровье и безопасность человека; угроза



неконтролируемого распространения продуктов, производимых с использованием нанотехнологий; глобальный дефицит энергоресурсов и сырья для производства новых материалов; распространение новых загрязняющих веществ (в т.ч. наночастиц) в окружающей среде. Этим может объясняться и некоторая потеря коммерческого интереса к нанотехнологиям, с одной стороны, с другой стороны, развивается новое направление - защита от вредного воздействия нанотехнологий.

При этом, нанотехнологии, безусловно, представляют значительный коммерческий интерес, так как сфера применения их достаточно широкая и диверсифицированная. В кратко- и долгосрочном периоде основной сферой применения достижений наноиндустрии станет электроника. В долгосрочном периоде расширится применение новых материалов в автомобильной и авиакосмической отраслях, судостроении, пищевой промышленности, строительном комплексе. Значительные объемы рынков будут сочетаться с высокими темпами роста в сфере производства оборудования для добывающей и обрабатывающей промышленности, фармацевтики и производства медицинского оборудования, электроэнергетики. Но если коммерческий интерес к нанотехнологиям высок в сферах, связанных с медициной, здравоохранением, то в авиационной промышленности это интерес недостаточен. И связано это с высоким уровнем монополизации данной отрасли, высоким уровнем зарегламентированности и зарегулированности. Кроме этого, специалисты считают, что современные промышленные предприятия невосприимчивы к внедрению нанотехнологий, их технико-технологический уровень «не готов» к восприятию новых революционных изменений.

Но при этом, именно в этой сфере появляются принципиально новые и революционные продукты и услуги, имеющие мощный рыночный потенциал. Особый интерес представляют такие группы инновационных продуктов и услуг, которые актуальны и востребованы в двигателестроении: топливные элементы, датчики физических величин на основе наноматериалов; катализаторы для получения инновационных энергоносителей; наноструктурированные материалы для химических источников тока; сенсоры для анализа состава различных сред; термостойкие наноструктурированные композиционные, керамические и металлические материалы; наноструктурированные композиционные и керамические материалы и покрытия с особыми термическими свойствами (теплопроводящие, терморегулирующие); новые типы легких и высокопрочных материалов; наноструктурированные антифрикционные и адгезивные материалы; наноструктурированные гидрофобные материалы; наноструктурированные антикоррозионные покрытия; радиационностойкие и радиозащитные наноструктурированные композиционные материалы и покрытия; наноструктурированные композиционные материалы с особыми оптическими свойствами (фотонные кристаллы); солнечные батареи нового поколения; излучатели (в т.ч. лазеры и органические светодиоды) на основе наногетероструктур; композиционные, керамические материалы и нанофлюидика с особыми магнитными свойствами; наноструктурированные композиционные материалы с особыми электропроводящими свойствами, включая сверхпроводящие материалы; нано- и микроробототехнические системы; элементы электроники на основе графена, фуллеренов, углеродных нанотрубок, квантовых точек; элементы электроники на базе мемристоров; наноструктурированные материалы с эффектом памяти формы и "самозалечивающиеся" материалы

Рыночные перспективы определяют актуальные направления научных исследований.

Для двигателестроения особый интерес представляют следующие *конструкционные и функциональные материалы*: высокопрочные износостойкие, радиационностойкие, антикоррозионные, термостойкие, интеллектуальные и настраиваемые конструкционные материалы, а также связующие, сенсорные материалы с особыми электромагнитными свойствами, каталитические материалы, материалы с особыми оптическими свойствами, мембранные материалы.

Значительный эффект принесут достижения и результаты, такие как, градиентные

покрытия на основе нанокompозитов с эффективной защитой узлов и агрегатов от внешних факторов; композиционные интерметаллидные наноструктурированные покрытия для защиты конструкций в экстремальных условиях; конструкционные материалы нового поколения с новой архитектурой и свойствами, в первую очередь механическими: повышенной прочностью, пластичностью, твердостью, трещиностойкостью, сопротивлением усталости и др.; углеволокнистые композиты с керамической матрицей на основе высокопрочных, высокомодульных нитей с пониженной массой и повышенной термостабильностью для производства элементов конструкции самолетов, ракет и космических станций; функциональные материалы нового поколения с новыми свойствами (оптическими, транспортными, излучательными и др.), обусловленными наличием структурных элементов наномасштабных размеров; многоядерные процессоры на основе фотонных нанопереключателей, повышающие пропускную способность внутричиповых соединений при снижении энергопотребления; солнечные батареи, преобразующие до 90% световой энергии в электрическую, батареи, использующие инфракрасный диапазон и коротковолновую область солнечного спектра; новые материалы для альтернативных источников электроэнергии на основе нанотехнологий; сверхмощные керамические магниты для изготовления высокоэффективного электроэнергетического оборудования и его компонентов и др. Например, в авиационной промышленности широко используются композитные материалы. В настоящее время процент содержания композитов в конструкциях современной авиации составляет порядка 15%, но в новом поколении самолетов этот процент значительно вырастет.

Еще одним важным направлением развития нанотехнологий для двигателестроения является *компьютерное моделирование материалов и процессов*, которое включает: моделирование структуры и свойств материалов как функции их состава и организации с выходом на функциональные и конструкционные свойства материалов; моделирование процессов роста, агрегации, самосборки и самоорганизации наноматериалов и супрамолекулярных систем; моделирование процессов химического осаждения тонких пленок и покрытий из газовой и жидкой фаз; моделирование процессов переноса в нанопористых материалах и мембранах; моделирование процессов переноса заряда и энергии в наноструктурированных материалах, в т.ч. многослойных; моделирование новых комплексных систем с использованием самоорганизующихся соединений и наноструктур в целях создания интеллектуальных материалов для "умных" конструкций.

Важным и перспективным научным направлением представляется исследование в области *диагностики материалов*: разработка применяемых для диагностики материалов перспективных технологий, основанных на принципах взаимодействия физических полей и обеспечивающих высокую информативность и достоверность результатов исследования объектов; разработка неразрушающих методов исследования материалов и процессов в режимах *in-situ* и *operando* (синтез, включая процессы самосборки; модификация и перестройка наночастиц; деградация; химические процессы, протекающие с участием наночастиц, и др.); разработка методов визуализации нанообъектов (атомно-силовая, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия); разработка методов исследования поверхности наночастиц и наноматериалов (дифракция быстрых и медленных электронов, рентгеновская фотоэлектронная, оже-спектроскопия); разработка специальных методов локального определения химического состава материалов, включая наноматериалы.

Ожидаемые результаты: перспективные диагностические системы; конкурентоспособные технологии, обеспечивающие высокую информативность и достоверность результатов, полученных в ходе исследования внутренней структуры объектов; новые концепции контроля состояния сложных систем в ходе физических и химических процессов; новые системы визуализации поверхности материалов с атомным разрешением.

Таким образом, нанотехнологии открывают перспективы для развития двигателестроения и авиационной промышленности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf>
2. <https://prognoz2030.hse.ru/>
3. <http://hi-news.ru/tag/nanotexnologii>

### ОБ АВТОРАХ



Садриева Диана Булатовна, магистрант каф. АД УГАТУ, выпускная квалификац. раб. по прикладной гидромеханике (УГАТУ, 2015). Исследования в области автоматизированных гидравлических и пневматических системах и агрегатах..

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



ГалимоваМаргарита Петровна, Кандидат экономических наук. Исследования в области инновационного менеджмента, коммерциализации инноваций, организации производства.

e-mail:[polli66@mail.ru](mailto:polli66@mail.ru)

УДК 02:061.231

### КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ОПЕРАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ БИБЛИОТЕК РОССИИ

**Козловская Н. Н.**

Роль периодических изданий в жизни общества велика. Журналы и газеты несут читателям оперативную информацию обо всем, что происходит вокруг, освещают наиболее актуальные события, факты, сведения, отвечают на интересующие нас вопросы. От времени написания книги до выхода ее в свет зачастую проходят годы, между тем этот промежуток времени для журнальных публикаций составляет всего несколько месяцев. В журналах содержатся оперативные сведения практически по любой теме, они являются одним из механизмов передачи знаний в науке и технике. Важность периодических изданий в процессе обучения не нуждается в доказательстве.

Изменения технологии подготовки, передачи и использования информации преобразовали такие библиотечные функции, как сбор и хранение документных источников и передача их пользователю. Многие библиотеки осуществляют сбор и хранение электронной информации, но ни одна из них не в состоянии собрать, например, все периодические издания, как в традиционной, так и в электронной форме. В связи с этим участие в корпоративных объединениях, предоставляющих возможность

оперативного обмена информацией – это одна из самых актуальных задач развития современных российских библиотек с точки зрения информационного обеспечения интересов пользователей. Решению в том числе и этой задачи способствовало объединение библиотек в некоммерческое партнёрство "Ассоциация региональных библиотечных консорциумов" (АРБИКОН).

На сегодняшний день АРБИКОН является крупнейшей межведомственной межрегиональной библиотечной сетью страны, располагающей мощным совокупным информационным ресурсом и современными библиотечно-информационными сервисами, в структуру которой входят такие проекты, как «Сводный каталог периодики библиотек России», «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) и др.

«Сводный каталог периодики библиотек России» – это более 7500 названий российских журналов. Проект предоставляет возможность поиска журнальных статей на интересующую тему.

Проект «МАРС» существует с 2001 года и в настоящее время объединяет более 200 библиотек различных систем и ведомств (России, Беларуси, Казахстана, Украины), которые общими усилиями создают сводную базу данных, содержащую полную аналитическую роспись более 1800 журналов. Инициативной группой библиотек было принято решение об объединении в единый проект МАРС. Цель проекта МАРС – создание усилиями всех участников проекта качественного информационного ресурса – аннотированной библиографической базы данных журнальных статей.

Большим преимуществом для пользователей библиотек-участниц проекта является наличие в рамках проекта МАРС электронной доставки документов (ЭДД), что обеспечивает скорость и надежность предоставления электронных копий, возможность получать электронную версию заказанного документа из фондов любой библиотеки-участницы проекта по скоростным каналам связи. Библиографическое описание создается только один раз, той библиотекой, за которой закреплено издание. Все остальные участники проекта используют для включения в свои электронные каталоги уже готовую библиографическую запись. Благодаря корпоративному сотрудничеству появилась возможность по-новому организовать процесс создания электронного каталога, ликвидировать многократное дублирование трудовых и финансовых затрат библиотек-участниц, расширять и совершенствовать информационное поле для пользователей.

Высокий уровень аналитической росписи достигается жестким отбором участников, предварительным обучением библиографов, строгим контролем качества расписываемых статей. Росписи статей проходят два этапа проверки: автоматически через «Фильтр» и библиографами-координаторами. Библиографическое описание выполняется в соответствии с ГОСТом, дополняется аннотацией, сопровождающей каждую расписываемую статью, в результате чего наиболее полно раскрывается содержание документа.

Библиотека УГАТУ одна из первых в республике Башкортостан вступила в данный проект и успешно работает в нем. Что же получила библиотека и, самое главное, наши пользователи от участия в проекте?

Благодаря совместно создаваемой корпоративной базе данных проекта МАРС, пользователи библиотеки получают оперативную аннотированную информацию о содержании широкого круга отечественных периодических изданий. Около 80 % наименований журналов, получаемых нашей библиотекой, расписываются библиотеками-участницами проекта, тогда как библиотека УГАТУ в рамках проекта МАРС расписывает 9 наименований журналов. Например, за 2015 год было расписано более 1000 статей. В связи с этим у сотрудников библиотеки УГАТУ появилась возможность расписывать статьи из журналов, которые не представлены в рамках проекта, так, в 2015 году было расписано более 1200 статей из профильных журналов. БД «Статьи» электронного каталога (ЭК) библиотеки УГАТУ за годы участия в проекте выросла в несколько десятков раз. Мы с уверенностью можем констатировать факт, что пользователям

библиотеки доступна аналитическая информация о статьях из периодических изданий, выписываемых УГАТУ.

С целью создания более комфортной информационной образовательной среды и раскрытия содержания фонда сотрудники отдела заимствуют из проекта МАРС оглавления журналов, имеющихся в фонде библиотеки, и «привязывают» к библиографическим записям журналов в ЭК. Благодаря этому читатель имеет возможность ознакомиться с содержанием журнала еще на этапе поиска информации в ЭК БД «Периодика».

Благодаря участию в проекте мы продвигаем достижения наших ученых и тех, кто публикуется в наших изданиях, предоставляя аналитическую информацию «Вестника УГАТУ» в проекте МАРС. Информация о содержании «Вестника УГАТУ» для читателей библиотек - участников Проекта МАРС доступна с 2007 г. Статьи из журнала востребованы научным сообществом России, что не может нас не радовать.

Электронная доставка документов (ЭДД) обеспечивает оперативное выполнение заказов на статьи в течение нескольких часов. Например, в течение этого года для пользователей библиотеки было заказано более 100 статей из журналов, которых нет в фонде библиотеки УГАТУ или в библиотеках города.

Работа ЭДД подчинена одной цели - оказать помощь научным работникам, аналитикам, другим специалистам в получении необходимой информации. Круг специалистов, которые информированы о возможностях новой службы, постепенно расширяется: если раньше это были только студенты, то сейчас это и преподаватели, и аспиранты.

Используя новые технологии, участвуя в корпоративных проектах, библиотека качественно улучшила свой информационный потенциал и перевела обслуживание читателей на новый уровень. С возможностями, предоставляемыми проектами АРБИКОН, пользователи библиотеки знакомят на занятиях по формированию информационной компетенции студентов, на ежегодной Всероссийской зимней школе-семинаре аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники», «Днях дипломника», «Неделе науки». Прививая обучающимся навыки информационного самообеспечения, мы надеемся, что в будущей профессиональной деятельности это поможет им проявить себя в качестве конкурентоспособных специалистов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассоциированные региональные библиотечные консорциумы [Сайт] / АРБИКОН. – М., 2002. – Режим доступа : <http://arbicon.ru/>.
2. Межрегиональная аналитическая роспись статей [Сайт] / МАРС. – М., 2001. – Режим доступа : <http://mars.arbicon.ru>



**Козловская Наталья Николаевна**, заведующая отделом нормативно-технических и периодических изданий библиотеки УГАТУ., библиотечарь-библиограф (ЧГАКИ, 2004).

Эл. почта: [sbo@mail.rb.ru](mailto:sbo@mail.rb.ru)

## НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Козловская Н. Н.

Уфимский государственный авиационный технический университет готовит специалистов в области авиационной и ракетно-космической техники; автоматики и управления; машиностроения и металлообработки; приборостроения; электронной техники, радиотехники и связи; электромеханики; электроэнергетики; прикладной математики; информационной и вычислительной техники; экономики и управления; безопасности жизнедеятельности. В цикле дисциплин, изучаемых в университете, используется нормативно-техническая документация (НТД) по расчетам и испытаниям на прочность, по технологии различных производств, по информатике и вычислительной технике и другим вопросам, где необходимы знания нормативно-технических документов.

Нормативно-технические документы предоставляет пользователям сектор нормативно-технической документации (СНТД). Фонд отдела разнообразен и содержит свыше 28 тыс. печатных документов. Это стандарты ИСО, МЭК, региональные стандарты, национальные стандарты, межгосударственные стандарты, стандарты организации, положения, правила, каталоги, инструкции, нормативы, нормы, рекомендации, общероссийские классификаторы технико-экономической информации, тарифно-квалификационные справочники, руководящие технические материалы, СНиП, САНПиН, литература по вопросам стандартизации, метрологии, сертификации и др.

По существующим нормам стандартизации стандарты периодически пересматриваются для внесения изменений, чтобы их требования соответствовали уровню научно-технического прогресса.

Все виды НТД, поступившие в фонд библиотеки (кроме стандартов), проходят обработку в автоматизированном режиме и отражаются в электронном каталоге НТБ УГАТУ. Информацию о НТД можно найти на сайте библиотеки [www.library.ugatu.ac.ru](http://www.library.ugatu.ac.ru) в разделе «Электронный каталог» в БД «Книги».

Поиск осуществляется по следующим элементам описания: заглавию, тематике, году издания или по всем элементам. При поиске документа по нескольким элементам можно воспользоваться логическими операторами «и», «или», «и-не».

Библиотека предоставляет пользователям возможность заказа НТД в on-line режиме и контроль выполнения заказа. Заказы выполняются в течение 1 часа. Заказы хранятся в отделе 3 дня и расставляются на место, если читатель не востребовал их. Онлайн-бронирование литературы доступно только зарегистрированным пользователям при наличии штрих-кода студенческого билета/ удостоверения и пароля.

В 2002 году библиотека приобрела (и постоянно актуализирует) полную электронную базу стандартов «Технорма /Документ» - систему для работы с государственными стандартами Российской Федерации в электронном виде. Это позволило вывести работу с НТД на совершенно новый уровень. Пользователи получили доступ к полным текстам всех государственных стандартов. По последнему обновлению БД «Технорма-Документ» содержит свыше 38 000 стандартов.

Система предусматривает поиск документов по различным критериям (см. рис. № 1): обозначение стандарта (например ГОСТ 16181-82), заглавие (например круги алмазные шлифовальные), дата ввода в действие, код ОКС и КГС, обозначение заменяющего или замененного стандарта, можно задать статус стандарта.



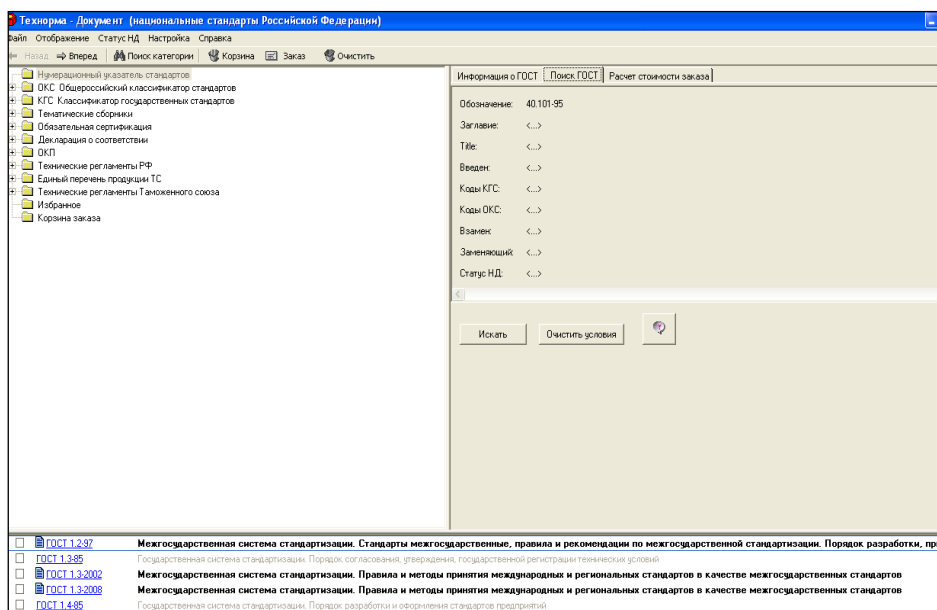


Рис. 1.

В системе Технорма/Документ предусмотрен сквозной поиск документов по ключевым словам, входящим в краткое описание документа.

Список найденных документов можно использовать для немедленного просмотра карточек стандартов и их полных текстов (см. рис. № 2).

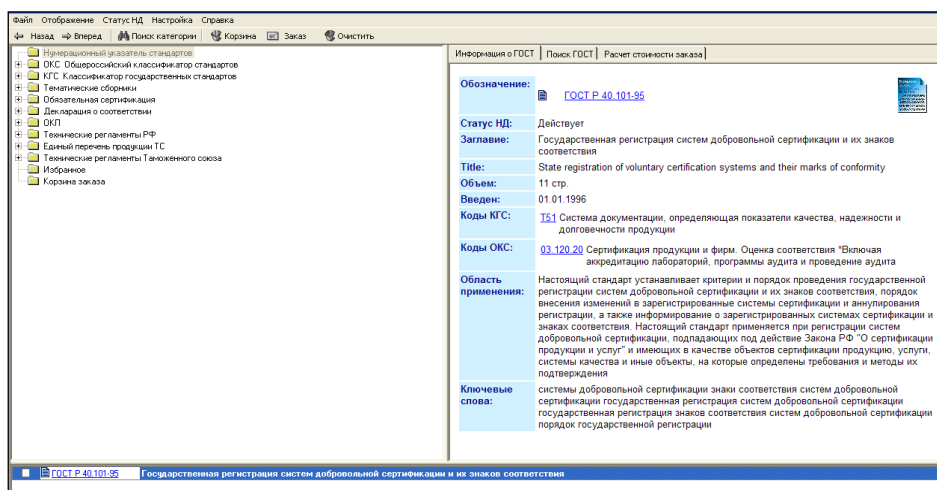


Рис. 2

Если количество найденных стандартов по заглавию или ключевым словам не устраивает пользователя, то возможен поиск по классификаторам, где все стандарты разбиты по различным классификаторам и тематикам:

- Нумерационный указатель стандартов – представлены все стандарты;
- Общероссийский классификатор стандартов (ОКС) – стандарты разбиты на коды, согласно ОКС;
- Классификатор государственных стандартов (КГС) – стандарты разбиты на группы, согласно КГС;
- Тематические сборники – отдельные виды стандартов, сгруппированы в системы по определенным тематикам (ЕСТД, ЕСКД, ЕСПД и т.д.);
- Обязательная сертификация – стандарты на продукцию и услуги, подлежащие обязательной сертификации;

- Декларация о соответствии - стандарты, имеющие декларацию поставщика о том, что продукция, процесс или услуга соответствуют конкретному стандарту;
- ОКП общероссийский классификатор продукции.

В 2004 году сотрудниками библиотеки был разработан и включен в библиотечные занятия курс «Нормативно-техническая документация в помощь учебному процессу и научно-исследовательской работе». Этот курс ежегодно читается для студентов 1-го курса всех форм обучения, молодым специалистам ПАО «УМПО», после приобретения этим заводом аналогичной базы.

Также в рамках данного курса библиотека обучает пользователей методике поиска нормативно-технической документации в полнотекстовых справочно-правовых системах «КонсультантПлюс», «Гарант».

Доступ к БД, содержащим полные тексты и метаданные нормативных документов, организован с 10 рабочих мест в читальных залах библиотеки и на кафедрах начертательной геометрии и черчения, стандартизации и метрологии.

Переход страны к рыночной экономике с присущей ей конкуренцией, борьбой за доверие потребителя заставил специалистов шире использовать методы и правила стандартизации, метрологии и сертификации в своей практической деятельности для обеспечения высокого качества продукции, работ и услуг. И мы надеемся, что навыки работы с НТД, полученные в университете, помогут быстрой адаптации выпускников в будущей профессиональной деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы информационной культуры : учебно-методическое пособие / Федер. агентство по образованию, Моск. инж.-физ. ин-т (гос. ун-т) ; [авт.-сост.: В. И. Золотарева и др.] .— М. : Московский инженерно-физический институт (государственный университет), 2005 .— 127 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 103-109.
2. Лифиц, И. М. . Стандартизация, метрология и сертификация : [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям "Коммерция", "Маркетинг", "Товароведение и экспертиза товаров"] / И. М. Лифиц .— 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2007 .— 352 с. ; 19 см .— (Основы наук) .— Библиогр.: с. 348-350 (52 назв.).
3. Технорма – Документ (национальные стандарты Российской Федерации) [Электронный ресурс] : базы данных / ФБУ «КВФ «Интерстандарт». - Доступ с компьютеров библиотеки УГАТУ.
4. КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : база данных / КонсультантПлюс ; ООО Компания Права "Респект". – М., 1997 . - Доступ по локальной сети УГАТУ.
5. Гарант [Электронный ресурс] : база данных / ООО «НПП «ГАРАНТ-СЕРВИС» ; ООО «Гарант-Регион». – Сетевое издание. - М., 1990 . - Доступ по локальной сети УГАТУ.



Козловская Наталья Николаевна, заведующая отделом нормативно-технических и периодических изданий библиотеки УГАТУ., библиотечарь-библиограф (ЧГАКИ, 2004).

Эл. почта: sbo@mail.rb.ru

## ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Ануфриева О. А.

Во все времена двигателем прогресса являлся креативный класс. И кадры высшей квалификации – его вершина. Решением задач по модернизации и технологическому развитию отраслей промышленности и экономики страны, глобальных задач, связанных с интенсивной интеграцией страны в мировое экономическое пространство, формированием благоприятного инвестиционного климата, повышением конкурентоспособности отечественной промышленности должны заниматься творчески активные люди. В связи с этим приоритетом для передовых вузов должна стать инновационная научно-образовательная среда, в том числе и информационная.

Глобальное информационное пространство – это реальность: информация и научные идеи свободно перемещаются. Роль библиотек становится все более сервис-ориентированной. Стратегия развития информационного образовательного пространства базируется на взаимном проникновении сервисов интернет-технологий и библиотечных сервисов. Если пользователь работает с каким-то определенным сервисом, то он взаимодействует со всем множеством сервисов информационных массивов, которые есть в мире. В связи с этим основная задача библиотеки Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ) – интеграция собственных и мировых информационных ресурсов в информационное образовательное пространство вуза, обеспечивающая доступность необходимой информации вне зависимости от ее происхождения и местонахождения. Можно согласиться с мнением, что на сегодняшний день «современные вузовские библиотеки можно рассматривать как информационную базу интеллектуального развития, своеобразные «ворота» доступа к ресурсам» [1].

Формирование ресурсного обеспечения, соответствующего тенденциям цифрового тысячелетия, удовлетворяющего возросшие информационные потребности пользователей, наряду с применением IT-технологий позволило поднять на качественно новый уровень информационное сопровождение образовательного процесса и научных исследований в вузе.

Реализуя одну из функций – «посредничество между информацией и потребителем (между коллективом учебного заведения и мировым информационным пространством)» [2], библиотека сотрудничает с некоммерческим партнерством АРБИКОН (Ассоциированные Региональные библиотечные консорциумы), в рамках которого принимает участие в проекте МАРС (Межрегиональная аналитическая роспись статей). Проект объединяет более 200 библиотек различных систем и ведомств, которые общими усилиями создают сводную базу данных, содержащую полную аналитическую роспись статей из почти 2 тысяч наименований журналов. Пользователям предоставляется возможность получения необходимой статьи из журнала вне зависимости от места нахождения источника.

Консорциум НЭИКОН (Национальный электронно-информационный консорциум), при поддержке Министерства образования и науки РФ, предоставляет российским вузам возможность доступа к ресурсам авторитетных зарубежных издательств. Вузовское сообщество УГАТУ на протяжении многих лет получает доступ к полнотекстовым электронным библиотекам таких издательств, как Институт физики (Великобритания), Американское физическое общество, Американское химическое общество, ресурсы компании EBSCO Publishing (Computers & Applied Sciences Complete, INSPEC, GreenFILE), Nature Publishing Group, Шпрингер, аналитическая цитатная база данных журнальных статей Web of Science компании Thomson Reuters, Taylor & Francis Online,

Оксфордского университета, Wiley, журнал “Science”, патентные базы данных QPAT, компания Questel, база данных зарубежных диссертаций ProQuest и др.

Свою нишу заняли и отечественные научные электронные ресурсы: крупнейший российский информационный портал eLIBRARY.RU, Электронная библиотека диссертаций РГБ, ЭБС издательства «Лань» и др.

Электронные библиотеки удаленного доступа и приобретенные базы данных дополняются собственной электронной библиотекой – «Электронной коллекцией образовательных ресурсов УГАТУ», также корпоративными ресурсами: Электронной библиотечной системой Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан» и Электронной библиотечной системой Консорциума аэрокосмических вузов России. Они, в свою очередь, содействуют совершенствованию научно-информационной и методической базы вуза, интенсификации развития информационных сервисов, являются одним из инструментов предоставления качественного образования новому поколению российских инженеров.

Начиная с первого курса обучения, библиотека готовит будущих специалистов к жизни в мировом информационном пространстве и сопровождает их на протяжении всего периода обучения, проводит библиотечные занятия, семинары-тренинги для студентов, занимающихся НИР.

Для студентов старших курсов библиотека проводит Дни дипломника: организует выставки и открытые просмотры по темам дипломных проектов, а также семинары-тренинги по работе с удаленными базами данных, где студенты приобретают неоценимый опыт работы с неадаптированным материалом на иностранном языке.

Интересен и эффективен опыт работы библиотеки по организации использования зарубежных баз данных в учебном процессе совместно с кафедрой языковой коммуникации и психолингвистики и учебным центром «Коммуникационная подготовка выпускников» при кафедре. В процессе занятий, направленных на социально-профессиональную мобильность, студенты работают с электронными ресурсами по специальности.

Особое внимание уделяется работе с аспирантами и научными работниками. Эти занятия ценны тем, что пользователи получают полную информацию о каждом ресурсе и формируют навыки информационного поиска.

Сотрудники библиотеки участвуют в ежегодной Всероссийской зимней школе-семинаре аспирантов и молодых ученых «Актуальные проблемы науки и техники», конференции «Управление экономикой: методы, модели, технологии», «Неделе науки», проводят тренинги и оказывают индивидуальные консультации по работе с электронными зарубежными и отечественными библиотеками, информируют профессорско-преподавательский состав и научных сотрудников о доступных электронных ресурсах.

Словом, библиотека УГАТУ целенаправленно и настойчиво обучает пользователей навыкам самостоятельного поиска информации и работы с ней, дает теоретические знания и формирует практические навыки, необходимые для работы с электронными ресурсами, знакомит пользователей с современной ресурсной научно-образовательной средой.

Опыт работы по интеграции зарубежных ресурсов в учебный процесс вуза был освещен в докладе на Международной конференции «Перспективы развития партнерства в области информационного обеспечения науки и образования в России».

«На фоне процесса интенсивного формирования единого мирового информационного образовательного пространства возрастает роль централизованного хранения электронных обучающих средств и обеспечения свободного доступа к информационным ресурсам. По мнению исследователей, в данной области инструментом для свободного доступа является web-сайт библиотеки вуза»[3]. На web-сайте библиотеки УГАТУ (<http://www.library.ugatu.ac.ru>) размещены ссылки на собственные и внешние информационно-образовательные ресурсы, а также на научные электронные ресурсы, расширяющие образовательное пространство вуза. Обеспечено оперативное

информирование пользователей о доступе к электронным библиотекам, о наличии тестовых доступов к ресурсам. Помимо общей информации для всех категорий пользователей на сайте выделены разделы, адресованные конкретной целевой аудитории («Преподавателям», «Дипломникам», «Аспирантам» и др.). Например, в разделе «Аспирантам» представлена справочная информация по организации научно-исследовательской работы. Раздел включает ссылки на официальные сайты, содержащие нормативные документы, сайты с методическими материалами, список авторефератов диссертаций, защищенных в УГАТУ, где на странице Диссертационного совета УГАТУ можно ознакомиться с полным текстом автореферата и т.п. На сегодняшний день «web-сайт библиотеки вуза может играть роль информационного посредника между студентами и электронными научно-образовательными ресурсами, быть навигатором в отборе качественной информации» [4].

Одна из ключевых задач, стоящих перед библиотекой, – обеспечить эффективное использование всего богатства собственных ресурсов и ресурсов мирового информационного пространства, создать условия для максимального обеспечения информационной комфортной среды.

Эту задачу решают читальные залы открытого доступа, где реализован широкий спектр возможностей поиска информации и работы с ней. Наряду с представленными традиционными изданиями организован доступ к удаленным ресурсам, сетевым ресурсам (справочно-правовая система «Гарант», «КонсультантПлюс», база данных стандартов «ТехнормаДокумент»).

«Открытый доступ» позволяет быстро, а самое главное, качественно осуществить поиск релевантной информации. Пользователям предоставляется возможность приобретения навыков поиска необходимой информации в режиме «открытого доступа», чтобы оказавшись в библиотеке любого зарубежного вуза, они могли чувствовать себя «как дома». Тем более что они имеют возможность продолжить свое обучение за рубежом.

В работе по продвижению зарубежных ресурсов библиотека не ограничивается рамками университета. В практике – проведение обучающих семинаров-тренингов по работе с мировыми электронными ресурсами для слушателей “Республиканского учебного научно-методического Центра” при Министерстве образования Республики Башкортостан, участие в ежегодной научно-практической конференции учителей-предметников выпускающих классов, школ, лицеев г. Уфы и регионов Башкортостана и др.

Библиотека вуза интегрирует научные электронные информационные ресурсы в информационно-образовательную деятельность и обеспечивает формирование у студентов целостной системы знаний и умений в области информационного самообеспечения, что в свою очередь является одним из факторов достижения нового качества высшего образования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Еременко Т. В. Информатизация вузовских библиотек как условие успеха современных образовательных технологий** / Т. В. Еременко // Библиотеки и ассоциации в меняющемся мире: новые технологии и новые формы сотрудничества: материалы 9-й междунар. конф. «Крым-2002». – Москва, 2002. – Т. 2. – С. 925-928.
2. **Андреева Л. Н. Библиотека как информационно-образовательный центр вуза** / Л. Н. Андреева // Вестник Новгородского государственного университета. – 2015. – № 88. – С. 14-17.
3. **Белов А. М. Методика оценки качества сайта библиотеки** [Электронный ресурс] / А. М. Белов // Новые технологии в библиотечно-информационной практике и подготовке кадров: тезисы выступлений VI научно-практической конференции и материалы IV

краевого межведомственного конкурса «Молодые в библиотечном деле» /М-во культуры и масс. коммуникаций Перм. края, Перм. гос. ин-т искусств и культуры, Перм. гос. ордена «Знак Почета» краев. универс. б-ка им. А. М. Горького; сост. Т. В. Виноградова. – Пермь, 2008. – С. 23-36. – Режим доступа: URL : <http://www.ict.edu.ru/ft/006158/nt2008.pdf> (дата обращения: 16.05.2016).

4. **Стефановская Н. А. Web-сайте библиотеки вуза как образовательный ресурс** [Электронный ресурс] / Н. А. Стефановская, Н. Ю. Моисеева // Сборник конференции НИЦ «Соцосфера». – 2014. – № 31. – С. 140-142. – Режим доступа: URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/web-sayt-biblioteki-vuza-kak-obrazovatelnyy-resurs> (дата обращения 16.05.2016)

## ОБ АВТОРАХ



**Ануфриева Ольга Алексеевна**, зав. отделом библиотеки УГАТУ, дипл. специалист в области библиотечно-информационной деятельности (ЧГАКИ, 2002).

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

УДК 004.78:027.021

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ АБИС «РУСЛАН» В БИБЛИОТЕКЕ УФИМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**Ануфриева О. А.**

Изменения требований к качеству предоставленной информации поставили перед библиотекой УГАТУ необходимость комплексной автоматизации библиотечных процессов. В 2003 году библиотека Уфимского государственного авиационного технического университета перешла на автоматизированную библиотечно-информационную систему (АБИС) «Руслан».

Внедрение АБИС «Руслан» в библиотеке проходило поэтапно. На начальном этапе библиографическая база данных из предыдущей программы «Библиотека 5» была импортирована в АБИС «Руслан».

Далее были определены структурные подразделения библиотеки, с которых начнется переход на АБИС. Все процессы, связанные с применением АБИС «Руслан», пересматривались, проводилось обучение сотрудников, сгенерированы индивидуальные пароли для библиотекарей с разноуровневыми правами доступа в АРМ (на штрихкодирование, книговыдачу и т.д.).

Следующим этапом стала разработка стратегии штрихкодирования новых поступлений изданий и ретроспективного фонда библиотеки.

На методическом совете библиотеки было принято решение, что штрихкодирование ретрофонда будут осуществлять сотрудники отделов отраслевых фондов. Ответственными за качество выполнения процесса были назначены заведующие отделами отраслевых фондов. Что касается фонда, то приоритет был отдан тем разделам, которые пользовались повышенным спросом у читателей.

Параллельно со штрихкодированием литературы осуществлялся ретроввод.



Обусловлено это тем, что в процессе штрихкодирования выявлялись документы, библиографические описания которых отсутствовали в электронном каталоге.

После того, как процесс штрихкодирования основного фонда был завершен, приступили к реализации электронной книговыдачи. Внедрение электронной книговыдачи было решено начать в отделе учебной литературы, при этом сохраняя (временно) традиционную технологию обслуживания пользователей.

АБИС позволила усовершенствовать процесс комплектования и учета фонда: автоматическое формирование учетных документов (Книга суммарного учета, инвентарные книги, бюллетень новых поступлений и т.д.), а также их распечатку.

Когда основные технологии работы в автоматизированном режиме были отлажены, к процессу были подключены библиотеки филиалов университета. В каждом из филиалов были установлены и настроены компоненты системы АБИС «Руслан»: АРМ Комплектования/Каталогизации и АРМ Книговыдачи для работы с удаленным сервером «Руслан», расположенном на площадке УГАТУ. В конце августа 2007 г. для библиотекарей из филиалов был организован обучающий семинар по штрихкодированию фонда, электронной книговыдаче и идентификации читателей.

Поддержав идею объединения информационных ресурсов, сотрудники библиотек филиалов в короткий срок осуществили штрихкодирование фонда библиотек филиалов и идентификацию пользователей. Объединив в единую информационную сеть фонды библиотек филиалов и фонд библиотеки головного вуза, мы не только расширили возможности поиска документов для читателей и учета движения фонда в единой информационной сети, но и предоставили пользователям библиотеки университета и филиалов равные технологические и информационные возможности в использовании электронных и полнотекстовых баз данных, благодаря которым библиотеки филиалов получили возможность расширить спектр предоставляемых услуг и информации.

В частности, реализуя инновационные подходы в формировании единой информационной образовательной среды вуза, библиотека создала и зарегистрировала в 2012 г. в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам полнотекстовую базу данных «Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ» (ЭКОР УГАТУ). Библиотека планирует все издания нашего университета (более 10 тыс. наименований) перевести в цифровой формат для предоставления полных текстов этих изданий. Доступ к этому ресурсу организован и в библиотеках филиалов вуза.

Опыт создания единой информационной среды библиотеки УГАТУ и библиотек филиалов университета в 2013г. помог воплотить в реальность модель взаимодействия «Школа-вуз». Удачным оказался опыт библиотеки по привлечению в вуз потенциальных студентов УГАТУ: многолетнее сотрудничество УГАТУ с лицеем №60 г. Уфы, направленное на повышение информационной культуры выпускников, переросло в партнерство в автоматизации библиотечных процессов школьной библиотеки. Для этого была проведена большая работа по подготовке фонда к электронной книговыдаче. Вся ретроспектива фонда библиотеки и новые поступления были введены в электронный каталог, всем единицам хранения был присвоен штрихкод. Сейчас проходит этап тестирования обслуживания пользователей библиотеки лицея.

С переходом библиотеки УГАТУ на современную АБИС развитие получили дополнительные интернет-услуги:

- бронирование необходимой литературы в режиме онлайн;
- контроль исполнения заказа;
- мониторинг личного электронного формуляра в режиме онлайн.

Эти сервисы дали возможность пользователям, особенно студентам вечерней и заочной форм обучения, значительно экономить время на получение литературы (без очереди, в одной точке выдачи) вне зависимости от места хранения книги.

АБИС «Руслан» функционально гибкая система, позволяет поэтапно осваивать каждый АРМ и вносить коррективы, связанные со спецификой работы библиотеки. Так,

одно из существенных дополнений в АРМе Книговыдача – это распечатка чека выданных книг, которая существенным образом облегчила процесс обслуживания читателей: на начальном этапе внедрения АБИС позволила отойти от параллельной выдачи, а в последующем – позволила оптимизировать выдачу комплектов учебной литературы студентам первого курса дневной формы обучения и сократить до минимума время на документооборот унифицированных читательских форм.

Значительно упростилась система подписания обходных листов. На сегодняшний день она организована по принципу одного окна, студенты подписывают обходной лист только в одном пункте выдачи, тогда как раньше обходной подписывался на 11 пунктах выдачи.

Кроме того, появилась возможность, не прерывая обслуживание пользователей библиотеки, посредством АБИС «Руслан» оптимизировать процесс проверки фонда с помощью специального скрипта для АРМа Комплектования/Каталогизации, который позволяет произвести сравнение штрихкодов из двух баз данных, результат данного сравнения – штрихкоды книг, отсутствующих на полке отдела.

Библиотека УГАТУ много лет является творческой площадкой для студентов Факультета информатики и роботехники (ФИРТ). Воплощение возможностей АБИС «Руслан», сайт библиотеки, обучение работе с ИТ - технологиями и многое другое было реализовано с привлечением интеллектуального потенциала студентов.

Наша библиотека стремится быть проводником новых технологий, мы не так близки к идеалу, как нам хотелось бы, но наше стремление к совершенству безгранично!

#### ОБ АВТОРЕ



**Ануфриева Оксана Алексеевна**, зам. директора по научно-методической работе библиотеки УГАТУ, дипл. специалист в области библиотечно-информационной деятельности (ЧГАКИ, 2001)  
e-mail: [oanufrieva@mail.rb.ru](mailto: oanufrieva@mail.rb.ru)

УДК 025.329:378

#### КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

**Дмитриева Т. В.**

Сокращения по тексту:

АРМ «Книгообеспеченность» - Автоматизированное рабочее место "Книгообеспеченность"

АБИС «Руслан» - Автоматизированная библиотечно-информационная система «Руслан»

Книгообеспеченность учебных дисциплин один из важнейших показателей образовательного процесса в вузе, так как значения коэффициентов предоставляются в Министерство образования и науки РФ к лицензионной экспертизе на повестке дня этот вопрос стоит постоянно: и для администрации, и для кафедр, и для библиотеки. Для достижения нормативных показателей по направлениям, специальностям и дисциплинам необходимо собрать воедино и проанализировать сведения о контингенте студентов, рекомендуемой литературе, ее наличии в фонде библиотеки, учебных планах [1, с.15].

Научно-техническая библиотека УГАТУ с 2008 года работает в АРМе

«Книгообеспеченность» АБИС «Руслан», которое создано специально для того, чтобы максимально упростить работу по сбору необходимой информации об учебном процессе вуза, т. к. в АРМе предусмотрен ряд инструментов для взаимодействия с другими информационными системами вуза.

Алгоритм организации картотеки книгообеспеченности можно представить следующим образом:

- на начальном этапе сотрудники библиотеки вводят в картотеку сведения об учебном процессе (факультет, кафедра, специальность, группа, дисциплина и т.д.) в соответствующие таблицы;
- каждое издание, соответствующее нормативам книгообеспеченности, «закрепляется» за определенными дисциплинами и контингентом студентов, для которых оно предназначено. Данная информация заносится в картотеку в соответствии с учебными программами и заявками преподавателей [1, с.27].

Именно эти сведения составляют основной фундамент картотеки.

Сетевая версия АРМа «Книгообеспеченность» позволяет вводить данные одновременно с нескольких рабочих мест. Таким образом, списки рекомендованной литературы и другие данные могут вводить одновременно несколько работников библиотеки, что позволяет значительно ускорить ввод и актуализацию данных.

С помощью АРМа «Книгообеспеченность» можно создавать отчеты по книгообеспеченности факультета, кафедры, направления/специальности, дисциплинам, использованию книги в учебном процессе и т.д., которые необходимы при проведении лицензионной экспертизы вуза, а также для анализа деятельности библиотеки по формированию фонда [2, с.3].

#### **Примеры отчетов, составленных на основе данных картотеки книгообеспеченности**

Отчет по использованию книги в учебном процессе состоит из 3 таблиц. В 1-й таблице приведено библиографическое описание книги, указан гриф издания, общее количество экземпляров, количество экземпляров, используемых в учебном процессе.

Таблица 1.

<b>Код</b>	RU\USATU\books\262440
<b>Описание</b>	Бухман Н. С. Элементы физической механики: учебное пособие / Н. С. Бухман - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016 - 160 с.
<b>Издательство</b>	Лань
<b>Год издания</b>	2016
<b>Редакция</b>	2-е изд., испр.
<b>Гриф УМО или НМС РФ</b>	Нет
<b>Гриф Минобрнауки РФ</b>	Нет
<b>Гриф др. фед. органов исп. власти</b>	Нет
<b>Гриф др. органов</b>	Нет
<b>Тип литературы</b>	Учебная
<b>Тип издания</b>	Другой
<b>Полный текст</b>	Нет
<b>Общее кол-во экземпляров</b>	2
<b>Кол-во используемых экземпляров в осеннем семестре</b>	2
<b>Кол-во используемых экземпляров в весеннем семестре</b>	2
<b>Кол-во требуемых дополнительных экземпляров в осеннем семестре</b>	0
<b>Кол-во требуемых дополнительных экземпляров в весеннем семестре</b>	0

Во 2-й таблице мы видим коэффициент книгообеспеченности по семестрам на определенное количество студентов.

Таблица 2.

Осенний семестр	<b>ККО</b>	<b>0.66</b>
	<b>Кол-во студентов</b>	<b>9</b>
Весенний семестр	<b>ККО</b>	<b>0.66</b>
	<b>Кол-во студентов</b>	<b>9</b>

3-я таблица дает детальную информацию, на какой кафедре, по какой дисциплине и для какой группы используется эта книга.

Таблица 3.

Тип рекомендации / Кафедра / Дисциплина / Направление/Специальность / Группа	Осенний семестр		Весенний семестр	
	ККО	Кол-во студентов	ККО	Кол-во студентов
1-Основная литература	0.66	9	0.66	9
Общей физики	0.66	9	0.66	9
Физика	0.66	9	0.66	9
01.03.02 (3+ поколение)	0.66	9	0.66	9
ПМИ-2	0.65	9	0.65	9

Отчет по книгообеспеченности дисциплин направления/ специальности демонстрирует, насколько обеспечен учебный процесс по всем дисциплинам данного направления/специальности: название специальности, семестр, дисциплины и книги.

Таблица 4.

Книгообеспеченность по направлению/специальности											
Полный код		Направление/Специальность		Образовательный стандарт		Осенний семестр		Весенний семестр		Все	
01.04.02 (3+ поколение)		Прикладная математика и информатика (магистр)		3+ поколения		ККО		Кол-во магистрантов		Кол-во наименований книг	
						Осн. Доп.		Осн. Доп.		Осн. Доп. Печат. Электр. изд.	
						0.89 0.91		31		16 25 45	
						0.93 0.74		16		17 33 454	
						Все		Кол-во наименований книг		Осн. Доп. Печат. Электр. изд.	
						0.65 0.65		213		213	
Семестр / Дисциплина / Тип рекомендации / Книга	ККО	Кол-во магистрантов	Осенний семестр	Весенний семестр	Кол-во наименований книг		Число экземпляров книг				
	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.			
1-й семестр	0.86	0.87	16	-	9	15	5	10			
Анализ	1.00	-	16	-	1	1	-	37			
1-Основная литература	1.00	-	16	-	1	1	-	37			
1.1. Барант А. Ф. Краткий курс математического анализа: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям: «Естественные науки и математика» (510000), «Технические науки» (550000), «Педагогические науки» (540000) / А. Ф. Барант, И. Г. Арзамаскин - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016 - 736 с.	1.00	-	16	-	1	-	-	37			
1.2. Горлан Б. А. Тензорная алгебра и тензорный анализ / Горлан Б.А. - Москва: Лань, 2015	1.00	-	16	-	-	1	-	-			
Дискретная математика и математическая логика	0.56	1.00	16	-	2	2	-	4			
1-Основная литература	0.56	-	16	-	2	2	-	4			
1.1. Асанов И. О. Дискретная математика: графы, матрицы, алгоритмы [Электронный ресурс]: учебное пособие предназначено для студентов и аспирантов, специализирующихся в области компьютерных наук и информационной безопасности / И. О. Асанов, В. А. Баранский, В. Б. Расин - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010 - 368 с.	1.00	-	16	-	-	1	-	-			
1.2. Бронштейн Е. М. Основы дискретной математики [Электронный ресурс] / Е. М. Бронштейн / ГОУ ВПО УГАТУ - Уфа: УГАТУ, 2012	1.00	-	16	-	-	1	-	-			
1.3. Копылов В. И. Курс дискретной математики: учебное пособие / В. И. Копылов - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016 - 208 с.	0.13	-	16	-	1	-	-	2			
1.4. Мальцев И. А. Дискретная математика: учебное пособие / И. А. Мальцев - Санкт-Петербург [и др.]: ЛАНЬ, 2016 - 290, [8] с.	0.13	-	16	-	1	-	-	2			
2-Дополнительная литература	-	1.00	16	-	-	-	-	2			
1.1. Иванов И. П. Сборник задач по курсу «Дискретная математика» / Иванов И.П., Голубков А.Ю., Скоробогатов С.Ю. - Москва: МТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2013	-	1.00	16	-	-	-	-	1			
1.2. Шевелев Ю. П. Сборник задач по дискретной математике (для практических занятий в группах) [Электронный ресурс] / Шевелев Ю.П., Писаренко Л.А., Шевелев Ю.Ю. - Москва: Лань, 2013	-	1.00	16	-	-	-	-	1			
Итого	1.00	0.91	16	-	3	3	7	115			

Отчет по книгообеспеченности дисциплин преподающей кафедры представляет книгообеспеченность дисциплин, читаемых на данной кафедре. Название дисциплины, код специальности, библиографическое описание книги являются активными ссылками,



что дает возможность построения дополнительных отчетов в данном отчете.

Таблица 5.

Книгообеспеченность по преподающей кафедре										
Код	Название	Факультет	Осенний семестр		Весенний семестр		Оба семестра		Осн.	Доп.
			ККО	Кол-во студентов	ККО	Кол-во студентов	Кол-во наименований книг	Число экземпляров книг		
Код	Название	Факультет	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.
2	Авиационных двигателей	Авиационных двигателей, энергетики и транспорта	0,63	0,51	0,68	0,60	0,64	0,51	0,63	0,51
			518	447	447	447	84	47	36	14
			1634	763						
Дисциплина / Направление/Специальность / Тип рекомендации / Книга										
№	Дисциплина / Направление/Специальность / Тип рекомендации / Книга	Осенний семестр		Весенний семестр		Оба семестра		Число экземпляров книг		
		Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	Осн.	Доп.	
1	Авиационное законодательство	0,29	29	-	-	2	-	-	17	-
	1.1. Елисеев Б. П. Воздушное право: [учебник для студентов транспортных вузов] / Б. П. Елисеев, В. А. Сеиркин - М.: Дашков и К, 2013 - 434, [1] с.	0,29	29	-	-	2	-	-	17	-
	1.2. Елисеев Б. П. Воздушные перевозки: законодательство, Конвенции, Судебная практика, Образцы документов / Б. П. Елисеев - М.: Дашков и К, 2012 - 423 с.	0,34	29	-	-	1	-	-	10	-
	1.3. Елисеев Б. П. Воздушные перевозки: законодательство, Конвенции, Судебная практика, Образцы документов / Б. П. Елисеев - М.: Дашков и К, 2012 - 423 с.	0,24	29	-	-	1	-	-	7	-
2	Автоматизация проектирования авиационных и ракетных двигателей	1,00	13	-	-	3	-	-	-	-
	1.1. Ерохин В. Т. Теория и проектирование ракетных двигателей / Ерохин В.Т. - Москва: Лань, 2015	1,00	13	-	-	1	-	-	-	-
	1.2. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник в 2 кн. / В. В. Кулагин, В. С. Кулагин - Москва: Машиностроение, 2013	1,00	13	-	-	3	-	-	-	-
	1.3. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник в 2 кн. / В. В. Кулагин, В. С. Кулагин - Москва: Машиностроение, 2013	1,00	13	-	-	1	-	-	-	-
	1.4. Кулагин В. В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник в 2 кн. / В. В. Кулагин, В. С. Кулагин - Москва: Машиностроение, 2013	1,00	13	-	-	1	-	-	-	-
3	Автоматика и регулирование АД и ЭУ	0,35	0,63	13	0,75	0,67	11	1	2	33
	1.1. Тунаков А. П. САПР газотурбинных двигателей: учебное пособие / А. П. Тунаков, И. А. Кривошеев, Д. А. Ахмедьянов / Уфимский государственный авиационный технический университет: науч. ред. А. П. Тунаков - Уфа: УГАТУ, 2009 - 272 с.	0,35	0,63	13	0,75	0,67	11	1	2	33
	1.2. Тунаков А. П. САПР газотурбинных двигателей: учебное пособие / А. П. Тунаков, И. А. Кривошеев, Д. А. Ахмедьянов / Уфимский государственный авиационный технический университет: науч. ред. А. П. Тунаков - Уфа: УГАТУ, 2009 - 272 с.	0,35	13	0,75	11	1	-	-	33	-
	2.1. Современная информационная технология в создании летательного аппарата (введение в CALS (ИПМ)-технологии): курс лекций / Н. Г. Буяков - Московский авиационный институт (государственный технический университет), факультет "Стрела" МАИ, факультет авиационной и летательной техники ИАЭТИ / Центральный аэрокосмический институт им. проф. Н. Е. Жуковского - М.: Изд-во МАИ, 2007 - 246 с.	-	0,63	13	-	0,67	11	-	2	-
	2.2. Буяков Н. Г. Современная информационная технология в создании летательного аппарата (введение в CALS (ИПМ)-технологии): курс лекций / Н. Г. Буяков - Московский авиационный институт (государственный технический университет), факультет "Стрела" МАИ, факультет авиационной и летательной техники ИАЭТИ / Центральный аэрокосмический институт им. проф. Н. Е. Жуковского - М.: Изд-во МАИ, 2007 - 246 с.	-	0,48	13	-	0,34	11	-	1	-
	1.2. Козыря В. Т. Автомобильная аэротермоакустика газотурбинных двигателей / В. Т. Козыря под ред. А. В. Козыря - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 - 456 с.	-	0,78	13	-	1,00	11	-	1	-
	3.1. Теория авиационных двигателей: лабораторный практикум по дисциплинам "Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок", "Рабочие процессы в ЭУ ЛА", "Теория авиационных двигателей", "Автоматика и регулирование АД и ЭУ" / В. Р. Абдуллин (и др.) / Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), Кафедра авиационных двигателей - Уфа: УГАТУ, 2010 - 78 с.	-	-	13	-	-	11	-	-	-

С помощью картотеки книгообеспеченности сотрудники библиотеки проводят мониторинг необеспеченных или малообеспеченных дисциплин (предпочтение отдается приоритетным направлениям/специальностям по реализации основных образовательных программ высшего образования на текущий год), подбирают новинки литературы, составляют уведомления с перечнем новых книг по профилю кафедры, которые отправляют по электронной почте на соответствующие кафедры для дальнейшего заказа.

На протяжении нескольких лет отдел книгообеспеченности библиотеки УГАТУ на основании картотеки ежеквартально формирует отчеты по книгообеспеченности дисциплин для всех кафедр вуза. Отчеты доводятся до сведения деканов и заведующих кафедрами по электронной почте, а также доступна «Сетевая версия + Web-интерфейс», которая позволяет сотрудникам вуза с любого компьютера по сети УГАТУ просматривать web-отчеты по книгообеспеченности без регистрации.

Картотека обеспечивает дополнительный сервис и при организации обслуживания читателей, предоставляя информацию о распределении изданий (студентам какой специальности и по какой дисциплине конкретное издание рекомендуется). Данные картотеки позволяют сотрудникам библиотеки сформировать комплекты литературы для 1-го курса в кратчайшие сроки.

Применение IT-технологий в библиотечной деятельности и внедрение АРМ «Книгообеспеченность» АБИС «Руслан», позволило оптимизировать процесс подготовки массовой книговыдачи. Список литературы по специальностям мы формируем в течение 1-2 минут, что дает возможность быстро подготовить комплекты учебников для массовой книговыдачи индивидуально для каждой группы. Выдача организуется в читальных залах библиотеки по факультетам.

Если раньше выдача комплектов учебников растягивалась на 2-3 недели, то использование инновационных технологий позволило сократить срок выдачи комплектов учебников всем студентам первого курса дневной формы обучения до 2 дней, без перерыва в обслуживании студентов старших курсов. Каждый студент-первокурсник тратит на получение книг не более 3-5 минут.

Таким образом, автоматизированная картотека книгообеспеченности является инструментом управления формированием библиотечного фонда, может служить основным справочным аппаратом для четкой организации обеспечения читателей

вузовской библиотеки учебной литературой.

АРМ «Книгообеспеченности» АБИС «Руслан» постоянно развивается с учетом пожеланий со стороны пользователей. Периодически вносятся изменения в систему: добавляются новые таблицы и поля, дорабатывается методика расчетов коэффициентов книгообеспеченности, вносятся изменения в формируемые отчеты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО и ВО), принятые Минобрнауки России и зарегистрированные Минюстом России. - Режим доступа: <http://www.edu.ru/> (дата обращения: 17.05.2016).
2. Открытые библиотечные системы [Сайт] // ООО «ОБС». - Режим доступа: <http://obs.ruslan.ru/> (дата обращения: 17.05.2016).

### ОБ АВТОРЕ



**Дмитриева Татьяна Владимировна**, зав. отделом книгообеспеченности образовательного процесса НТБ УГАТУ, дипл. специалист по библиотечному и издательскому делу (ЧГАКИ, 2001)  
e-mail: [dmitrieva@mail.rb.ru](mailto:dmitrieva@mail.rb.ru)



### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НИТ САПР-Д УГАТУ

**Информационная поддержка проектирования, доводки и эксплуатации газотурбинных двигателей и установок (для ГПА и ЭУ) на основе ИПП/CAES и ИЛП-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  
 (+7) 373 06633  
 Email: [Krivoshchev@ugatu.ac.ru](mailto:Krivoshchev@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)

Интеграция с 3D CFD

**Система COMPRESSOR\_S**

Получение границы устойчивой работы (1D)

Расчет характеристик (1D)

Интеграция с математической моделью двигателя (0D)

450000, г.Уфа, К. Маркса, 12, корпус 2, комната 505  
 Науч. рук. Кривошеев Игорь Александрович  
 Михайлова Александра Борисовна  
 e-mail: [mikhailova.ugatu@gmail.com](mailto:mikhailova.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](http://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

№ 2 (15) / 2016

Материалы публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 30.05.2016. Формат 1/8  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 27,0. Уч.-изд. л. 26,9.  
Тираж 100 экз.

Отпечатано в Редакционно-издательском комплексе УГАТУ  
450000, Уфа, ул.К.Маркса, 12.