

ISSN 2225-9309

Вестник



УГАТУ

МОЛОДЕЖНЫЙ

2012. № 1 (2)



Молодежный Вестник УГАТУ

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (2) / 2012

Учредитель и издатель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального 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: Бадамшин Рустам Ахмарович,
проректор ФГБОУ ВПО 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., доцент

Ответственный редактор: Мухачева Наталья Николаевна

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. 6, комн. 610, тел. 273-06-67

e-mail: mvu@ugatu.ac.ru

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

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	5
Шайхутдинова Е.Ф. Синтез никелевых стоматологических сплавов с применением интеллектуальных математических методов	5
Магдиева М.И., Каримов Р.Р. Проблема автоматизации процессов наземного обслуживания в рамках деятельности аэропортов.....	10
Ахатова А.Ф., Чембарисова Р.Г. Распространение ударных волн в нелинейных средах.....	12
Инсафутдинова Э.А. Проектирование кода программы для построения матрицы достижимости	16
Попов Д.В., Галямов А.Ф., Хакимов Р.Р., Сатаева К.Р., Казбан О.А. Управление проектными организационными структурами на основе социальных сетевых сервисов (на примере портала кафедры ВМиК УГАТУ) 22	
Слепец И. А., Матвеев Е. Л., Пашали Д. Ю. Универсальные диагностические комплексы электромеханических преобразователей энергии31	
Гайсин Р.А., Султангалеев Р. Н., Пашали Д. Ю. Стенд с интеллектуальным управлением для исследования гибридных шаговых двигателей	35
Хомич Л.Н. Семантический подход к интеграции информационных систем. 39	
Маркина К.В., Кишалов А.Е. К вопросу о получении характеристик компрессора	45
Бадамшин И.Х. Модель упругого взаимодействия в прочностных задачах двигателестроения.....	51
Могильницкий Е.А., Гиззатуллин И.И., Гишваров А.С. Оценка информативности контролируемых параметров энергетической установки в процессе серийной эксплуатации	55
Кривошеев И.А., Завьялов Р.А., Хохлова Ю.А. Методика оценки массы при оптимизации в процессе проектирования турбины	61
Зиннатуллин Р.Ф. , Шаяхметов В.А., Ахтямов И.И. Моделирование двухфазного течения в сопле компрессор-форсунки	68
Назмутдинова Г.Р., Шарафиева Л.Ф. Исследование влияния степени сжатия и характеристики тепловыделения на эффективные показатели	

двигателя	76
Стругова Е.Г., Яковлев П.Б. Исследование влияния характера теплоподвода на КПД двигателя внутреннего сгорания с унифицированным рабочим процессом на частичных нагрузках	82
Смышляев Д.А., Гишваров А.С. Оценка моделей диагностирования технического состояния топливного агрегата ГТД	87
Алгушаев А.Г., Гишваров А.С. Исследование эффективности параметрической диагностики состояния ГТД	95
ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ	102
Мардганиева Ю.А., Янбекова Р.Р. Пути привлечения иностранных инвестиций в республику Башкортостан в условиях кризиса	102
Камалова А.З. Разработка маркетингового обеспечения для обуви	109
Валитова Г.Р. Аналитический обзор положения российского банковского сектора	117
Валитова Г.Р. Применение пробит модели для оценки устойчивости российских коммерческих банков	122
Кидрачев Р.Н., Дегтярева И.В. Российские фондовые индексы: проблемы и перспективы развития	127
Лысенко Н.В. Структурные предпосылки и объективные условия модернизации экономики РФ	132

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 62-4

СИНТЕЗ НИКЕЛЕВЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ СПЛАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Шайхутдинова Е.Ф.

Термин “синтез сплавов”, предложенный Б.Б. Гуляевым, подразумевает создание нового сплава, обладающего требуемым комплексом свойств. Основные группы методов, применяемые при синтезе сплавов [1]:

- Металлофизические методы, основанные на изучении металлов и сплавов средствами экспериментальной и теоретической физики.
- Традиционные методы, которые заключаются в последовательном введении в основу легирующих элементов (ЛЭ) сначала по одному, затем в виде групп. Решение о влиянии тех или иных элементов на свойства сплава выносится исходя из результатов испытаний. Сплав, показавший наилучшие результаты, считается оптимальным.
- Кибернетический метод с проведением активного эксперимента. Как показывает накопленный опыт, во многих случаях при выборе составов сплавов достаточно применения планирования экспериментов методом крутого восхождения.
- Статистические методы, основанные на изучении данных серийного производства, то есть данных пассивного эксперимента, в том числе интеллектуальные методы типа метода искусственных нейронных сетей (ИНС), экспериментальная часть исследования которых ограничивается проведением нескольких контрольных плавок.

В настоящий момент не существует методов, которые сочетали бы в себе строгий научный подход традиционных методик с преимуществами применения современной вычислительной техники, и позволяли бы в виде единой математической модели описать влияние ЛЭ на свойства литейных сплавов.

Большое число ЛЭ и сложный механизм легирования литейных сплавов определяют сложный вид математической модели влияния ЛЭ на свойства литейных сплавов, с большим количеством локальных экстремумов, в областях которых небольшое изменение соотношения элементов ведет к резкому изменению свойств сплавов. Точное описание вида этой модели не представляется возможным в силу отсутствия полной количественной теории комплексного влияния структурных и фазовых факторов на свойства сплавов.

Единственным выходом в данной ситуации представляется комплексное использование математических методов для восстановления связи между составом сплавов и их свойствами, ориентированных на обработку массивов исходных данных. Т.е. необходимо создание нового синтетического метода на основе следующих традиционных методик:

1. Математического метода - для расчета математических моделей влияния ЛЭ на свойства литейных сплавов, обладающих повышенными экстра- и интрополяционными свойствами и для определения максимального значения функции отклика, т.е. свойства.
2. Активного эксперимента – для подтверждения результатов, полученных методами математического моделирования.

Схема синтеза литейных сплавов представлена на рисунке 1.

Анализ рассмотренных методов математического моделирования [2] показал, что для решения задач синтеза литейных сплавов могут применяться интеллектуальные методы (искусственные нейронные сети (ИНС) и метод группового учета аргументов

(МГУА). Методы МГУА и ИНС, при осуществлении некоторых модификаций и адаптаций, позволяют строить математические модели, оптимальные по критерию краткосрочного прогноза значений физико-механических свойств для новых литейных сплавов. Переборный характер МГУА, а также сложная система селекции полученных этим методом математических моделей не позволяет использовать данный метод в рамках исследования влияния химического состава на физико-механические свойства литейных сплавов. Таким образом, метод ИНС оптимально соответствует задаче проектирования литейных сплавов.

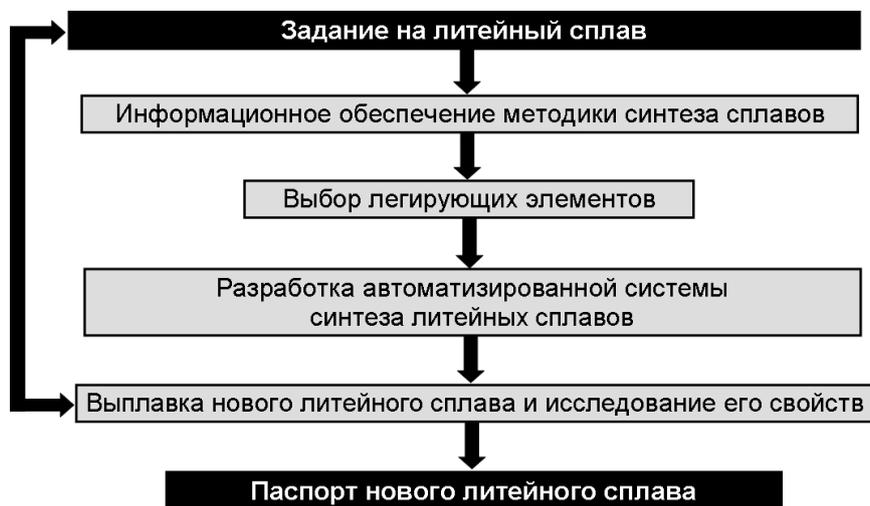


Рис. 1. Схема методики синтеза литейных сплавов

Синтез сплавов с использованием метода искусственных нейронных сетей рассматривается на примере проектирования литейных никелевых стоматологических сплавов (СС).

Для информационного обеспечения синтеза литейных никелевых СС необходимо создание тематической БД.

В созданную тематическую БД по литейным никелевым СС [3] вошли сведения о составах и физико-механических свойствах, имеющиеся в отечественной и зарубежной литературе по данной тематике с глубиной поиска 30 лет по конец 2010 года включительно. БД содержит информацию по более чем 200 современным никелевым СС, используемым для получения отливок. Для каждого СС указаны концентрации основных ЛЭ и примесей, физико-механические свойства, технологические и эксплуатационные характеристики, а также источники, из которых взята информация.

На основе анализа статистической информации, содержащейся в БД была разработана классификация ЛЭ по их влиянию на свойства литейных никелевых СС по их положению в периодической системе Д.И. Менделеева, т.к. описанные в литературе классификации не позволяли однозначно определить влияние элемента на то или иное свойство. Были выделены 3 группы ЛЭ [4]:

1. положительно влияющие на физико-механические свойства – элементы IIA-VIIA подгруппы, и некоторые элементы VIIA и III-IVB подгруппы;
2. положительно влияющие на коррозионную стойкость и биосовместимость – элементы IIIA-VIIA подгруппы и некоторые элементы IA, IB-IVB подгруппы;
3. положительно влияющие на литейные свойства – элементы IIA-IIIА, IB подгруппы и некоторые элементы IVA, VA, VIIA, IIB-VB подгруппы.

Для определения оптимальных диапазонов содержания ЛЭ в литейных никелевых СС были построены гистограммы распределения никелевых СС. Основным классификационным признаком при построении диаграммы являлись величины свойств литейных никелевых СС, а вспомогательным количество СС в БД, принадлежащим

соответствующему интервалу концентраций ЛЭ.

На основе проведенного анализа произведен выбор основных ЛЭ, определяющих свойства литейных никелевых СС, а также определены диапазоны концентраций, при которых литейные никелевые СС будут обладать комплексом максимальных свойств.

На основе комплексного использования метода ИНС для расчета математической модели влияния ЛЭ на предел текучести никелевых СС и методе сопряженных градиентов, для нахождения экстремума свойств, была разработана методика синтеза новых литейных никелевых СС [5].

С использованием разработанной методики разработаны 24 математические модели, описывающие влияние концентраций основных ЛЭ на предел текучести литейных никелевых СС.

Разработана методика селекции математических моделей, которая позволяет достоверно оценить адекватность и прогностические свойства модели. Методика основана на сравнении 4 показателей адекватности и прогнозировании математических моделей: параметр Бокса-Ветца, дисперсия адекватности, коэффициент детерминации и средняя относительная ошибка аппроксимации.

На основе разработанной методики селекции была выбрана наиболее адекватная и лучшая по прогностическим возможностям математическая модель влияния концентрации ЛЭ на предел текучести литейных никелевых СС.

С использованием выбранной математической модели методом сопряженных градиентов по поверхности отклика определен состав литейного никелевого СС имеющего прогнозируемый предел текучести $\sigma_{0,2} = 941,144$ МПа.

Разработанный с помощью методов математического моделирования, синтезированный сплав исследовался на физико-механические, коррозионные и литейные показатели. Свойства разработанного сплава сравнивались с аналогичными характеристиками серийного СС [6].

Выплавка заготовок разработанного сплава производили в производственных условиях с применением стандартных технологий и шихты.

Для возможности сравнения свойств разработанного и серийного сплава были отлиты методом литья по выплавляемым моделям образцы для испытаний на физико-механические свойства: предел текучести с остаточной деформацией 0,2%, предел временного сопротивления, относительное удлинение, твердость по Виккерсу, коэффициент термического расширения, коррозионная стойкость. Результаты испытаний представлены на рисунках 2, 3, 4. Также на рисунке 5 представлена микроструктура образцов сплавов.

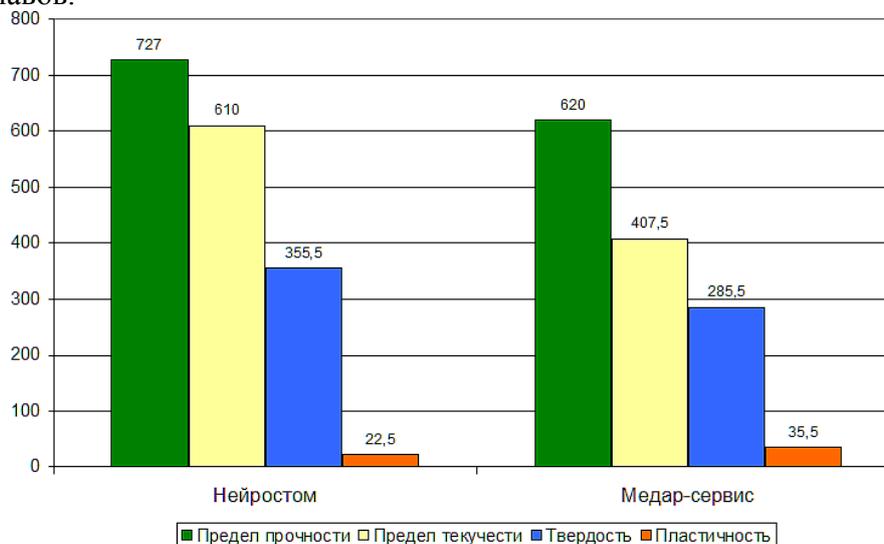


Рис. 2. Результаты испытаний на механические свойства разработанного (Нейростом) и серийного (Медар-сервис) сплавов

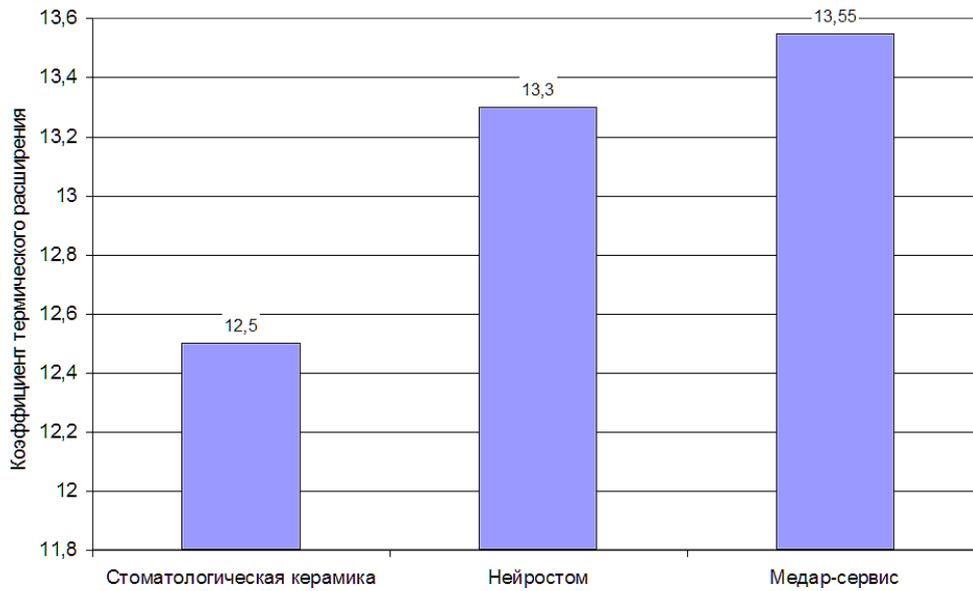


Рис. 3. Результаты испытаний на коэффициент термического расширения разработанного (Нейростом) и серийного (Медар-сервис) сплавов

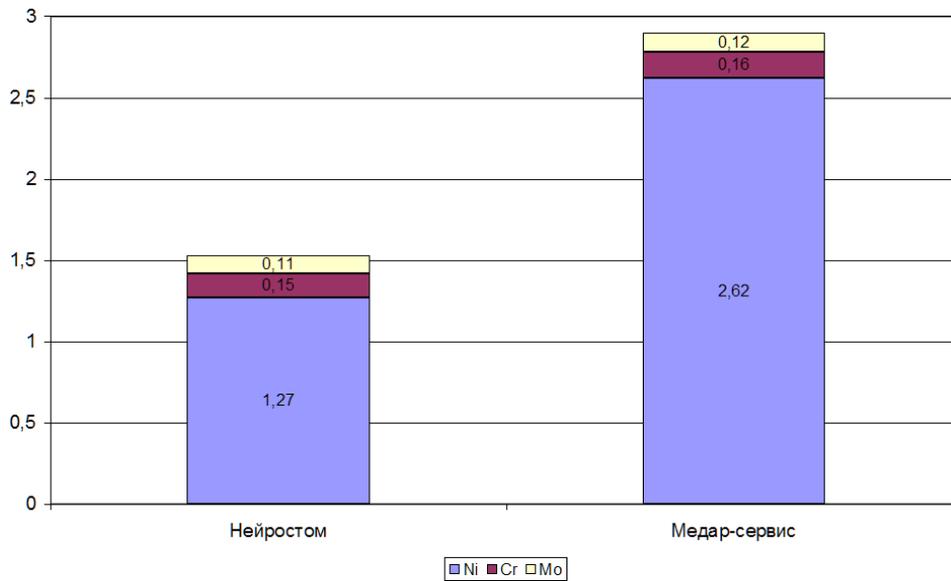


Рис. 4. Результаты испытаний на коррозионную стойкость разработанного (Нейростом) и серийного (Медар-сервис) сплавов

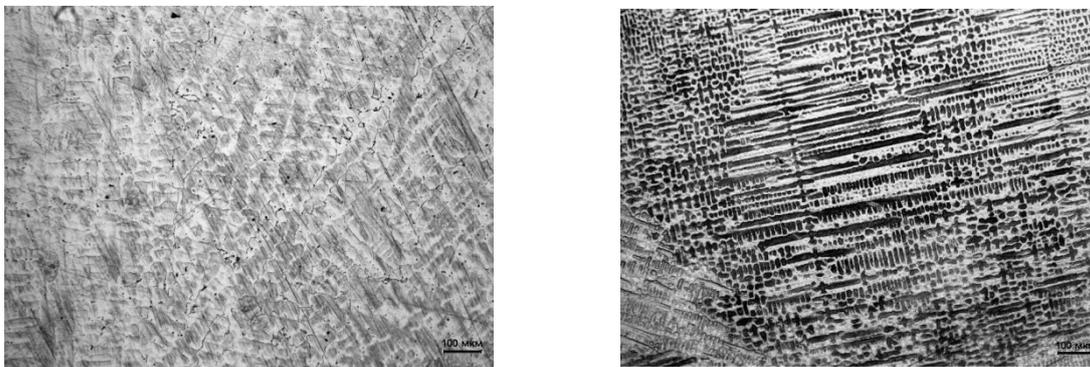


Рис. 5. Микроструктура разработанного (а) и серийного (б) сплавов

Сравнительное исследование литейных свойств разработанного и серийного сплава проводили на оболочковых формах-пробах, аналогичных по конфигурации малой комплексной пробе для испытания цветных металлов (проба Купцова-Нехендзи). Проба позволяет одновременно определить жидкотекучесть, степень поражения трещинами, объем усадочных пороков и литейную усадку. Оболочковые формы пробы изготавливали по выплавляемым моделям (см. табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний на литейные свойства разработанного (Нейростом) и серийного (Медар-сервис) сплавов по пробе Купцова-Нехендзи

	Разработанный сплав	Серийный сплав
Жидкотекучесть, мм	376	369
Сумма длин трещин, мм	2,66	3,11
Склонность к образованию усадочных пороков:	1,54	1,69
- концентрированная усадочная раковина, %	2,79	2,86
- объем усадочных пор, %		
Линейная усадка, %	2,13	2,17

Сопоставление разработанного СС и его серийного аналога показало, что разработанный сплав имеет более высокие физико-механические показатели с одновременным сохранением хороших литейных свойств. Кроме того, разработанный сплав по сравнению с серийным имеет упорядоченную структуру без явно выраженной дендритной структуры.

Таким образом, разработанная методика синтеза сплавов с применением интеллектуальных математических методов позволяет помимо гарантированного достижения результатов, в 4-5 раз сократить сроки разработки новых сплавов, снизить в 40-50 раз трудозатраты на разработку новых материалов и сэкономить в 10-20 раз дефицитные и дорогостоящие материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуляев, Б.Б. Синтез сплавов. — М.: Металлургия, 1984. — 160с.
2. Ганеев, А.А. Современные проблемы компьютерного проектирования никелевых стоматологических сплавов / Ганеев А.А., Шайхутдинова Е.Ф. // Мавлютовские чтения: Российская научно-техническая конференция, посвященная 80-летию со дня рождения чл.-кор. РАН, профессора Р.Р. Мавлютова: сб. трудов. Т.5. — Уфа: УГАТУ, 2006. — С. 29-34.
3. Свидетельство РосПатента №20044620060 об официальной регистрации базы данных. База данных по никелевым сплавам, применяемым в ортопедической стоматологии / Ганеев А.А., Шайхутдинова Е.Ф., Якупов Р.Ш. Дата регистрации 26.02.2004.
4. Ганеев, А.А. Классификация элементов периодической системы Д.И. Менделеева по их влиянию на служебные свойства никелевых стоматологических сплавов / Ганеев А.А., Шайхутдинова Е.Ф., Никифоров П.Н. //Литейщик России. — 2009. — №12. — С.32-34.
5. Шайхутдинова, Е.Ф. Синтез новых никелевых стоматологических сплавов с использованием нейросетевых методов. — Актуальные проблемы в науке и технике. Том 2. Машиностроение, приборостроение, экономика и гуманитарные науки // Сборник трудов четвертой всероссийской зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых, 19-21 февраля 2009 г. — Уфа: Изд-во «Диалог», 2009. — С. 397-401.
6. Ганеев, А.А. Исследование эксплуатационных свойств разработанного никелевого

стоматологического сплава / Ганеев А.А., Шайхутдинова Е.Ф. // Литейные процессы: Межрегиональный сборник научных трудов. - Вып. 9. - Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. - С. 19-26.

ОБ АВТОРЕ



Шайхутдинова Евгения Флюровна, ст. преподаватель каф. машин и технол. литейн. производства. Дипл. магистр техники и технологии (УГАТУ, 2004). Исследования в области металловедения, синтеза сплавов и информационных технологий.

УДК62-5

ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ НАЗЕМНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В РАМКАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОПОРТОВ

Магдиева М.И., Каримов Р.Р.

Наземное обслуживание в аэропортах - одна из разновидностей деятельности аэропорта, в которой совместно участвуют его службы, подразделения авиакомпаний и независимые подрядчики.

В современных условиях вопросы совершенствования системы наземного обслуживания авиапредприятий приобретают первостепенное значение, так как именно авиапредприятия с эффективной наземной системой обслуживания могут успешно конкурировать на рынке, предлагать свои услуги и получать за их осуществление максимальную прибыль, сокращая при этом время наземного обслуживания и окупая затраты.

Эффективность транспортно-технологических процессов, к которым относится наземное обслуживание, может повыситься за счет применения специальных информационных систем. Проблемы транспортно-технологических процессов включают в себя: оптимизацию движения наземных обслуживающих потоков; снижение затрат финансовых, материальных и трудовых ресурсов; проведение сокращения излишней и неэффективной численности персонала; принятие оперативных управленческих решения по всем аспектам обеспечения транспортно-технологических процессов. Чем быстрее будет осуществляться выполнение технологических операций, тем большие конкурентные преимущества получит авиапредприятие.

Координация и управление транспортно-технологическими процессами, осуществляемая диспетчерской службой предприятия, представляет собой последовательность сложных и трудоемких задач, связанных с оперативным принятием решений.

Трудности обусловлены с постоянно растущим объемом транспортных перевозок, возникновением нештатных ситуаций на производстве и недостаточной поддержкой и автоматизацией процесса принятия решений. Особенно стоит отметить в этом плане ситуацию в малых и транзитных аэропортах.

За рубежом многие аэропорты и авиакомпании давно перешли на информационные системы автоматизации и управления. Из наиболее крупных можно

отметить систему управления ресурсами RMS Groundstar (Resource Management System) и систему IFS Airport Operation Applications (IFS - ERP and MRO Management Software for the Aviation Industry). RMS позволяет планировать и управлять ресурсами аэропорта - стоянками воздушных судов, тягачами, бригадами буксировки и способствует оптимальному использованию ресурсов аэропорта. IFS Applications позволяет обеспечить наличие всей необходимой для принятия решений информации, повысить управляемость, сократить издержки и т.д..

Однако, зарубежные системы, имеющие высокие качественные и конкурентные показатели, отличаются достаточно высокой ценой. И если для крупных российских аэропортов стоимость лицензии на покупку иностранной системы является приемлемой, то для большинства малых транзитных аэропортов приобрести подобную систему затруднительно.

Так, в последние годы, особенно остро ощущалась нехватка отечественной информационной системы, которая автоматизировала бы транспортно-технологические процессы аэропорта, предоставляя возможность видеть «живую» картину состояния событий, происходящих в реальном времени, системы, отвечающей всем этим требованиям, оставаясь при этом доступной не только для крупных международных аэропортов.

Но рынок отечественных информационных систем для управления деятельностью аэропортов в настоящее время особенно не изобилует разнообразием. Большинство ныне действующих управляющих систем ориентированы на узкие задачи, связанные с регистрацией пассажиров, и программы, позволяющие отслеживать движение воздушных судов.

Однако задача аэропорта при подготовке рейсов не ограничивается оптимизацией и упорядочиванием потоков информации по пассажирам. А существующие системы, отслеживающие только движение рейсов, не способны автоматизировать и облегчить многофункциональный процесс управления транспортно-технологическими процессами, происходящими в аэропорту.

Рост числа рейсов и объемов перевозок, приводит к увеличению интенсивности технологических операций, усложняя процесс координации деятельности между структурными подразделениями аэропорта. А задержки по метеоусловиям, технические неисправности авиатехники и прочие нештатные ситуации могут привести к сбоям в работе аэропортов.

Координация деятельности служб аэропорта осуществляется в условиях, когда диспетчер, управляющий транспортно-технологическим процессом, вынужден держать в голове большое количество информации и полную картину событий, происходящих в реальном времени. При этом управленческое решение принимается интуитивно.

Именно эти аспекты послужили основным толчком к созданию информационной управляющей системы (ИС) «Аэропорт». Разработчиком данной системы является ООО «Авиабит» www.aviabit.ru.

Основными инструментами этой системы являются многочисленные информационные табло, технологические графики, графики задействованного персонала и загруженности рейсов, которые охватывают деятельность всех бригад и подразделений аэропорта. Система решает большинство существующих задач организации и контроля деятельности, а так же подсказывает, где нужно оперативно вмешиваться и корректировать производственный процесс с целью обеспечения наиболее качественного выполнения работ, связанных с безопасностью полетов.

Внедрение ИС «Аэропорт» позволяет сократить время сбора и обработки информации о готовности служб, о незадействованном персонале и о состоянии ВПП; облегчает и автоматизирует процесс корректировки данных о рейсах, так как номера бортов воздушных судов, время в полете по отрезкам в пути и иные неизменные данные хранятся в справочниках информационной системы и не требуют ввода вручную.

В итоге, выигрывают все: и пассажир, который вовремя улетит, и авиакомпания, воздушные суда которой будут качественно обслужены, а соответственно, будут соблюдены все требования по обеспечению безопасности, и аэропорт, который полностью выполнит все свои функции с наименьшими производственными издержками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология ИС «Аэропорт» (Уфа) – МАУ 2010.
2. Технология работы ДСП – МАУ 2010.
3. Руководство ИС «Аэропорт» (ДСП) – СПб 2004.
4. www.aviabit.ru
5. www.rms-peo.com
6. www.ifsworld.com

ОБ АВТОРАХ



Магдиева Марьям Илгизовна, студентка гр. МС-512, обучающаяся по специальности 230301 «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах», УГАТУ. Исследования в области автоматизации наземного обслуживания воздушных судов



Каримов Ринат Равильевич, доцент каф. информатики, дипл. инж. по автоматизированным системам обработки информации (УГАТУ, 1996). Канд техн. наук (УГАТУ, 2000) Исследования в области интеллектуальных информационных систем.

УДК 534

РАСПРОСТРАНЕНИЕ УДАРНЫХ ВОЛН В НЕЛИНЕЙНЫХ СРЕДАХ

Ахатова А.Ф., Чембарисова Р.Г.

Одним из наиболее ярких проявлений нелинейного поведения твердого тела при интенсивных импульсных воздействиях (в частности, при лазерном и электронно-лучевом воздействиях, при ударно-волновом нагружении, при высокоскоростной деформации) являются возникновение и распространение нелинейных волн деформации различной природы.

Распространение такого рода волн несет информацию об искажениях их формы и скорости, потерях энергии, дефектной структуре и т.д., что необходимо для диагностики различных параметров и структуры твердых тел[1]. Также, надо отметить, что ударно-волновые эксперименты дают возможность установления фундаментальных физических механизмов высокоскоростной пластической деформации, которая развивается в строго

контролируемых условиях нагружения [2].

Исследованию этого явления посвящены многочисленные теоретические и экспериментальные работы [1-4].

Некоторые из этих работ посвящены изучению воздействия ударной волны на кристалл и изменению ее внутренней структуры и механических свойств. Так в проекте [5] после нагружения ударной волной интенсивностью 30 ГПа обнаружено большое количество гетерогенных полос сдвига двойниковой структуры в крупнокристаллической меди марки М1 (Рис.1). Эти полосы представляют собой «пакеты» расположенных параллельно друг другу микродвойников толщиной $\sim 0.1 \div 0.2$ мкм, длиной до 50 мкм (в зависимости от размеров зерна).

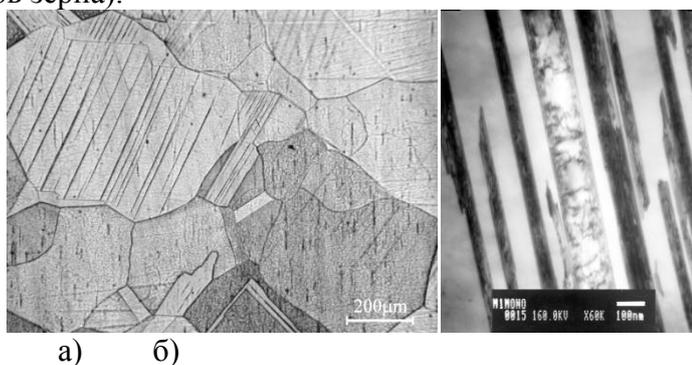


Рис. 1. Гетерогенная деформация в поликристаллической (а) меди и «пакет» двойников в меди при давлении ударной волны $\sigma_X=30$ ГПа (б)

В монокристаллах меди, нагруженных перпендикулярно кристаллографической плоскости (001) микродвойниковые «пакеты» формируются при давлении в ударной волне $\sigma_X > 20$ ГПа, поликристаллической меди с $d=100 \div 300$ мкм при $\sigma_X > 27$ ГПа, при размере зерна $d=10 \div 30$ мкм при $\sigma_X > 40$ ГПа. В ультрадисперсной меди $d=0.5$ мкм полосы сдвига не обнаружены при давлениях в ударной волне $20 \div 50$ ГПа.

Ударно-волновое нагружение до ~ 30 ГПа приводит к увеличению плотности дислокаций в отожженной меди с 108 до 10^{11} см⁻², что приближается к плотности дислокаций в субмикронной меди (Рис.2). С увеличением давления происходит аннигиляция дислокаций до исходного состояния ($\sim 10^8$ см⁻²).

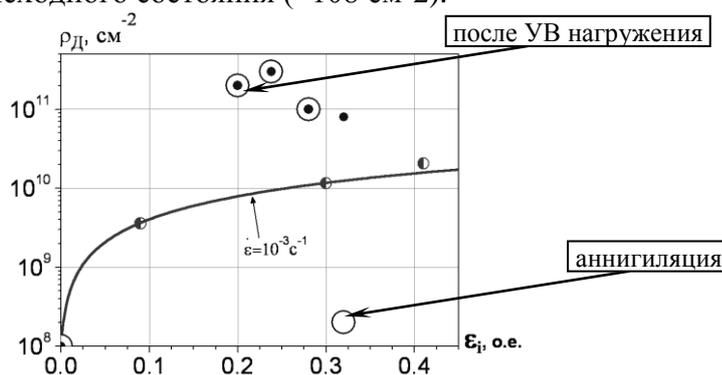


Рис. 2. Зависимость плотности дислокаций от деформации при статическом ($\dot{\epsilon}_i = 10^{-3}$ с⁻¹) и ударно-волновом деформировании.

Изменения внутренней структуры после воздействия ударной волны приводит к значительному изменению механических свойств крупнокристаллической меди. Обнаружено, что нагружение ударной волной интенсивностью $30 \div 50$ ГПа приводит к увеличению условного предела текучести в ~ 6 раз (до ~ 380 МПа) при статическом деформировании (Рис.3). Полученные характеристики сдвиговой прочности близки к аналогичным характеристикам наиболее прочной на сегодняшний день УМЗ меди.

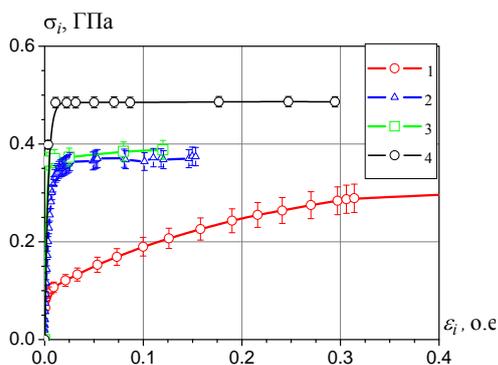


Рис. 3. σ - ε диаграммы меди: 1 – исходное состояние (размер зерна 110 мкм); 2, 3 – крупнокристаллическая медь после предварительного высокоскоростного нагружения давлением 30 ГПа, 4 – мелкозернистая медь.

В экспериментах [6-8] были получены схожие с предыдущей работой результаты.

Ударная волна распространяется не в идеальном монокристаллическом металле, а в среде, где имеются границы зерен, границы двойников, дисперсные выделения и другие особенности микроструктуры. Все особенности структуры материала в большей или меньшей степени влияют на распространение ударной волны и на создание дефектов кристаллического строения. Так, анизотропия упругих и пластических свойств отдельных зерен поликристалла приводит к представлению о «неровной волне». С помощью этой модели в работах [9,10] отражены нерегулярности формы фронта и распределения давлений в упругой волне-предвестнице и в ударной волне, когда они распространяются через металл. Фронт становится неровным из-за неодинаковых скоростей волны в различных кристаллических направлениях. Ширина фронта ударной волны проходящей через поликристаллический никель равен ~10 мкм, глубина проникновения ~100 мкм, давление во фронте ~250...350 кбар [11]. Модель неровной волны хорошо объясняет поведение упругой волны-предшественницы, однако на ударную волну поликристаллическость не оказывает значительного влияния.

С прохождением ударной волны также связаны различные тепловые эффекты. Они могут обусловить возврат, рекристаллизацию, появление полос сдвига, локальное оплавление, перераспределение дислокационной структуры, старение после прохождения ударной волны [12].

Для моделирования данных процессов используем теорию нелинейных волн.

Основным инструментом теории являются так называемые эталонные уравнения, каждое из которых описывает какую-либо характерную физическую ситуацию и потому возникает во многих конкретных задачах.

Обычно такие уравнения получают при помощи стандартных приближенных методов, опирающихся на упрощающие предположения. В нашем случае воспользуемся эвристическим подходом [13, 14], использующим не строгие математические модели, а самые общие соображения о характере дисперсии, диссипации и нелинейности.

Отметим основные из эталонных уравнений.

Уравнение Хопфа описывает плоскую бегущую волну в нелинейной среде без дисперсии и без диссипации. Из-за зависимости скорости волны от амплитуды, малые возмущения на разных точках профиля распространяются с разными скоростями, что и приводит к изменению формы волны.

$$u_t + uu_x = 0; \quad (1)$$

где $u(x, t)$ - уравнение, характеризующее волновое движение.

Распространение линейных волн в диссипативной недиспергирующей среде описывается при помощи уравнения Бюргера: [15]

$$u_t + uu_x = 0; \quad (2)$$

Заменой Коула – Хопфа [16,17] мы можем свести это уравнение к уравнению теплопроводности.

$$u_t = \nu u_{xx}; \quad (3)$$

Эволюцию волн в нелинейной среде с дисперсией области высоких частот описывается с помощью уравнения Кортевега-де Вриза. [18]

$$u_t + uu_x + \beta u_{xxx} = 0; \quad (4)$$

Объединив уравнения (2) и (4), получим эталонное уравнение для сред с диссипацией и дисперсией в области высоких частот

$$u_t + uu_x + \beta u_{xxx} = \nu u_{xx}; \quad (4)$$

называемое уравнением Кортевега-де Вриза-Бюргерса (КдВБ).

Уравнение (5) с граничными условиями имеет решения в виде стационарных ударных волн. В наиболее интересном случае, когда дисперсионные и диссипативные эффекты одного порядка, эти волны имеют осциллирующий передний фронт, напоминающий последовательность солитонов.

На динамику волн в нанокристаллической и УМЗ структуры заметное влияние может оказывать дисперсия, обусловленная конечностью периода кристаллической решетки [19] или толщины образца [20], а также дисперсия, связанная с неравновесными дефектами. Таким образом, дальнейшее моделирование будет опираться на обобщенное уравнение Кортевега-де-Вриза-Бюргерса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Источник** описание
2. **Мирзоев Ф.** // ЖТФ. 2007. Т. 72. Вып. 10. С. 53-57.
3. **Каннель Г.И., Разоренов С. В., Уткин А.В., Фортгов В.Е.** Ударно-волновые явления в конденсированных средах М.: «Янус - К» 1996 г., 408 с.
4. **Самсонов А. М. Дрейден Г.В., Порубов А.В., Семенова И.В.** // Письма в ЖТФ. 1996. Т. 22. Вып. 21. С. 61-68.
5. **Капман В.И.** Нелинейные волны в диспергирующих средах. М.: Наука, 1973. 176 с.
6. **Проект №08-02-00087а**, под руководством Раевского Виктора Алексеевича, БелГУ.
7. **Y.C. Dong, I.V. Alexandrov, J.T. Wang**, Materials Science Forum Vols. 667-669 (2011) pp 891-896
8. **Гаркушин Г.В., Разоренов С.В., Игнатова О.Н.** Влияние внутренней структуры меди М1 на упруго-пластические и прочностные свойства при ударно-волновом нагружении. // Сборник статей международной конференции «Забабахинские научные чтения 2007». Снежинск. 2007. С.5-15. <http://www.vniitf.ru/rig/konfer/9zst/s5/s-5.htm>.
9. **Meyers M.A.**, Proc. Fifth Intl. Conf. On High Energy Rate Fabrication, U. Of Denver, Colorado, 1975, p. 141,

10. **Meyers M.A.**, *Matle. Sci. and Eng.*, 30,99(1977), **Maiers M.A., Murr L.E.** Department of Metallurgical and Materials Engineering New Mexico, Institute of Mining and Technology Socorro. New Mexico 87801, USA

11. **Л.Е. Мурр.** Ударные волны и явления высокоскоростной деформации металлов, М.: Металлургия. 1964. – 512 с.

12. **Рыскин Н.М., Грубецков Д.И.** Нелинейные волны. М.: Наука, 2000. 272 с.,

13. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны М.: Мир. 1977. 624 с.]

14. Корпел А., Банерджи П.П. Эвристический подход к нелинейным волновым уравнениям// ТИИЭР. 1984. Т. 72, № 9. С. 6-30

15. Burgers J.M. A mathematical model illustrating the theory of turbulence // *Adv. Appl. Mech.* 1948. Vol. 1.

16. Cole J. D. On a quasilinear parabolic equation occurring in aerodynamics, *Q. Appl. Math.*, 9 (1951), 225-236.

17. Hopf E. The partial differential equation , *Comm. Pure Appl. Math.*, 3 (1950), 201-230.

18. Korteweg D.J., de Vries G. On the change of form of long waves advancing in a rectangular channel, and on a new type of long stationary waves// *Phil. Mag.* 1895. Vol. 39. P. 422-443

19. Косевич А.М. основы механики кристаллической решетки. М.: Наука. 1972. 280 с.

20. Мирзоев Ф., Шелепин Л.А. // *ЖТФ.* 2001. Т. 71. Вып. 8. с. 23-26

ОБ АВТОРАХ



Ахатова Альфия Фагимовна, студентка кафедры материаловедения и физики металлов, АТС, УГАТУ



Чембарисова Роза Галиевна, доцент кафедры физики, кандидат техн. наук

УДК 519.6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОДА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МАТРИЦЫ ДОСТИЖИМОСТИ

Инсафутдинова Э.А.

Множество разнообразных задач решаются в разделе дискретной математики, изучающем графы. Теория графов находит применение во многих областях науки, таких как экономика, информатика, химия, схемотехника, геоинформационные системы и др. Графы используются для описания алгоритмов автоматического проектирования, в

диаграммах машины конечных состояний, при решении задач маршрутизации потоков и т.д. В задачах, возникающих в реальной жизни, графы могут достигать очень больших размеров, поэтому их анализ невозможен без применения ЭВМ. В связи с этим, эффективные алгоритмы решения задач теории графов имеют большое практическое значение. [1]

Целью данной работы является описание способа построения матрицы достижимости и проектирование программы, применяющей этот способ на практике. Задач, в которых используется понятие *достижимости*, довольно много. Вот одна из них. Граф может быть моделью какой-то организации, в которой люди представлены вершинами, а дуги интерпретируют каналы связи. При рассмотрении такой модели можно поставить вопрос, может ли информация от одного лица x_i быть передана другому лицу x_j , т. е. существует ли путь, идущий от вершины x_i к вершине x_j . Если такой путь существует, то говорят, что вершина x_j достижима из вершины x_i . Можно интересоваться достижимостью вершины x_j из вершины x_i только на таких путях, длины которых не превосходят заданной величины или длина которых меньше наибольшего числа вершин в графе и т. п. задачи. [3]

Основные понятия теории графов

Основные определения:

Графом $\Gamma=(V,X)$ называется пара множеств: V – множество, элементы которого называются *вершинами*, X – множество неупорядоченных пар вершин, называемых *ребрами*. Если $v, w \in V, x=(v,w) \in X$, то говорят, что ребро x соединяет вершины v и w или x *инцидентно* v и w . Таким образом, $\{v,w\}$ – обозначение ребра. Если X представляет собой упорядоченные пары (т. е. X – подмножество декартова произведения $V \times V$), то граф называется *ориентированным*, а пары $\{v,w\}$ называют дугами. Если множеству X принадлежат пары $v=w$, то такие ребра (v,v) называют петлями. Существование одинаковых пар $\{v,w\}$ соответствует наличию параллельных или кратных ребер (дуг), а кратностью ребер называют количество таких одинаковых пар.

Псевдограф – граф, в котором есть петли и/или кратные ребра.

Мультиграф – псевдограф без петель.

Итак, используемые далее *обозначения*:

V – множество вершин;

X – множество ребер или дуг;

v (или v_i) – вершина или номер вершины;

G, G_0 – неориентированный граф;

D, D_0 – ориентированный;

$\{v,w\}$ – ребра неориентированного графа;

$\{v,v\}$ – обозначение петли;

(v,w) – дуги в ориентированном графе;

v,w – вершины, x,y,z – дуги и ребра;

$n(G), n(D)$ количество вершин графа;

$m(G)$ – количество ребер, $m(D)$ – количество дуг. [2]

Понятия смежности, инцидентности, степени.

Если $x=\{v,w\}$ – ребро, то v и w – *концы ребра* x .

Если $x=(v,w)$ – дуга ориентированного графа, то v – *начало*, w – *конец дуги*.

Вершина v и ребро x неориентированного графа (дуга x ориентированного графа) называются *инцидентными*, если v является концом ребра x (началом или концом дуги x).

Вершины v, w называются *смежными*, если $\{v,w\} \in X$.

Степенью вершины v графа G называется число $\delta(v)$ ребер графа G , инцидентных вершине v . Вершина графа, имеющая степень 0 называется *изолированной*, а степень 1 – *висячей*.

Матрицы смежности.

Пусть $D=(V,X)$ ориентированный граф, $V=\{v_1, \dots, v_n\}$, $X=\{x_1, \dots, x_m\}$.

Матрица смежности ориентированного графа D – квадратная матрица $A(D)=[a_{ij}]$ порядка n , где

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & (v_i, v_j) \in X \\ 0, & (v_i, v_j) \notin X \end{cases}$$

Матрицей смежности неориентированного графа $G=(V,X)$ называется квадратная симметричная матрица $A(G)=[a_{ij}]$ порядка n , где

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & (v_i, v_j) \in X \\ 0, & (v_i, v_j) \notin X \end{cases} \cdot [2]$$

Связность. Компоненты связности.

Подграфом графа G (ориентированного графа D) называется граф, все вершины и ребра которого содержатся среди вершин и ребер графа G (D).

Подграф называется *собственным*, если он отличен от самого графа.

Говорят, что вершина w ориентированного графа D (графа G) *достижима из вершины v* , если либо $w=v$, либо существует путь (маршрут) из v в w .

Граф (ориентированный граф) называется *связным (сильно связным)*, если для любых двух его вершин v, w существует маршрут (путь), соединяющий v и w .

Компонентой связности графа G (сильной связности ориентированного графа D) называется его связный (сильно связный) подграф, не являющийся собственным подграфом никакого другого связного (сильно связного) подграфа графа G (ориентированного графа D). [2]

Матрицы достижимости и связности.

Пусть $A(D)$ – матрица смежности ориентированного псевдографа $D=(V,X)$ (или псевдографа $G=(V,X)$), где $V=\{v_1, \dots, v_n\}$. Обозначим через $A^k=[a^{(k)}_{ij}]$ k -ю степень матрицы смежности $A(D)$.

Элемент $a^{(k)}_{ij}$ матрицы A^k ориентированного псевдографа $D=(V,X)$ (псевдографа $G=(V,X)$) равен числу всех путей (маршрутов) длины k из v_i в v_j .

Матрица достижимости ориентированного графа D – квадратная матрица $T(D)=[t_{ij}]$ порядка n , элементы которой равны

$$t_{ij} = \begin{cases} 1, & v_j \text{ достижима из } v_i, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Утверждение 3. Пусть $D=(V,X)$ – ориентированный граф, $V=\{v_1, \dots, v_n\}$, $A(D)$ – его матрица смежности. Тогда

1) $T(D)=\text{sign}[E+A+A^2+A^3+\dots A^{n-1}]$,

2) $S(D)=T(D) \& T^T(D)$ (T^T -транспонированная матрица, $\&$ - поэлементное умножение).

Пусть $G=(V,X)$ – граф, $V=\{v_1, \dots, v_n\}$, $A(G)$ – его матрица смежности. Тогда

$S(G)=\text{sign}[E+A+A^2+A^3+\dots A^{n-1}]$ (E - единичная матрица порядка n). [2]

Пример построения матрицы достижимости

Выделим компоненты связности ориентированного графа, изображенного на рис. 1. В данной задаче количество вершин $n=5$.

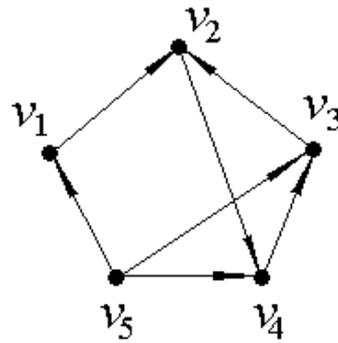


Рис. 1.

Значит, для данного ориентированного графа матрица смежности будет иметь размерность 5×5 и будет выглядеть следующим образом

$$A(D) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Найдем матрицу достижимости для данного ориентированного графа по формуле 1) из утверждения 3:

$$\text{sign} \llbracket A^2(D) \rrbracket = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad \text{sign} \llbracket A^3(D) \rrbracket = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \text{sign} \llbracket A^4(D) \rrbracket = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Следовательно,

$$T(D) = \text{sign} \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} + \right. \\ \left. + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \right\} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Таким образом и получаем матрицу достижимости. [2]

Разработка кода программы на языке C++

Рассмотрим функции, написанные для разгрузки текста основной программы.

1. Функция **“input”**, осуществляющая ввод матрицы с клавиатуры.

```
void input (int x[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    { for (j=0; j<k; j++) cin>>x[i][j]; }
```

2. Функция **“output”**, осуществляющая вывод матрицы на экран.

```
void output (int x[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    { for (j=0; j<k; j++) cout<<x[i][j]<<" ";
      cout<<endl; }
```

3. Функция **“diag”**, создающая диагональную матрицу.

```
void diag (int x[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    for (j=0; j<k; j++)
      if (i==j) x[i][j]=1;
      else x[i][j]=0; }
```

4. Функция **“null”**, создающая нулевую матрицу.

```
void null (int x[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    for (j=0; j<k; j++) x[i][j]=0; }
```

5. Функция **“copy”**, выполняющая копирование матрицы.

```
void copy (int x[][M], int y[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    for (j=0; j<k; j++) y[i][j]=x[i][j]; }
```

6. Функция **“summa”**, выполняющая сложение двух матриц.

```
void summa (int x[][M], int y[][M], int z[][M], int k)
{ int i, j;
  for (i=0; i<k; i++)
    for (j=0; j<k; j++) z[i][j]=x[i][j]+y[i][j]; }
```

7. Функция **“proizved”**, выполняющая перемножение двух матриц.

```
void proizved (int x[][M], int y[][M], int z[][M], int m)
{ int i, j, k;
  int S;
  for (i=0; i<m; i++)
    { for (j=0; j<m; j++)
      { S=0;
        for (k=0; k<m; k++) S=S+x[i][k]*y[k][j];
        z[i][j]=S; }
      cout<<endl; } }
```

Основная программа.

```
# include <iostream>
#include <math.h>
#include <conio.h>
const int M=100;

int main (void)
{ int i, j, n; int A[M][M], B[M][M], C[M][M], D[M][M], T[M][M], E[M][M];
  cout<<"Введите кол-во вершин: "; cin>>n; cout<<endl;
  cout<<"Введите матрицу смежности: "<<endl; input(A, n);
  copy(A, B, n); diag (E, n);
  for (i=0; i<n-1; i++)
    { proizved (B, A, C, n);
      copy(C, B, n);
      if (i==0) summa (A, B, D, n);
        else { summa (B, D, T, n);
              copy(T, D, n); } }
  summa(T, E, T, n);
  for (i=0; i<n; i++)
    for (j=0; j<n; j++) if (T[i][j]>1) T[i][j]=1;
  cout<<"Matrica dostijimosti:"<<endl;
  output(T, n); getch(); }
```

Используем разработанную программу для решения примера, приведенного выше.

Ввод данных:

Результат:

```
Uvedite kol-vo vershin: 5
Uvedite matricy smejnosti:
0 1 0 0 0
0 0 0 1 0
0 1 0 0 0
0 0 1 0 0
1 0 1 1 0
```

```
Matrica dostijimosti:
1 1 1 1 0
0 1 1 1 0
0 1 1 1 0
0 1 1 1 0
1 1 1 1 1
```

Результат работы программы совпал с результатом вычислений, выполненных вручную. Дальнейшие проверки доказали, что программа правильно решает поставленную задачу. Она может использоваться в любых областях, где необходимо вычислять матрицы достижимости. Программа позволяет считать матрицы для графов с большим количеством вершин, что экономит время и силы пользователя. Всё это позволило сделать вывод о необходимости и универсальности созданной программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комбинаторные алгоритмы для программистов. Н.И. Костюкова.
2. «Теория графов». Методические указания по подготовке к контрольным работам по дисциплине «Дискретная математика». Составители: Н.И. Житникова, Г.И. Фёдорова, А.К. Галимов. Уфа, 2005 – 37с.
3. Введение в теорию графов. В.С. Князьков, Т.В. Волченская.

ОБ АВТОРЕ

Инсафутдинова Эльмира Аксановна, студ. группы АСОИ-437, каф. “Автоматизированных систем управления”, ФИРТ.

УДК 004.89.004.4.22

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СТРУКТУРАМИ
НА ОСНОВЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕВЫХ СЕРВИСОВ (НА ПРИМЕРЕ
ПОРТАЛА КАФЕДРЫ ВМИК УГАТУ)**

Попов Д.В., Галямов А.Ф., Хакимов Р.Р., Сатаева К.Р., Казбан О.А.

Актуальность и постановка задачи

Согласно различным исследованиям, влияние роли социальных сетей на большинство сфер человеческой деятельности возрастает: более 90% молодых людей в возрасте до 35 лет зарегистрированы в социальных сетях; более половины работодателей ищут работников в социальных сетях LinkedIn, Professional.ru, V Kontakte.ru и других. Область выполнения ИТ-проектов является, пожалуй, наиболее подверженной влиянию социальных сетей, что подтверждается исследованиями Amazon.com, согласно которым, около трети исполнителей ИТ-проектов никогда не видели друг друга. Эффективность функционирования организационной структуры для успешности ИТ-проекта зачастую является определяющей, т.к. в конечном итоге задачи решают люди, и от того, насколько правильно сформирован состав исполнителей и выстроены связи между ними, зависит успешность или провал всего проекта в целом.

Под проектной организационной структурой (ПОС) [1] в данной статье понимается временная структура, создаваемая для инициации и выполнения ИТ-проекта ограниченной сроками, отведёнными на этот самый проект. Цель синтеза проектной структуры — назначить на задачи проекта исполнителей с уровнем, в наибольшей степени соответствующим требованиям, для его реализации в границах заданных ограничений (сроки, объём работ и бюджет).

В дополнение можно отметить, что виртуализации процесса синтеза организационной структуры способствует увеличение пропускной способности каналов связи и доступности даже в удалённых регионах за счёт использования спутникового Интернета, а также увеличение количества необходимых сервисов (groupware), построенных на облачных вычислениях, в том числе сетевых социальных сервисов. В связи с этим представляется актуальной реализация многофункционального Интернет-портала, который включает в себя ряд социальных сервисов поддержки функционирования организационных структур в процессе выполнения ИТ-проектов. Подобный портал будет позволять регистрироваться специалистам (фрилансерам) и организациям, работающим в сфере ИТ, формировать свои профили посредством указания компетенций, которыми они владеют, создавать ИТ-проекты и находить исполнителей для задач этого проекта. Вопросы развития сообщества фрилансеров рассмотрены в [2].

Апробация идеи данного Интернет-портала проходит на базе портала кафедры ВМиК vmk.ugatu.ac.ru. Под социальным сервисом понимается виртуальная площадка, связывающая людей в сетевые сообщества с помощью программного обеспечения,

компьютеров, объединенных в сеть (Интернет) и сети документов (Всемирной паутины).

Ограничимся в данной статье рассмотрением вопросов, связанных с тремя задачами, решение которых является основой соответствующих социальных сервисов многофункционального Интернет-портала.

Первая задача связана с первым этапом выполнения ИТ-проекта - инициацией, и направлена на помощь в выборе идеи проекта. Основным методом, на который принято опираться при выборе идеи, является проведение мозгового штурма с последующим отбором предложенных вариантов, например, при помощи Дельфийского метода. Практика показывает, что одним из способов стимулирования процесса генерации идей является ознакомление с тенденциями в области, в рамках которой будет выполняться ИТ-проект.

Вторая задача представляет собой формирование проектной команды. Её можно отнести к классу задач о назначениях. Для решения этой задачи существует ряд известных алгоритмов, обладающих своей спецификой и, как следствие, набором достоинств и недостатков, которые обуславливают их применение в каждом конкретном случае. Следовательно, необходимо провести сравнительный анализ нескольких алгоритмов по ряду критериев, который позволит выявить области их применения.

Третья задача появляется вследствие того, что Интернет-портал, поддерживающий выполнение программы (совокупности) ИТ-проектов, базируется на концепции Web 2.0. Один из основополагающих положений этой концепции является принцип самоорганизации как один из фундаментальных принципов сетевого взаимодействия, в котором нет постоянного управляющего центра. В процессе выполнения ИТ-проекта необходимо производить отбор соискателей для выполнения задач. Возникает проблема оценки степени соответствия соискателей решаемым задачам, которая решается различными способами, например, приглашением экспертов-кадровиков. В статье будет рассмотрен альтернативный вариант оценки степени соответствия, используя вышеописанный принцип самоорганизации.

Выбор идеи для инициации ИТ-проекта

Иницируя проект (научный, учебный, коммерческий), бывает трудно определиться с направлением. Причиной тому — большое разнообразие тем и направлений, которые набирают все большую популярность: нейроинформатика, криптоанализ, социальные сети, робототехника и многое другое. Как определить то, что будет действительно востребовано обществом, ведь результат любого ИТ-проекта, в конечном итоге, должен быть направлен прежде всего на решение актуальных задач, улучшение жизни людей, на совершенствование технологий.

Помочь в выборе темы, направления, подкинуть идею поможет обзор и анализ блогосферы какого-нибудь интернет-сообщества. В этом и будет заключаться основная задача сервиса. Рассмотрим идею сервиса на примере сайта habrahabr.ru. Прежде всего, посмотрим что представляет из себя сам сайт. "Аудитория проекта — прогрессивно мыслящие люди, интересующиеся будущим ИТ-рынка в целом и интернет-экономики в частности" [3]. Здесь люди обмениваются идеями, мыслями, читают и ведут блоги. Именно здесь зарождается что-то новое. В качестве инструментов анализа можно использовать аналитические методы Интеллектуального анализа данных — Data Mining. Основу этого метода составляют всевозможные методы классификации, моделирования и прогнозирования. Рассмотрим подробнее, что представляет из себя Data Mining. Первоначально, задача обнаружения знаний ставится следующим образом:

- имеется достаточно крупная база данных;
- предполагается, что в базе данных находятся некие «скрытые знания».

Необходимо разработать методы обнаружения знаний, скрытых в больших объёмах исходных «сырых» данных. Термин «скрытые знания» подразумевает, что это ранее неизвестные, нетривиальные и практически полезные знания. Кроме того они должны

быть доступны для интерпретации. Благодаря методам Data Mining'a можно проследить развитие популярных направлений в ИТ и сделать некоторый прогноз относительно того какие из них будут востребованы в будущем.

В качестве простого примера интеллектуального анализа "сырых данных" можно рассмотреть следующую задачу. Дана информация о блогах: описание блога, количество читателей, количество постов. Необходимо провести анализ наиболее популярных тем, обсуждаемых в сообществе и спрогнозировать их дальнейшее развитие.

Для подобного анализа необходимо решить *задачу кластеризации*. "Кластер — группа элементов, характеризуемых общим свойством, главная цель кластерного анализа — нахождение групп схожих объектов в выборке" [4]. Кластерами здесь выступают темы: блоги на основе тегов и своего описания группируются по темам. Для кластеризации можно использовать алгоритм K-means [5], который заключается в том, чтобы минимизировать среднеквадратичное отклонение на точках каждого кластера. Далее с помощью методов *регрессионного анализа* можно выявить некоторые зависимости между развитием отдельных тем в сообществе. Зависимость можно найти не только внутри сообщества, но также обратить внимание на события, которые происходят во всем мире и в мире ИТ в частности. На основе полученных зависимостей можно, используя *прогнозирующую аналитику*, составить предсказания о будущем развитии направлений в мире ИТ. Прогнозные модели фиксируют связи среди многих факторов, чтобы сделать возможной оценку потенциала того или иного направления. Полученные результаты могут быть наглядно представлены в виде 3D модели, в которой можно будет проследить развитие того или иного направления во времени, а также увидеть зависимости между ними. Результаты анализа могут значительно облегчить выбор направления для исследования в сфере информационных технологий.

Сервис может быть использован также для анализа популярности какой-то определенной темы, которая интересует пользователя. В этом случае задача заключается в том, чтобы определить является выбранная тема или идея обсуждаема и популярна в интернет-сообществе. Алгоритм выглядит следующим образом:

1. Определение ключевых слов, т.е. тегов которыми задается интересующая пользователя тема. В данной задаче ключевые слова являются входными данными, их вводит сам пользователь.
2. Определение количества вхождений искомым тегов в каждой статье.

Два способа определения схожести слов.

- 1) расстояние Левенштейна: определяется как минимальное количество операций вставки одного символа, удаления одного символа и замены одного символа на другой, необходимых для превращения одной строки в другую.
- 2) пороговая функция: определяет количество символов, которые различны у двух слов и с помощью порогового значения определяет похожесть двух слов.
3. Подсчет количества статей, в которых встречается тег.
4. Нахождение релевантности тега по формуле TF-IDF.

TF-IDF — статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов или корпуса. Вес некоторого слова пропорционален количеству употребления этого слова в документе, и обратно пропорционален частоте употребления слова в других документах коллекции.

TF (*term frequency* — частота слова) — отношение числа вхождения некоторого слова к общему количеству слов документа. Таким образом, оценивается важность слова t_i в пределах отдельного документа.

$$TF = \frac{n_i}{\sum_k n_k}$$

IDF (*inverse document frequency* — обратная частота документа) — инверсия частоты, с которой некоторое слово встречается в документах коллекции. Учёт IDF уменьшает вес широкоупотребительных слов.

$$IDF = \log \frac{|D|}{|(d_i \supset t_i)|}$$

$|D|$ — количество документов в корпусе;

$|(d_i \supset t_i)|$ — количество документов, в которых встречается t_i (когда $n_i \neq 0$)

Мера TF-IDF является произведением двух сомножителей: TF и IDF.

Большой вес в TF-IDF получают слова с высокой частотой в пределах конкретного документа и с низкой частотой употребления в других документах. Для данной задачи это будет очень кстати так как в результате анализа можно будет получить не только ответ на вопрос популярна ли выбранная тема, но и узнать блоги, статьи где эта тема обсуждается. На рис. 1. изображен график, показывающий изменение значения релевантности тем во времени. Каждую тему (отдельную кривую) составляют теги, которыми она описывается (см. рис.2).

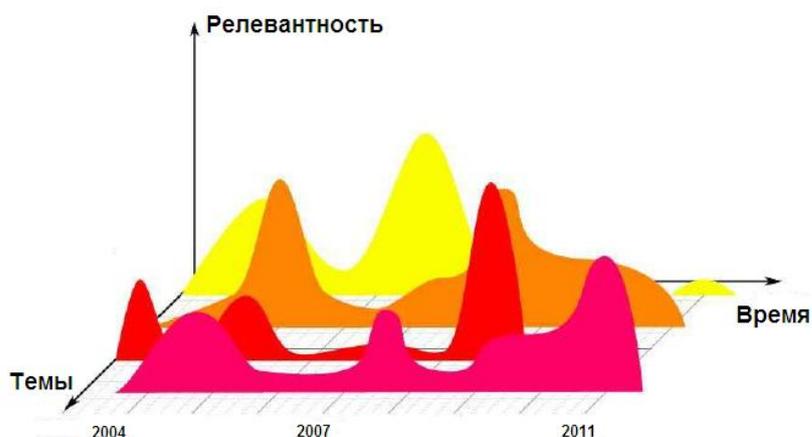


Рис.1. График изменения релевантности обсуждаемых в интернет-сообществе тем во времени

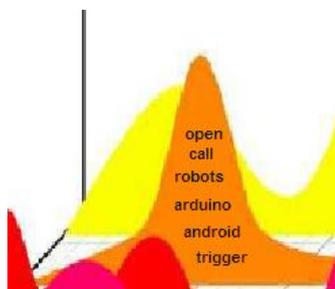


Рис.2. Теги, составляющие тему одного из блогов habrhabr.ru Arduino

Формирование проектной организационной структуры

Сутью формирования ПОС является назначение участникам проекта подходящих задач. Представим, что каждый участник имеет несколько компетенций, составляющих его профессионализм, например, знает несколько языков программирования. Нам также известно, насколько хорошо он ими владеет, т. е. уровни владения компетенциями заданы. Необходимо оптимальным образом распределить работу среди участников проекта, учитывая их профессионализм, максимизируя степень соответствия назначаемых исполнителей выполняемым операциям (работам, задачам) проекта. Данная задача является разновидностью транспортной задачи линейного программирования — задачей о назначении — и, как правило, её постановка может быть формализована с помощью теории графов. Наиболее распространённым алгоритмом, решающим эту задачу, является Венгерский [6]. Но есть также и другие решения, например способ, предложенный Бурковым В.Н. и Новиковым Д.А. [7, с. 22-23]. Рассмотрим эти алгоритмы, а затем сравним их скорость выполнения.

С использованием теории графов постановка задачи выглядит следующим образом: существует двудольный граф, вершины одной доли - участники, другой - работы. Соответственно, вес рёбер - эффективность решения определенной задачи участником. Основная идея обоих алгоритмов - сначала назначить максимально подходящую работу каждому участнику (пока это возможно), а затем переназначать работы, пока мы не найдём оптимальное решение.

Целью венгерского алгоритма является нахождение максимального паросочетания, т.е. максимального количества пар участник-работа. Для этого построим дерево состоящее из цепей, ребра которых попеременно лежат или не лежат в паросочетании. (...- владение технологией – назначенная задача – владение технологией – назначенная задача — ...). Такое дерево называется «Альтернирующим». Затем искать цепи из «незадействованного разработчика» в «свободную задачу» и «переназначать» задачи вдоль них (такие цепи называются аугментальными).

Однако, нахождение максимального паросочетания ещё не означает, что мы назначили все работы оптимально, ведь мы не учитывали веса рёбер. Идея венгерского метода в том, чтобы искусственно занижать способности участников, в таких условиях могут освободиться задачи, тогда мы получим аугментальное дерево. «Поменяем» по цепочке паросочетания, после чего будет снова вернём значения способностей.

Итак, алгоритм коротко:

- Каждому участнику – max способности. Задачи – не изучены.
- Пока не всем разработчикам нашли задачи.
 - Пока удастся построить аугментальное дерево (находить свободные задачи) по оптимальным ребрам
 - «Переназначаем» задачи, увеличивая паросочетания
 - Не достигли свободной задачи. Венгерское дерево.
 - Понижаем способности разработчиков

В алгоритме, предложенном в [7, с. 22-23] используется ориентированный граф. Как и говорилось выше на первом шаге алгоритма участникам назначаются работы, максимально им соответствующие. Рёбра при этом направлены от человека к работе.

- Пока в текущем назначении есть дисбаланс (на одну работу назначено более одного человека, в то время как другую никто не выполняет).
 - Инвертируем направление назначенных рёбер.
 - Множество вершин-работ, на которых назначено несколько работников обозначим за вход сети. А множество вершин-работ, которые не выполняются за выход.
 - Найдём максимальный путь от входа к выходу.
 - Убираем то назначение, ребро которого принадлежит пути. Устанавливаем назначение, ребро которого не принадлежит.

Каждую итерацию алгоритм убирает один дисбаланс.

Теперь опишем результаты сравнения. Оба алгоритма были реализованы на C++. Графики времени их выполнения показаны ниже, см. рис. 3.

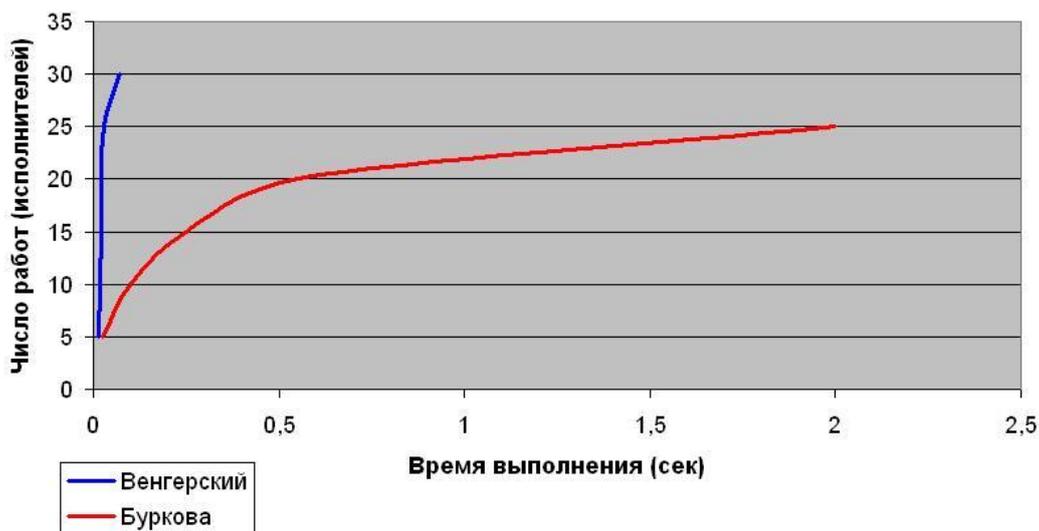


Рис. 3. Сравнительный анализ времени выполнения алгоритмов

Временная сложность венгерского алгоритма - $O(n^4)$, второй алгоритм выполняется намного медленнее, т.к. в нём уже используется алгоритм нахождения максимального пути, сложность которого $O(n*m)$, где m — максимальный поток в графе.

Оценка участниками сообщества друг друга

Пусть имеется Интернет-портал, к которому имеют доступ участники — они могут создавать объекты данных и оценивать объекты других участников. Под «объектом данных» понимается некий объект деятельности — например, статья, созданная участником, проект, решение некой задачи, фотографии и т. д., привязанный к какой-то компетенции. Задача состоит в том, чтобы построить такую модель оценок, на основе которой будет строиться репутация участника, которая бы характеризовала его уровень владения компетенциями. В дальнейшем репутация участника будет определять вес голоса в процессе оценки новой информации, а так же являться мотивацией других участников к активности.

Рассмотрим несколько методов оценки. В первом методе [8] участник может оценить созданный другим участником объект данных от 0 до 1 с шагом 0,1. То есть имеет возможность поставить оценку по одиннадцати бальной шкале: 0 (самая низкая оценка); 0,1; 0,2; ...; 0,9; 1 (самая высокая оценка). Репутация задается численно от 0 до 1 с шагом 0,001. То есть каждый участник может иметь репутацию вида: 0 (самая низкая репутация); 0,001; 0,002; 0,003; ...; 0,999; 1 (самая высокая репутация).

Репутация может возрастать и убывать для каждого участника в зависимости от его действий на проекте: создание участником объекта данных, оценивание участником созданного другим участником объекта данных. При создании или оценивании объекта участнику моментально засчитываются некоторая величина репутации, которая является неким авансом вознаграждения. После создания и голосования выставляются оценки данному объекту одним или несколькими участниками. После накопления необходимого количества оценок, начинается вычисление расчетной оценки. Критерий, по которому определяется, что накопилось необходимое количество оценок, следующий: сумма репутация проголосовавших участников больше или равна заданной величине. Расчетная оценка — это среднее арифметическое всех оценок, выставленных этому объекту данных теми участниками, чья репутация на момент голосования была более 0,5 или $C_i > 0$ по формуле: $C_i = 2P_i - 1$, где $P_i \in [0; 1]$. Если $C_i \leq 0$, то принимается, что $C_i = 0$. Эта формула — линейная. Также можно использовать и другие формулы для расчета величины C_i , например, функции вида $(A * p_i - 1)^k$ и p_i^k , где A — коэффициент, определяющий нижнюю границу репутации ($P_i = 1/A$), при которой компетенция начинает расти, а k — параметр нелинейности (вогнутости или выпуклости). Если $k=1$, то функция линейная. Если $k > 1$, то

получаем вогнутые кривые: в начале роста репутации компетенция растет медленно и растет быстрее по мере приближения репутации к 1. Если $k < 1$, то получаем выпуклые кривые. По мере приближения репутации к 1, рост компетенции замедляется.

В модификации репутационного механизма, предложенной Кюнэ К. [8], осуществляется коллективная выработка решений на основе групповой оценки. Этот метод позволяет изменять уровень владения компетенциями в зависимости от качества их оценок. Начальные уровни владения компетенциями участников полагаются равными между собой или определяются, например, с помощью тестирования.

Применение этого метода позволяет рассмотреть поведение системы участников в динамике, создание ими объектов различной природы (статья, проект, решение задачи, фотографии и т. д.), вычислить оценку правильности созданного объекта и корректировку меры компетентности (уровня владения компетенцией) в зависимости от корректности объекта или голосования.

В этом методе применяются такие параметры как: количество участников, мера компетенции, шаг изменения компетенции, мотивированность участника, коэффициент, характеризующий, во сколько раз сложнее создать объект, нежели проголосовать, порог, который устанавливает право на просмотр всех объектов, количество объектов, которые можно пропустить, не голосуя за них (превышение этого количества штрафует, так же как неправильный голос), поправочный коэффициент для голоса, пороговые значения, для решения «плохо-хорошо» для объекта.

Динамика метода состоит в том, что на каком-то такте времени участник создаёт объект, остальные голосуют либо воздерживаются. Подсчитывается, правильный либо ошибочный объект, по формулам:

$$\sum_{i \in F} c_i - \sum_{i \in A} c_i > r_{abs},$$

$$\frac{\sum_{i \in F} c_i}{\sum_{i \in F} c_i + \sum_{i \in A} c_i} > r_{rel}.$$

Далее корректируется уровень владения компетенцией для создателя объекта, в зависимости от правильности объекта на $+\Delta c$, если объект правильный ($-\Delta c$ в противном случае). Для тех, кто голосовал, на $+\Delta c/\alpha$, если они голосовали за правильный объект (или против ошибочного) и на $-\Delta c/\alpha$ в противоположном случае.

Рассмотрим ещё один метод [9], который является средневзвешенной системой с оценками. Пользователь имеет право поставить за объект данных оценку, при этом рассчитывается рейтинг, в общем случае это среднее значение от всех выставленных за объект оценок. Но есть более опытные участники, голос которых должен играть ведущую роль в рейтинге, а есть менее опытные, с более слабым голосом. Здесь помогает понятие веса голоса, причем вес дифференцирован по разделам, связанным с компетенциями.

Например, участник, работающий в жанре пейзажной фотографии, имеет максимальный вес голоса именно в этом разделе, но минимальный, скажем, в разделе «Портреты». Смысл веса голоса заключается в следующем: участник должен подтвердить свою компетентность в том или ином разделе, набрав за свои работы в нем как можно больший балл (по пятибалльной шкале). Здесь, как и в первом методе, вес голоса изменяется от 0 до 1. Формула для расчета рейтинга (веса голоса):

$$RW = \tanh(N/C) * ((MV * MW) / MW) / 5.0;$$

где N – это число оценок, поставленных автору к публикациям в данном разделе, C – нормирующая константа, зависящая от активности пользователей, чем больше пользователи ставят оценок, тем больше должна быть константа, MV и MW – значение и вес каждой конкретной оценки, принимающей участие в расчете веса голоса, \tanh – гиперболический тангенс.

Гиперболический тангенс отношения поставленных автору оценок к нормирующей константе учитывает активность самого автора и интерес к нему. При

значении отношения числа оценок к нормирующей константе больше 2, гиперболический тангенс от этого отношения приближается к единице и перестает влиять на средневзвешенное значение от всех оценок. Рейтинг конкретной публикации рассчитывает без учета количества оценок.

Формула расчета рейтинга конкретной публикации без учета количества оценок:

$$R = (MV * MW) / MW;$$

Если сравнивать эти три метода, то во втором методе при повышении уровня владения компетенциями участника, повышается и точность оценок. Уровень владения компетенцией же корректируется в зависимости от сложности создаваемого объекта, от оценки за правильный объект (или против ошибочного). К положительным особенностям данного метода можно отнести наличие ограниченности доступа, то есть порог видимости существующих объектов для участников, а так же наличие системы штрафов при превышении количества объектов, которые можно не оценивать. Стимулируется мотивация к активности участника проекта.

В третьем и первом методах ограниченность доступа отличается тем, что у оценивания есть некоторая нижняя грань компетентности, то есть оценки новых участников не будут учитываться при вычислении расчетной оценки. Так, например, в первом методе новый участник может поднять свой рейтинг, создавая новые объекты, и получая соответственно оценки. В третьем же методе, новый участник должен получить оценки от участников с наивысшей компетентностью. С другой стороны в методе средневзвешенной системы, при повышении своей активности в проекте, то есть при понижении скорости стремления гиперболического тангенса к единице, участнику для достижения максимальной компетенции потребуется больше усилий.

Итак, в заключение можно сказать, что из трех рассмотренных методов наиболее распространенным методом в узкоспециализированных проектах применяется метод средневзвешенной системой с оценками. Если говорить о сетевых порталах, таких как портал кафедры ВМиК, для которого и был произведен выбор системы оценки участниками друг друга, подходят и первый метод и второй. Но второй метод более подходит для социального портала, направленного на учебно-научную деятельность. Здесь есть мотивация участников, система контроля неоправданного голосования, система поощрения и система штрафов.

Как уже говорилось, актуальным способом поддержки функционирования проектной организационной структуры в процессе выполнения ИТ-проекта является использование социальных сетевых сервисов, взаимодействующих в рамках многофункционального Интернет-портала. Предлагаемый портал позволяет создать кадровый резерв участников, которые потенциально могут стать исполнителями ИТ-проектов, и ИТ-проектов, создаваемых участниками портала. В данной работе рассмотрены три социальных сервиса, решающих задачи помощи при выборе идеи ИТ-проекта на этапе инициации, назначения исполнителей на задачи ИТ-проекта, а также оценки исполнителями квалификации (степени владения компетенциями) друг друга.

Для решения первой задачи предложен алгоритм, который базируется на методах интеллектуального анализа данных (Data Mining) и использует статистическую меру TF-IDF. Создан прототип, исследующий наиболее популярные темы на авторитетном портале профессионалов в области ИТ habrahabr.ru. Рассмотренный сервис может быть полезен как на порталах ВУЗов, так и в качестве дополнения уже существующих систем управления проектами (comindwork.ru и др.). На основе получаемых результатов анализа участники портала смогут лучше определиться с направлением и идеей для своего будущего ИТ-проекта.

Для решения второй задачи в статье проведён сравнительный анализ венгерского алгоритма [6] и алгоритма, приведённого в работе [7], который позволил выявить, что по времени выполнения, например, для 25 исполнителей первый алгоритм оказался

примерно в 20 раз быстрее, что означает предпочтительность его использования. Данные алгоритмы изначально предполагают, что кандидаты уже отобраны и задача состоит в том, чтобы назначить всех их неким оптимальным образом (минимизируя суммарные затраты либо максимизируя эффективность) на все операции проекта. Поэтому для реализации социального сервиса формирования состава и структуры исполнителей ИТ-проекта необходимо ещё предварительно произвести отбор кандидатов.

Любой многофункциональный Интернет-портал, представляющий собой совокупность социальных сервисов, базируется на концепции Web 2.0, одним из положений которой является использование принципа самоорганизации. В данном исследовании этот принцип можно применить для оценки степени владения компетенциями исполнителей ИТ-проектов. Проведён сравнительный анализ нескольких методов коллективной оценки, который показал предпочтительность репутационного механизма [8] и его модификации, в первую очередь, из-за возможного повышения точности оценок. В модификации учитывается такой важный для социального программного обеспечения параметр, как мотивация.

На базе предложенных социальных сервисов, решающих различные задачи, описанные в данной статье, возможно построить портал, позволяющий осуществлять управление ИТ-проектами и соответствующими проектными организационными структурами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимирова И.Г. Организационные структуры управления компаниями [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/strategy/section_31/article_1237. – Дата доступа: 23.09.2011.
2. Галямов А.Ф. Развитие сообщества фрилансеров РБ для выполнения совместных проектов в области ИТ // Материалы VI межрегиональной научно-технической конференции «Информация. Инновации. Инвестиции». С.37-43.
3. О сайте «Хабрахабр» <http://habrahabr.ru/info/about/>
4. Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: классификация и снижение размерности. — М.: Финансы и статистика, 1989.
5. K-means and KD-trees resources. <http://www.cs.cmu.edu/~dpelleg/kmeans.html>
6. Вихарёв Д. “Задача о назначениях” <http://habrahabr.ru/blogs/algorithm/63982/>
7. Бурков В.Н., Новиков Д.А. “Элементы теории графов”. http://www.mtas.ru/start/t_garf.pdf
8. Кюнэ К., Садыков Т.Р., Юсупова Н.И., Попов Д.В. Имитационное моделирование информационного сообщества, основанного на понятии репутации // Материалы 7-ой Международной конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» (CSIT'2005). – Уфа-Ассы, Россия, 2005. Т.3. – С. 102-106. (на английском языке).
9. Шторкин С. Средневзвешенная система голосования. <http://www.shtorkin.ru/work/tech>

ОБ АВТОРАХ



Попов Денис Владимирович, доцент кафедры вычислительной математики и кибернетики УГАТУ. Диплом инженера-программиста (УГАТУ, 1995). Канд. техн. наук по системам автоматизации проектирования (УГАТУ, 2000). Исследования в области интеллектуальной поддержки принятия решений в социальных и экономических системах



Галямов Артур Фаритович, ассистент каф. ВМиК УГАТУ, диплом математика-программиста (УГАТУ, 2005). Исследования в области синтеза проектных организационных структур, управления организационными системами, ИТ-инфраструктурой, ИТ-проектами, применения веб-онтологий.



Хакимов Руслан Рустемович, студент каф. ВМиК УГАТУ, группы МО-522а.



Сатаева Ксения Ринатовна, студентка каф. ВМиК УГАТУ, группы МО-522а.



Казбан Ольга Александровна, студентка каф. ВМиК УГАТУ, группы МО-522.

УДК 621.3.027

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

Слепец И. А., Матвеев Е. Л., Пашали Д. Ю.

Шаговый электропривод широко применяется в современных автоматизированных системах с управлением от ЭВМ и микропроцессорных устройств. В настоящее время шаговые электроприводы используются в станках с программным управлением, в различной бортовой аппаратуре летательных аппаратов, в системах управления стержнями ядерных реакторов, в робототехнических системах и различного рода комплексах автоматизации технологических процессов [1]. Применение шаговых электроприводов обусловлено возможностью прецизионного позиционирования и точного управления скоростью, а также небольшой стоимостью, высокой надежностью, простой в управлении и отсутствием сложных дорогостоящих систем обратной связи.

При использовании шаговых электроприводов летательных аппаратов возникает ряд специфических проблем:

- обход резонансных частот, т.к. возникновение резонанса в электромеханической

системе является одной из причин нарушения нормальной работы привода. Известны конструкции [2] инверторов в которых реализован алгоритм обхода резонансных частот для управления мощными двигателями типа *FL57*, *FL60*, *FL86*, *FL110* и т.п., что позволяет получить мягкость хода во всем диапазоне рабочих скоростей и повысить качество работы механической системы; конструкции с применением различных видов демпфирования: эластичных материалов при выполнении механических муфт связи с нагрузкой; специальных демпферов, с вязкой кремниевой органической смазкой; применением электрических методов демпфирования и т.д.;

- обеспечение повышенной надежности. Известна конструкция [3] в которой многополюсный ротор намагничен, имеет на одной из своих сторон, расположенной против полюсных наконечников, чередующиеся полюса *N* и *S*, распределенные вдоль его периферии, намагниченные параллельно его оси. Каждый из полюсных наконечников имеет вогнутую внутреннюю кромку, снабженную зубцами, разделенными зубцами промежуточного наконечника. Сердечник, на который установлена катушка, связывает магнитно полюсные наконечники с катушкой. Шаг α_s зубцов полюсных наконечников отличен от шага α_R полюсов ротора. Это позволяет повысить надежность. Известна конструкция однофазного шагового двигателя (ШД) для использования в дискретном электроприводе [4], которая позволяет повысить надежность и существенно упростить конструкцию магнитной системы за счет уменьшения числа составных частей. Известна конструкция ШД повышенной надежности [5] для использования в электромеханических устройствах с дискретным вращением выходного вала, содержащая электромагнит с якорем, якорь и ярмо электромагнита, выполненные в виде многополюсных соосных элементов, образующих магнитную цепь, разделенную рабочими воздушными зазорами и охватывающую обмотку электромагнита. При этом рабочие воздушные зазоры равномерно распределены по окружности с центром, совпадающим с общей для ярма, якоря и обмотки осью, а ярмо электромагнита установлено в корпусе, якорь связан с ярмом упругой связью и закреплен на валу с собачкой храпового механизма на конце;

- устранение ошибки позиционирования, которая является следствием выхода из синхронизма. Известны конструкции *FL130BYG2501* и т.п. с прецизионным позиционированием. Известны конструкции осуществляющие преобразование электрических импульсов в дискретные угловые перемещения вала высокой точности: ДШИ-200 их недостатком является то, что для них на рынке практически отсутствуют специальные современные системы управления и используются универсальные блоки управления ШД *SM102-2*; конструкции реверсивных, виброустойчивых волновых ШД *ЗДВШ100-1,6* и *4ДВШ100-1,6* предназначенных для эксплуатации в системах управления самолетом; конструкции со специализированными драйверами со встроенными нелинейными ЦАП, позволяющими минимизировать ошибки квантования ЦАП, с помощью которого формируются токи фаз, типа драйвера *A3955* фирмы *Allegro*. Этот драйвер имеет возможность управлять скоростью спада тока обмоток двигателя во время работы, что позволяет произвести «тонкую подстройку» драйвера под конкретный двигатель для получения наименьшей погрешности позиционирования;

- повышение крутящего момента. Известна новая серия высокомоментных гибридных шаговых электроприводов *MDrivePlus* компании *Intelligent Motion Systems, Inc* (США) [6]. Привод *MDrivePlus* объединяет в одном корпусе гибридный высокомоментный шаговый двигатель (ГВШД) и систему управления с модернизированным регулятором тока второго поколения, заметно повышающим производительность двигателя и плавность хода. Интегрированная плата управления на двигателе снижает уровень электромагнитного шума и помех в системе. Микрошаговый драйвер привода позволяет устанавливать до 20 разрешений микрошага: от 1/2 до 256, с максимальным количеством импульсов 51200 на оборот. Возможно задание параметров в градусах, миллиметрах или угловых минутах. Установочные параметры драйвера – это разрешение микрошага, ток удержания и рабочий ток. Их можно задать непосредственно

в процессе работы или выбрать из списка. Список настроек хранится в энергонезависимой памяти и редактируется при помощи графического пользовательского интерфейса. Дополнительно возможна установка внешнего энкодера, а также линейного исполнительного механизма (актуатора), планетарного редуктора с передаточным отношением от 4 (одноступенчатые) до 308 (трехступенчатые), модуля линейного перемещения. Модуль линейного перемещения *IMS* имеет высокую двунаправленную повторяемость (до 1,25 мкм) и точность позиционирования винта (от 0,01524 мм/дюйм до 0,00254 мм/дюйм). Типоразмеры шаговых двигателей *MDrivePlus* – от 17 до 42 (*NEMA*).

ГВШД являются более дорогими, чем двигатели с постоянными магнитами, зато они обеспечивают меньшую величину шага, больший момент и большую скорость. ГВШД сочетают в себе лучшие черты двигателей с переменным магнитным сопротивлением и двигателей с постоянными магнитами. Для получения больших моментов необходимо увеличивать как поле, создаваемое статором, так и поле постоянного магнита. При этом требуется больший диаметр ротора, что ухудшает отношение крутящего момента к моменту инерции. Поэтому мощные шаговые двигатели иногда конструктивно выполняют из нескольких секций в виде этажерки. Крутящий момент и момент инерции увеличиваются пропорционально количеству секций, а их отношение не ухудшается.

Разработан испытательный стенд исполнительного шагового электропривода летательных аппаратов (далее стенд), который позволяет: изучать принцип действия и систему управления ГВШД, экспериментально определять шаг и характеристики ГВШД (крутящий момент, осуществлять построение механической и динамической характеристик и т.д.). Стенд модернизирован с целью автоматизации работы, повышения энергоэффективности, уменьшения массогабаритных характеристик и повышения точности за счет использования микропроцессорного управления основными блоками и применения перспективной конструкции электромашинного агрегата. Стенд предназначен для проведения лабораторных работ «Исследование характеристик исполнительных шаговых приводов в летательных аппаратах» по дисциплине «Микропроцессорное управление в электромеханических системах» – специальности 140601 – «Электромеханика», направления 140600 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и позволяет исследовать процессы управления ГВШД посредством программирования управляющего сигнала и получения микрошага с точностью до 0,0144°.

Стенд состоит из: приборного блока (ПБ) – модуль питания *RS-100-24*, электромашинного агрегата – исследуемый ГВШД – *PRF57STH56-2804A* с биполярным управлением, соединенных между собой силовым кабелем; персонального компьютера (ПК), соединенного с ПБ кабелем последовательного интерфейса (СОМ-порт). Способы управления фазами ГВШД:

- «*one phase on*» *full step* или *wave drive mode*;
- «*two-phase-on*» *full step* или *full step mode*;
- «*one and two-phase-on*» *half step* или *half step mode*; *micro stepping mode*.

ПБ подключен к сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Виды спереди и сзади модернизированного учебного стенда показаны на рис. 1 и рис. 2 соответственно. В ПБ встраивается драйвер и плата микроконтроллера. ПБ имеет электрические соединители для подключения силового кабеля электромеханического агрегата и кабеля последовательного интерфейса ПК.

При обеспечении работы стенда и ГВШД в его составе необходимо правильно выбрать схему драйвера, которая должна выполнять три основных задачи: иметь возможность включать и выключать ток в обмотках, а также менять его направление; поддерживать заданное значение тока; обеспечивать повышенное быстродействие нарастания и спада тока для улучшения скоростных характеристик. От выбора схемы драйвера зависит момент, создаваемый ГВШД. Выбран блок управления шаговым двигателем *SMD-42* и контроллер управления шаговыми приводами *SMC-3-1*. На ПК

установлено программное обеспечение, разработанное авторами для управления ГВШД, имеющее два режима: ручное управление, которое осуществляется путем ввода кода программы с помощью специальных кнопок, при этом код программы виден в специальном диалоговом окне, его можно редактировать, удаляя или меняя местами строки программы микроконтроллера; автоматическое управление, которое осуществляется через панель, путем введения определенных значений параметров ГВШД. Программа может управлять одним, двумя или тремя ГВШД, подключенными к контроллеру, а также осуществлять запись перечня команд (исполняемую программу) в каждый из каналов контроллера для последующего автономного использования контроллера (без помощи ПК), либо для запуска такой исполняемой программы при помощи ПК.

Характеристики стенда: потребляемая мощность 210 Вт, вес стенда 12,5 кг, габариты 300×350×200 мм.

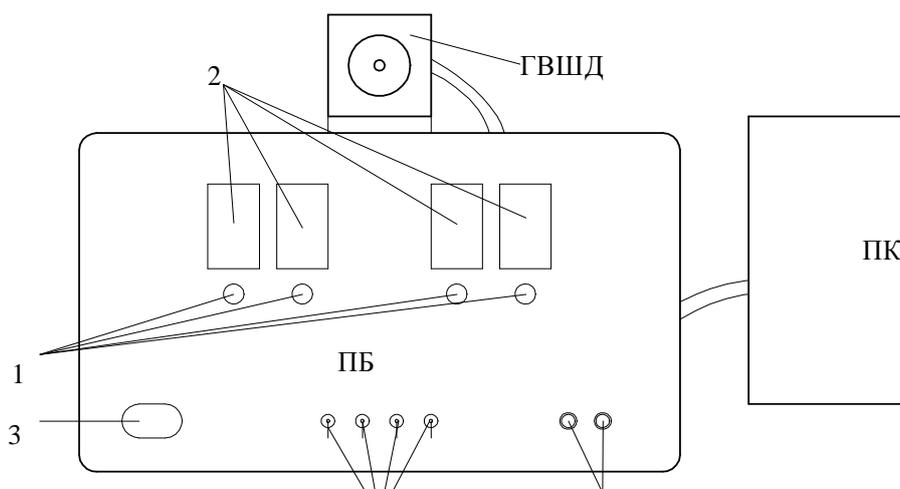


Рис.1. Вид спереди модернизированного учебного стенда:

1 – ручки управления напряжением («грубо», «точно»), 2 – цифровая индикация напряжения; 3 – кнопка включения модуля питания RS-100-24; 4 – кнопки «Пуск», «Сброс» программы, записанной в микроконтроллере; 5 – переключатели, служащие управлением режимов шага ГВШД

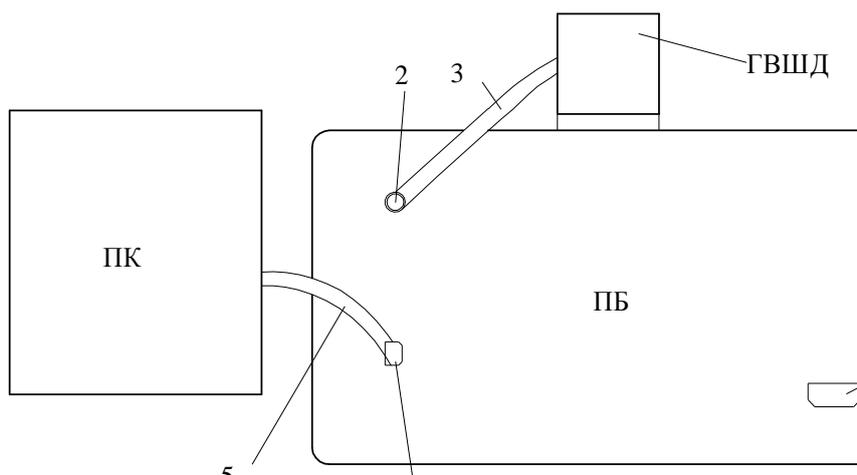


Рис. 2. Вид сзади модернизированного учебного стенда:

1 – соединитель электрический для подключения кабеля питания RS-100-24, 2 – соединитель электрический для подключения кабеля, подключающий ГВШД к ПБ, 3 – силовой кабель, подключающий ГВШД к ПБ, 4 – порт для подключения интерфейсного кабеля, соединяющий ПБ с ПК, 5 – интерфейсный кабель, соединяющий ПБ с ПК

Проведенные мероприятия по модернизации стенда позволили существенно улучшить его потребительские свойства: увеличить срок службы на 20 %; уменьшить

массогабаритные характеристики в два раза по сравнению с аналогом (стенд на базе ШД5–Д1МУ3 мощностью 570 Вт, весом 25 кг, с габаритами 600×350×200 мм); автоматизировать процесс изучения и исследования ГВШД (до трех двигателей одновременно); уменьшить потребляемую мощность в 2,7 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семисалов В. В. Разработка математической модели для исследования динамических режимов работы шагового электропривода с трехфазным инвертором напряжения. Дисс...на соискание звания канд. техн. наук. 2005. 193 с. <http://www.dissercat.com> (дата обращения 28.01.2011).

2. Решения проблем резонанса в автоматике шаговых двигателей / сайт «Минпром», www.mirprom.ru (дата обращения 15.08.2010).

3. Май Ксуан Ту, Мишель Шваб. Многополюсный шаговый двигатель // Патент СН № 2008757, опубл. 28.02.1994.

4. Краснопевцев А. И. Однофазный шаговый двигатель // Патент RU. № 2030068, опубл. 27.02.1995.

5. Хайруллин И. Х., Хайруллин Т. И., Скуратов С. П. Шаговый двигатель // Патент RU № 2077108, опубл. 10.04.1997.

6. IMS MDrivePlus / Сайт «Сервотехника», www.servotechnica.ru, (дата обращения 20.08.2010)

ОБ АВТОРАХ



Слепец Иван Александрович, Дипл. инж. электромеханики (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. электромеханических преобразователей энергии.



Пашали Диана Юрьевна, доцент каф. электромеханики. Дипл. инж. по приборостроению (УГАТУ, 1994). Канд. техн. наук по электромех. и электрич. аппаратам (УГАТУ, 2004). Иссл. в обл. надежности электромех. систем.



Матвеев Евгений Леонидович, Дипл. инж. электромеханики (УГАТУ, 2011). Иссл. в обл. электромеханических преобразователей энергии.

УДК 621.313

СТЕНД С ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Гайсин Р.А., Султангалеев Р. Н., Пашали Д. Ю.

Шаговый электропривод широко применяется в современных автоматизированных системах с управлением от ЭВМ и микропроцессорных устройств. В настоящее время шаговые электроприводы используются в станках с программным управлением, в различной бортовой аппаратуре летательных аппаратов, в системах управления стержнями ядерных реакторов, в робототехнических системах и различного рода

комплексах автоматизации технологических процессов [1]. Применение шаговых электроприводов обусловлено возможностью прецизионного позиционирования и точного управления скоростью, а также небольшой стоимостью, высокой надежностью, простой в управлении и отсутствием сложных дорогостоящих систем обратной связи.

При использовании шаговых электроприводов летательных аппаратов возникает ряд специфических проблем:

- обход резонансных частот, т.к. возникновение резонанса в электромеханической системе является одной из причин нарушения нормальной работы привода. Известны конструкции [2] инверторов в которых реализован алгоритм обхода резонансных частот для управления мощными двигателями типа *FL57*, *FL60*, *FL86*, *FL110* и т.п., что позволяет получить мягкость хода во всем диапазоне рабочих скоростей и повысить качество работы механической системы; конструкции с применением различных видов демпфирования: эластичных материалов при выполнении механических муфт связи с нагрузкой; специальных демпферов, с вязкой кремниевой органической смазкой; применением электрических методов демпфирования и т.д.;

- обеспечение повышенной надежности. Известна конструкция [3] в которой многополюсный ротор намагничен, имеет на одной из своих сторон, расположенной против полюсных наконечников, чередующиеся полюса *N* и *S*, распределенные вдоль его периферии, намагниченные параллельно его оси. Каждый из полюсных наконечников имеет вогнутую внутреннюю кромку, снабженную зубцами, разделенными зубцами промежуточного наконечника. Сердечник, на который установлена катушка, связывает магнитно полюсные наконечники с катушкой. Шаг α_s зубцов полюсных наконечников отличен от шага α_R полюсов ротора. Это позволяет повысить надежность. Известна конструкция однофазного шагового двигателя (ШД) для использования в дискретном электроприводе [4], которая позволяет повысить надежность и существенно упростить конструкцию магнитной системы за счет уменьшения числа составных частей. Известна конструкция ШД повышенной надежности [5] для использования в электромеханических устройствах с дискретным вращением выходного вала, содержащая электромагнит с якорем, якорь и ярмо электромагнита, выполненные в виде многополюсных соосных элементов, образующих магнитную цепь, разделенную рабочими воздушными зазорами и охватывающую обмотку электромагнита. При этом рабочие воздушные зазоры равномерно распределены по окружности с центром, совпадающим с общей для ярма, якоря и обмотки осью, а ярмо электромагнита установлено в корпусе, якорь связан с ярмом упругой связью и закреплен на валу с собачкой храпового механизма на конце;

- устранение ошибки позиционирования, которая является следствием выхода из синхронизма. Известны конструкции *FL130BYG2501* и т.п. с прецизионным позиционированием. Известны конструкции осуществляющие преобразование электрических импульсов в дискретные угловые перемещения вала высокой точности: ДШИ-200 их недостатком является то, что для них на рынке практически отсутствуют специальные современные системы управления и используются универсальные блоки управления ШД *SM102-2*; конструкции реверсивных, виброустойчивых волновых ШД *3ДВШ100-1,6* и *4ДВШ100-1,6* предназначенных для эксплуатации в системах управления самолетом; конструкции со специализированными драйверами со встроенными нелинейными ЦАП, позволяющими минимизировать ошибки квантования ЦАП, с помощью которого формируются токи фаз, типа драйвера *A3955* фирмы *Allegro*. Этот драйвер имеет возможность управлять скоростью спада тока обмоток двигателя во время работы, что позволяет произвести «тонкую подстройку» драйвера под конкретный двигатель для получения наименьшей погрешности позиционирования;

- повышение крутящего момента. Известна новая серия высокомоментных гибридных шаговых электроприводов *MDrivePlus* компании *Intelligent Motion Systems, Inc* (США) [6]. Привод *MDrivePlus* объединяет в одном корпусе гибридный высокомоментный шаговый двигатель (ГВШД) и систему управления с модернизированным регулятором тока второго

поколения, заметно повышающим производительность двигателя и плавность хода. Интегрированная плата управления на двигателе снижает уровень электромагнитного шума и помех в системе. Микрошаговый драйвер привода позволяет устанавливать до 20 разрешений микрошага: от 1/2 до 256, с максимальным количеством импульсов 51200 на оборот. Возможно задание параметров в градусах, миллиметрах или угловых минутах. Установочные параметры драйвера – это разрешение микрошага, ток удержания и рабочий ток. Их можно задать непосредственно в процессе работы или выбрать из списка. Список настроек хранится в энергонезависимой памяти и редактируется при помощи графического пользовательского интерфейса. Дополнительно возможна установка внешнего энкодера, а также линейного исполнительного механизма (актуатора), планетарного редуктора с передаточным отношением от 4 (одноступенчатые) до 308 (трехступенчатые), модуля линейного перемещения. Модуль линейного перемещения *IMS* имеет высокую двунаправленную повторяемость (до 1,25 мкм) и точность позиционирования винта (от 0,01524 мм/дюйм до 0,00254 мм/дюйм). Типоразмеры шаговых двигателей *MDrivePlus* – от 17 до 42 (*NEMA*).

ГШД являются более дорогими, чем двигатели с постоянными магнитами, зато они обеспечивают меньшую величину шага, больший момент и большую скорость. ГШД сочетают в себе лучшие черты двигателей с переменным магнитным сопротивлением и двигателей с постоянными магнитами. Для получения больших моментов необходимо увеличивать как поле, создаваемое статором, так и поле постоянного магнита. При этом требуется больший диаметр ротора, что ухудшает отношение крутящего момента к моменту инерции. Поэтому мощные шаговые двигатели иногда конструктивно выполняют из нескольких секций в виде этажерки. Крутящий момент и момент инерции увеличиваются пропорционально количеству секций, а их отношение не ухудшается.

Разработан стенд с интеллектуальным управлением для исследования гибридных шаговых двигателей летательных аппаратов (далее стенд), который позволяет: изучать принцип действия и систему управления ГШД, экспериментально определять шаг и характеристики ГШД (крутящий момент, осуществлять построение механической и динамической характеристик и т.д.). Стенд модернизирован с целью автоматизации работы, повышения энергоэффективности, уменьшения массогабаритных характеристик и повышения точности за счет использования микропроцессорного управления основными блоками и применения перспективной конструкции электромашинного агрегата. Стенд предназначен для проведения лабораторных работ «Исследование характеристик исполнительных шаговых приводов в летательных аппаратах» по дисциплине «Микропроцессорное управление в электромеханических системах» – специальности 140601 – «Электромеханика», направления 140600 – «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» и позволяет исследовать процессы управления ГШД посредством программирования управляющего сигнала и получения микрошага с точностью до 0,0144°.

Стенд состоит из: приборного блока (ПБ) – модуль питания *RS-100-24*, электромашинного агрегата – исследуемый ГШД – *PRF57STH56-2804A* с биполярным управлением, соединенных между собой силовым кабелем; персонального компьютера (ПК), соединенного с ПБ кабелем последовательного интерфейса (COM-порт). Способы управления фазами ГВШД: «*one phase on*» *full step* или *wave drive mode*; «*two-phase-on*» *full step* или *full step mode*; «*one and two-phase-on*» *half step* или *half step mode*; *micro stepping mode*.

ПБ подключен к сети переменного тока 220 В, 50 Гц. Виды спереди и сзади модернизированного учебного стенда показаны на рисунках 1, 2 соответственно. В ПБ встраивается драйвер и плата микроконтроллера. ПБ имеет электрические соединители для подключения силового кабеля электромеханического агрегата и кабеля последовательного интерфейса ПК.

При обеспечении работы стенда и ГВШД в его составе необходимо правильно выбрать схему драйвера, которая должна выполнять три основных задачи: иметь возможность включать и выключать ток в обмотках, а также менять его направление; поддерживать заданное значение тока; обеспечивать повышенное быстродействие нарастания и спада тока для улучшения скоростных характеристик. От выбора схемы драйвера зависит момент, создаваемый ГВШД. Выбран блок управления шаговым двигателем *SMD-42* и контроллер управления шаговыми приводами *SMC-3-1*. На ПК установлено программное обеспечение, разработанное авторами для управления ГВШД, имеющее два режима: ручное управление, которое осуществляется путем ввода кода программы с помощью специальных кнопок, при этом код программы виден в специальном диалоговом окне, его можно редактировать, удаляя или меняя местами строки программы микроконтроллера; автоматическое управление, которое осуществляется через панель, путем введения определенных значений параметров ГВШД. Программа может управлять одним, двумя или тремя ГВШД, подключенными к контроллеру, а также осуществлять запись перечня команд (исполняемую программу) в каждый из каналов контроллера для последующего автономного использования контроллера (без помощи ПК), либо для запуска такой исполняемой программы при помощи ПК.

Характеристики стенда: потребляемая мощность 210 Вт, вес стенда 12,5 кг, габариты 300×350×200 мм.

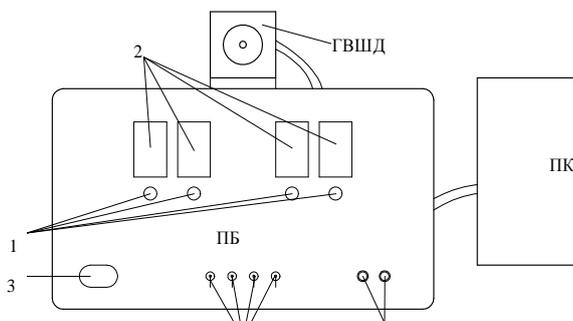


Рис.1. Вид спереди модернизированного учебного стенда:

1 – ручки управления напряжением («грубо», «точно»), 2 – цифровая индикация напряжения; 3 – кнопка включения модуля питания *RS-100-24*; 4 – кнопки «Пуск», «Сброс» программы, записанной в микроконтроллере; 5 – переключатели, служащие управлением режимов шага ГВШД

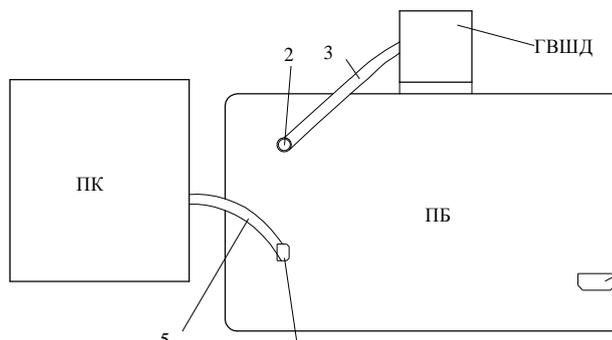


Рис. 2. Вид сзади модернизированного учебного стенда:

1 – соединитель электрический для подключения кабеля питания *RS-100-24*, 2 – соединитель электрический для подключения кабеля, подключающий ГВШД к ПБ, 3 – силовой кабель, подключающий ГВШД к ПБ, 4 – порт для подключения интерфейсного кабеля, соединяющий ПБ с ПК, 5 – интерфейсный кабель, соединяющий ПБ с ПК

Разработан стенд с интеллектуальным управлением для исследования гибридных шаговых двигателей летательных аппаратов и проведены мероприятия по его модернизации, которые позволили существенно улучшить его потребительские свойства:

увеличить срок службы на 20 %; уменьшить массогабаритные характеристики в два раза по сравнению с аналогом (стенд на базе ШД5–Д1МУ3 мощностью 570 Вт, весом 25 кг, с габаритами 600×350×200 мм); автоматизировать процесс изучения и исследования ГШД (до трех двигателей одновременно); уменьшить потребляемую мощность в 2,7 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семисалов В. В. Разработка математической модели для исследования динамических режимов работы шагового электропривода с трехфазным инвертором напряжения. Дисс...на соискание звания канд. техн. наук. 2005. 193 с. <http://www.dissercat.com> (дата обращения 28.01.2011).
2. Решения проблем резонанса в автоматике шаговых двигателей / сайт «Минпром», www.mirprom.ru (дата обращения 15.08.2010).
3. Май Ксуан Ту, Мишель Шваб. Многополюсный шаговый двигатель // Патент СН № 2008757, опубл. 28.02.1994.
4. Краснопевцев А. И. Однофазный шаговый двигатель // Патент RU. № 2030068, опубл. 27.02.1995.
5. Хайруллин И. Х., Хайруллин Т. И., Скуратов С. П. Шаговый двигатель // Патент RU № 2077108, опубл. 10.04.1997.
6. IMS MDrivePlus / Сайт «Сервотехника», www.servotechnica.ru, (дата обращения 20.08.2010)

ОБ АВТОРАХ



Гайсин Роман Альбертович, студент пятого курса группы ЭМ-526, каф. электромеханики, УГАТУ.



Пашали Диана Юрьевна, доцент каф. электромеханики. Дипл. инж. по приборостроению (УГАТУ, 1994). Канд. техн. наук по электромех. и электрич. аппаратам (УГАТУ, 2004). Иссл. в обл. надежности электромех. систем.

НЕТ
ФОТО

Султангалеев Рафиль Наилевич, доцент каф. электромеханики. канд. техн. наук (УГАТУ)

УДК 004.82.004.55

СЕМАНТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Хомич Л.Н.

Скорость роста отрасли информационных технологий, вот уже на протяжении нескольких десятков лет, не уменьшается. Взрывной рост объёмов информации открывает перспективы в области анализа данных, а также способов доступа к ним и поиска. Все мы были свидетелями начала эры Web, её эволюции в Web 2.0. Современные тенденции указывают на следующий этап развития — семантическую паутину (semantic web),

закладывающую фундамент для принципиально нового уровня машинной обработки информации [1].

Несмотря на перспективность семантического подхода, на пути его реализации существует множество проблем, которые наиболее ярко проявляются, когда мы имеем дело с функционирующими информационными системами (ИС), требующими модернизации. К этим проблемам можно отнести:

- невозможность поэтапного ввода инфраструктуры в эксплуатацию без оказания влияния на существующие целевые ИС;
- сложность создания ссылок между объектами из различных ИС и, впоследствии, сложность поддержания ссылочной целостности;
- проблемы генерации уникальных идентификаторов ресурсов (URI);
- реализация новых методов доступа к информации, использующих преимущества подхода.

В данной статье приведены методы решения данных проблем, а также описаны общие концепции, использовавшиеся при создании функционирующей в данный момент платформы для интеграции ИС предприятия.

Предлагаемое решение заключается в интеграции ИС предприятия системой, использующей семантическое хранение и доступ к информации. Ключевыми компонентами системы являются:

- проблемно-ориентированная онтология предметной области, связанная с такими онтологиями, как SKOS, FOAF, SIOC, Dublin Core, WordNet;
- RDF-хранилище;
- набор агентов для извлечения информации из целевых ИС и преобразования её в формат, определяемый онтологией;
- подсистема контроля целостности и индексации хранимой информации;
- клиентские приложения для доступа к RDF-хранилищу.

Основные возможности системы включают в себя:

- интеграция ИС, использующих разнородные данные;
- обеспечение навигационного доступа к данным вне зависимости от схемы их хранения и динамичности её изменения;
- сравнительная простота обработки запросов на естественном языке;
- возможность поэтапного внедрения без остановки эксплуатации как целевых ИС, так и самой системы интеграции;
- простота освоения для пользователей, не имеющих глубоких знаний в области информационных технологий.

Образующей частью системы является онтология предметной области. Она определяет следующие характеристики системы:

- уровень структурированности данных;
- полноту правил контроля целостности;
- удобство восприятия хранимой информации человеком;
- гибкость запросов на естественном языке;
- возможности интеграции со сторонними семантическими ресурсами;
- производительность системы.

Изменяя уровень детализации классов и свойств в онтологии, можно добиться возможности описания в её рамках вещей, начиная от справочника адресов до

абстрактных стратегий развития предприятия. Уровень детализации можно повышать в процессе эксплуатации системы, дополняя или связывая её с внешними онтологиями. На данный момент описываемая система хранит данные о сотрудниках предприятия, должностной иерархии, структуре подразделений, учётных записях пользователей в каждой из ИС, сведения о парке компьютерной техники с детальной информацией о комплектующих, журнальные записи действий пользователей в различных ИС, изменения конфигураций рабочих станций, данные об их техническом обслуживании и пр. Связность данных, обеспечиваемая ссылками, открывает качественно новый уровень в оперативности получения информации (Рис. 1). Например, администратор информационной сети, получив звонок с жалобой на функционирование рабочей станции, может, зная только фамилию звонившего, определить имя проблемного компьютера, историю его технического обслуживания, здание в котором он находится, маршрутизаторы, обеспечивающие для него подключение к локальной сети, список программного обеспечения со сроками действия лицензий, список других пользователей, которые за ним работают — и всё это за несколько секунд при минимальных входных данных.

Свойства сущности
Выйти

Настольный компьютер <http://uppo.ru/ca/computer#115fpfu>

Свойство	Значение
Имя	6300-GR-1
Рейтинг НЖМД	5
Рейтинг ЦП	2
Идентификатор	В011601549
Содержит	Устройство (cpu-n3bty)
Содержит	Устройство (graphics-of0m2h)
Содержит	Устройство (ethernetnic-115fpfu)
Содержит	Устройство (mb-rdyvyu)
Содержит	Устройство (ram-ngifdu)
Содержит	Устройство (crtmonitor-1mriip)
Содержит	Устройство (odd-psk81v)
Содержит	Устройство (hdd-10b0s8)
Содержит	Устройство (laserprinter-13eph72)
Дата обновления	02.12.2011, 15:32
Рейтинг ОЗУ	2

Время	Событие
02.12.2011, 15:32	Устройство добавлено (2dl)
02.12.2011, 15:32	Свойство изменено (2dk)
02.12.2011, 15:32	Свойство изменено (2dj)
02.12.2011, 15:32	Свойство изменено (2di)
02.12.2011, 09:46	Устройство добавлено (2c5)
10.11.2011, 09:09	Устройство удалено (29n)
03.10.2011, 09:03	Компьютер переименован (25t)

Рис.1. Страница просмотра свойств сущностей RDF-хранилища

Детализация онтологии, количество и сложность правил контроля целостности, в конечном счёте, ограничиваются требованиями, предъявляемыми к производительности системы. Так как семантические хранилища на данный момент отстают от реляционных по этому показателю на порядки, детализация закладывалась соответствующей той, что есть в целевых ИС, а контроль целостности был вынесен в отдельную подсистему, осуществляющую проверку с периодичностью в сутки, а не в режиме реального времени. Это позволило обойти проблемы падения производительности, начиная с объёмов в 10-20

млн. кортежей в RDF-хранилище.

Разработанная онтология определяет задачи агентов, извлекающих информацию из целевых ИС и преобразующих её. На них ложится задача по созданию уникальных идентификаторов, актуализации данных и созданию перекрёстных ссылок между сущностями. Последние две задачи нереализуемы без определения правил генерации URI для каждой из сущностей, переносимой в RDF-хранилище, что является наиболее сложной задачей для данной подсистемы. В этой проблеме можно выделить две составляющих:

- неполнота, либо отсутствие регламентов именования (адресации) сущностей в каждой отдельно взятой ИС;
- зависимость URI объектов от набора свойств, некоторые из которых могут изменяться, что создаёт сложности отождествления сущностей, находящихся в RDF-хранилище и импортируемых агентами, при условии, что между текущим и прошлым импортом происходило изменение URI.

Схематически система представлена на Рис.2.

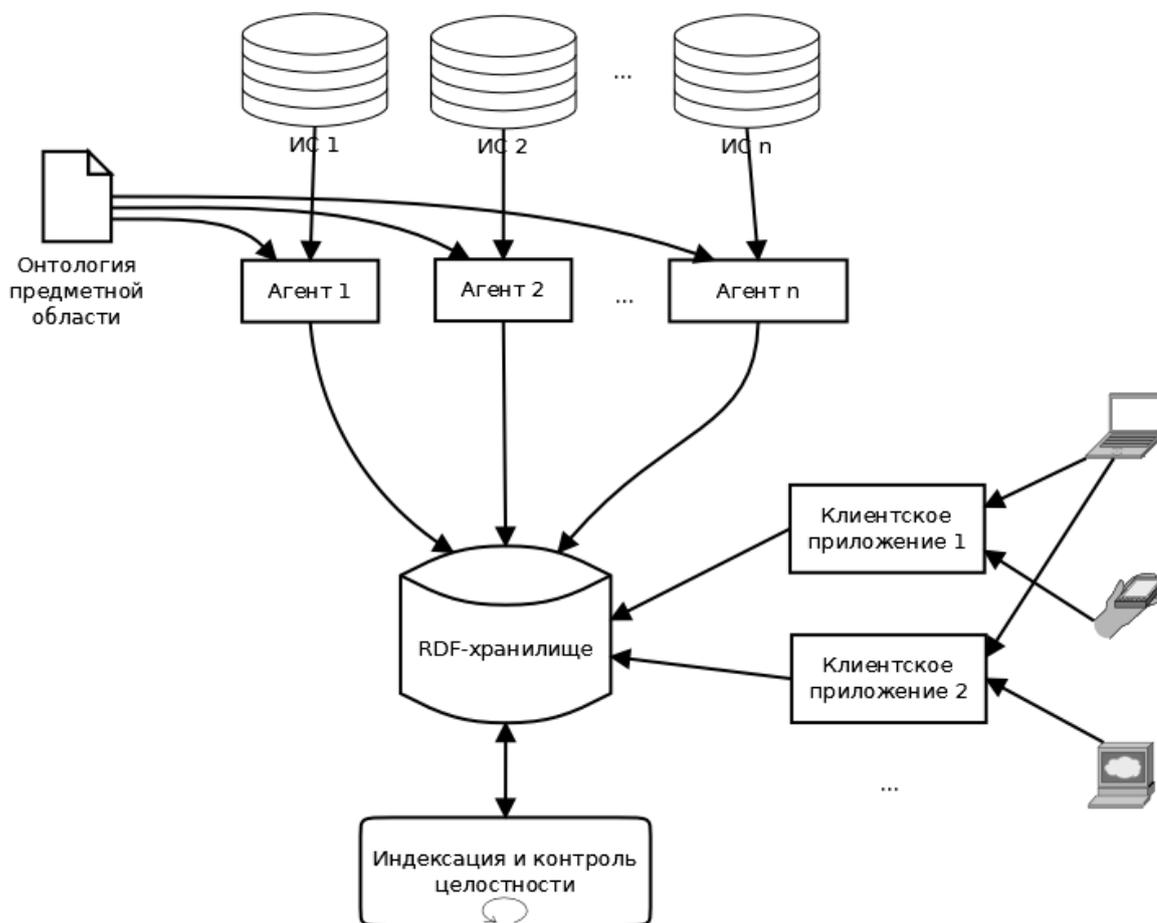


Рис.2. Схема системы

Изначальное связывание классов и свойств с такими онтологиями, как FOAF, SKOS, SIOC, Dublin Core, WordNet открыло возможности интеграции со сторонними семантическими ресурсами, использования уже существующих программ, работающих с данными схемами представления информации [3]. Заложенный же в систему в целом семантический подход позволил организовать навигационный доступ к информации — возможность просматривать свойства сущностей, переходить по URI-ссылкам их свойств к другим ресурсам. При этом в систему изначально была заложена поддержка

многоязыковых интерфейсов благодаря особенностям формата RDF, позволяющего хранить метки для любой сущности на различных языках. Также такой подход к хранению позволил предоставить поиск и доступ к информации по ассоциациям, шаблонам связности.

Наряду с новыми методами, были реализованы: полнотекстовый поиск, формы для типовых запросов (телефонный справочник, действия заданного пользователя за интервал времени и т. п.). Семантический подход позволил привнести новые возможности даже в стандартные отчёты. Например, в отчёте с агрегацией данных (компьютеры сгруппированы по производительности подсистем, Рис. 3), значение в каждой из ячеек является гиперссылкой, которая разворачивает содержащиеся элементы в список (собственно компьютеры, имеющие данное значение индекса, Рис.4).

Информация по производительности						Выйти
Индекс производительности/Значение	1	2	3	4	5	
CPU	35	56	59	69	13	
HDD	7	19	24	43	139	
RAM	55	33	24	54	66	

Рис.3. Агрегированный отчёт

Информация по производительности	Выйти
Вернуться	
Список компьютеров с индексом HDD равным 1	
0200-TEHBURO	
1300-MASTER	
1300-SKL	
1300-TEHBURO	
5227-OCEN-4	
5240-CB40-6	
5465-KONGN-2	

Рис.4. Развёрнутое содержание ячейки

На данный момент реализуется возможность обработки запросов на естественном языке, которая основывается на алгоритме поиска по совпадению в хранилище данных дерева разобранного запроса (каждым из узлов которого является слово), так как сущности в хранилище уже связаны с онтологией, аналогичной WordNet [4, 5].

В данной статье был описан подход к разработке интеграционных систем, решающий поставленные задачи. Возможность поэтапного ввода инфраструктуры в эксплуатацию без оказания влияния на существующие целевые ИС была достигнута путём импорта данных при отсутствии экспорта, т.е. описываемая система хранит неизменяемую информацию из целевых ИС и дополнительную изменяемую, выходящую за их рамки.

Также были рассмотрены возможности реализации перспективных методов предоставления информации пользователю: навигационного и естественно-языкового. Первый из них заложен изначально используемым семантическим подходом, т.е. нижележащей схемой хранения информации. Второй реализуем при условии связывания онтологии предметной области с лексическими базами данных для необходимого языка, семантического разбора входящих запросов и последующего поиска по сходству графов.

Задачу ссылочного связывания сущностей из различных ИС предлагается решать введением регламентов в рамках предприятия, т.к. наряду с гарантиями максимальной достоверности связей он сравнительно прост в реализации, в отличие, например, от эвристических алгоритмов. Вопросы устранения неопределённостей при генерации URI выходят за рамки данной статьи. Так как семантические технологии на данный момент находятся на стадии начальной стандартизации, многие возможности RDF-хранилищ (таких как Joseki, Allegro, Mulgara, Sesame, Virtuoso) внесены лишь в черновики стандартов, их наличие и реализация могут различаться в зависимости от поставщика решения. К таким возможностям можно отнести взаимодействие с удалёнными хранилищами данных, функции группировки и агрегации данных, конструкции модификации данных. Использование нестандартизованных расширений может накладывать ограничения на спектр используемых программных компонентов. Открытыми остаются и вопросы сопряжения компонентов семантической платформы (API языка разработки, системы автоматического вывода по правилам, собственно, RDF-хранилища).

Важная особенность семантического подхода к хранению информации заключается в том, что серверы хранения не ориентированы на вычислительную нагрузку, сам язык SPARQL имеет значительно ограниченный набор вычислительных возможностей. По этой причине рассматриваемая система не предполагает комплексной обработки данных, выдаваемых пользователю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. T. Dillon, E. Chang, R. Meersman. *Advances in web semantics I*. Springer, 2009.
2. Z. Ma. *Soft computing in ontologies and semantic web*. Springer, 2006.
3. S. Spaccapietra. *Modular ontologies. Concepts, theories and techniques for knowledge modularization*. Springer, 2009.
4. V.Fomichov. *Semantic-oriented natural language processing. Mathematical models and algorithms*. Springer, 2010.
5. Хомич Л.Н. Семантический подход к извлечению данных из структурированных документов // Материалы XVI Байкальской Всероссийской с международным участием конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». – Иркутск, ИСЭМ СО РАН, 2011. Т.3. С. 170-176.

ОБ АВТОРЕ

Хомич Лев Николаевич, магистрант кафедры вычислительной математики и кибернетики. Исследования в областях семантических технологий, интеллектуальных агентов, архитектуры программного обеспечения.



УДК 621.45.037

К ВОПРОСУ О ПОЛУЧЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПРЕССОРА**Маркина К.В., Кишалов А.Е.**

Компрессор – лопаточная машина, предназначенная для повышения давления рабочего тела и подведения его к камере сгорания, это один из основных узлов газотурбинного двигателя. Совершенство компрессора во многом определяет эффективность всего двигателя.

При проектировании компрессоров размеры проточной части, число ступеней и их параметры определяются в результате газодинамического расчета. При этом обычно расчет ведется только для одного режима, который называется расчетным. Благоприятное протекание характеристик компрессора на других режимах обеспечивает устойчивую и бесперебойную работу всего двигателя. В настоящее время, для создания современных двигателей, уже на стадии проектирования необходимо иметь представление о характеристиках разрабатываемого компрессора.

Особенностью работы многоступенчатого высоконапорного осевого компрессора является «рассогласование» или «расхождение» работы крайних (т. е. первых и последних) ступеней на нерасчетных режимах (в большинстве случаев – на дроссельных режимах) [1].

Способы получения характеристик

Первый способ – по результатам испытания на специальных стендах (рисунок 1).

Достоинство метода:

- наиболее надежный и точный способ для определения характеристик.

Недостатки метода:

- необходимость специального оборудования,
- большие затраты энергии,
- необходимость иметь готовый компрессор или его модель,
- невозможность получения характеристик в широком диапазоне.

Второй способ – статистический анализ характеристик уже созданных компрессоров и построение характеристики конкретного компрессора по обобщенным зависимостям.

Достоинства метода:

- позволяет получать характеристики компрессора на стадии проектирования.

Недостатки метода:

- требуется большая база с характеристиками компрессоров,
- низкая точность предсказания характеристик проектируемого компрессора,
- при проектировании компрессора, не охваченного статистикой, точность прогнозов значительно ухудшается.

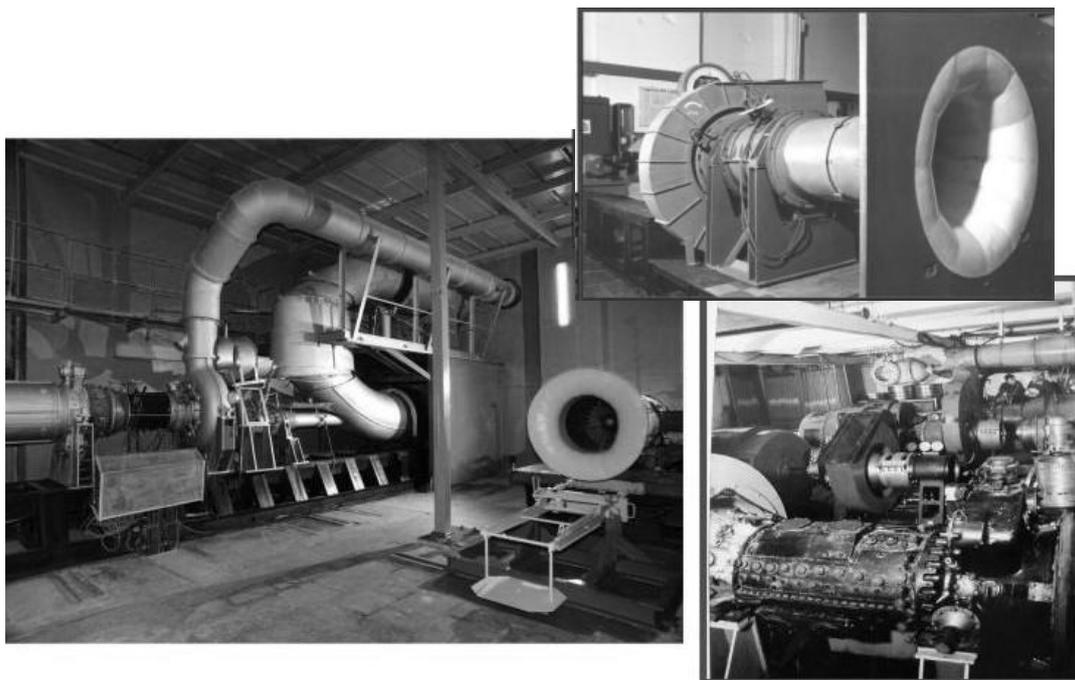


Рис. 1. Испытательные комплексы для аэродинамических исследований многоступенчатых компрессоров

Третий способ – математическое описание процессов, происходящих в элементах компрессора.

Достоинство метода:

- получение характеристики любого компрессора уже на этапе проектирования, доводки и эксплуатации.

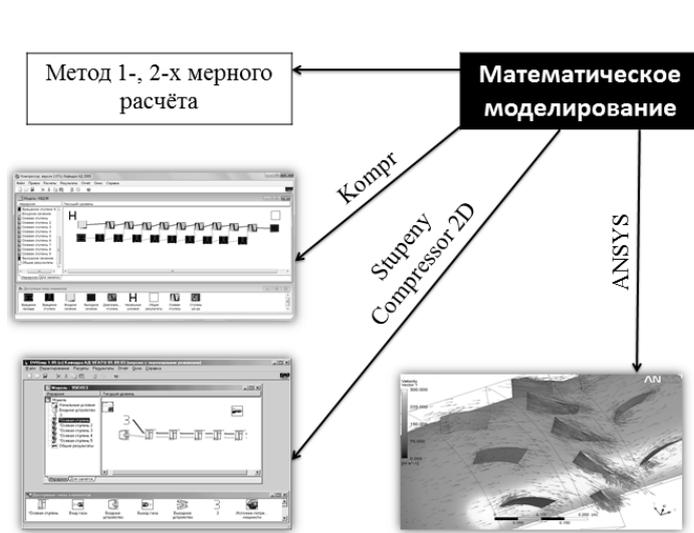
Недостаток метода:

- точность результата расчёта зависит от точности и правильности используемой математической модели.

Математическое моделирование

Методик для получения характеристик компрессора расчётным путём множество (рисунок 2). Например, методика, изложенная в [1], которая заключается в последовательном определении параметров на среднем диаметре для каждого лопаточного венца. Этот метод не требует знания параметров решеток на отдельных радиусах и интегрирования вдоль радиуса.

Методики одномерного моделирования компрессоров авиационных ГТД, позволяет решать как проектировочные задачи (обратные задачи по выбору геометрии осевых и центробежных компрессоров под заданные параметры потока), так и прогнозировать характеристики осевых компрессоров в широком диапазоне частот вращения ротора (прямая задача) [2].



Методики двухмерного моделирования компрессоров авиационных ГТД, позволяет рассчитывать радиальное распределение параметров в лопаточных венцах и прогнозировать характеристики осевого компрессора (прямая задача) в широком диапазоне частот вращения ротора с последующим решением обратной задачи по корректировке исходных геометрических параметров лопаточных венцов [2].

Рис. 2. Различные математические модели расчёта характеристик компрессора

В НИЛ САПР-Д кафедры авиационных двигателей ФГБОУ ВПО УГАТУ были разработаны системы моделирования компрессоров на базе MetaСАПР SAMSTO: STUPENY, COMPRESSOR [4] и COMPRESSOR_2D [4].

В системе STUPENY предложена и реализована следующая методика: компрессор представляется как набор ступеней (рисунок 3), в каждой из которых на основании геометрии проточной части и межлопаточных каналов рассчитывается характеристики каждой ступени [3]. Затем рассчитанные характеристики ступеней суммируются, и получается общая характеристика компрессора (рисунки 4, 5).

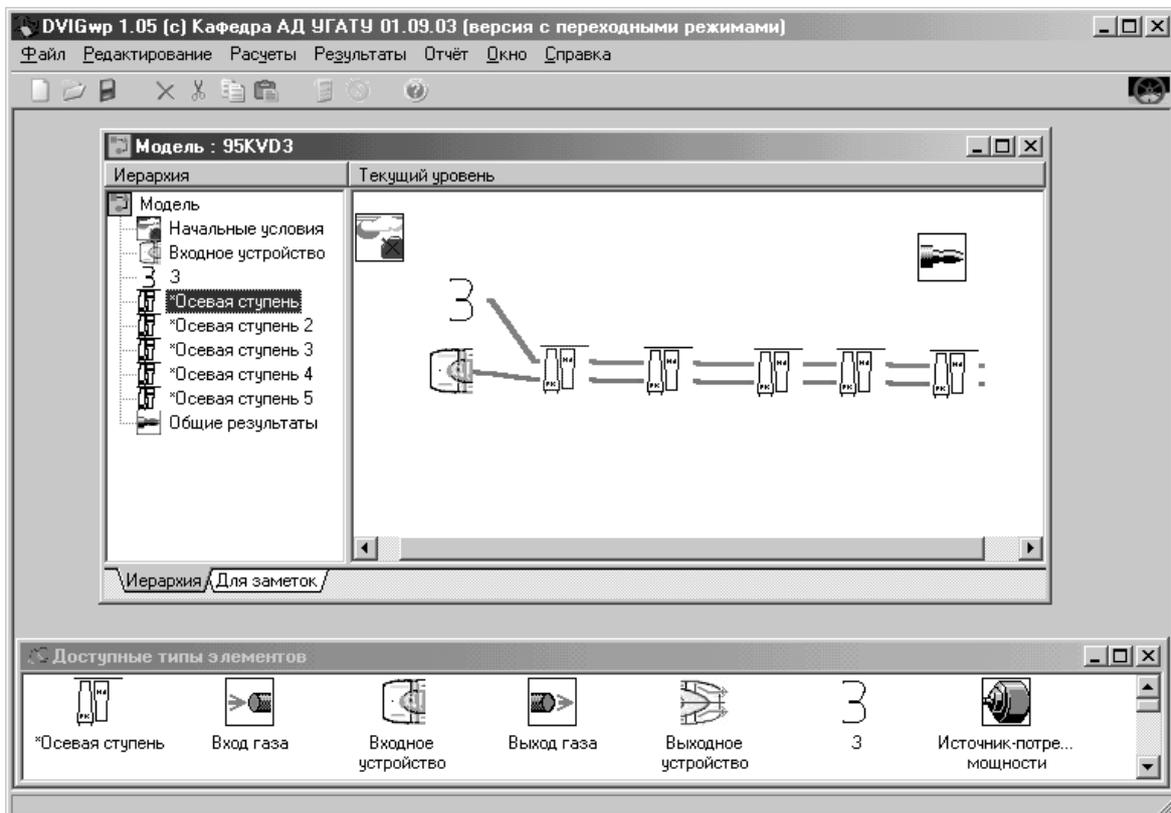


Рис. 3. Модель пятиступенчатого КВД в СИМ STUPENY

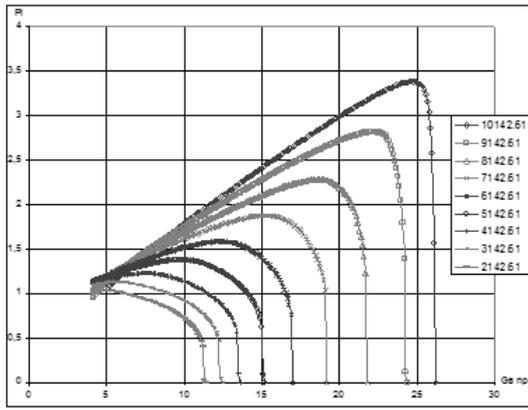


Рис. 4. Характеристика компрессора, полученная в СИМ Stupeny

$$\pi_K^* = f(G_{в пр}, n_{пр})$$

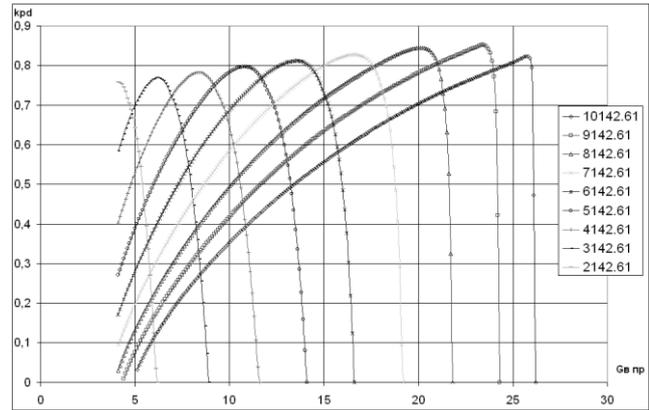


Рис. 5. Характеристика компрессора, полученная в СИМ Stupeny

$$\eta_K^* = f(G_{в пр}, n_{пр})$$

В программе **COMPRESSOR** на основании геометрических характеристик проточной части, универсальных характеристик, определяются параметры за лопаточным венцом. Модель компрессора составляется набором из структурных элементов отдельных ступеней (по аналогии с СИМ Stupeny). В каждом структурном элементе задаются параметры ступени. Система позволяет получать как характеристики отдельных ступеней, так и характеристику компрессора в целом [4]. На рисунке 6 приведены результаты расчёта характеристики компрессора, на рисунке 7 приведены результаты сравнения характеристик, полученных расчётным и экспериментальным путём.

При этом, наряду с использованием **одно- и двухмерных методик**, необходимо применение трёхмерного численного термогазодинамического моделирования (например, в программном комплексе **ANSYS CFX** [5]).

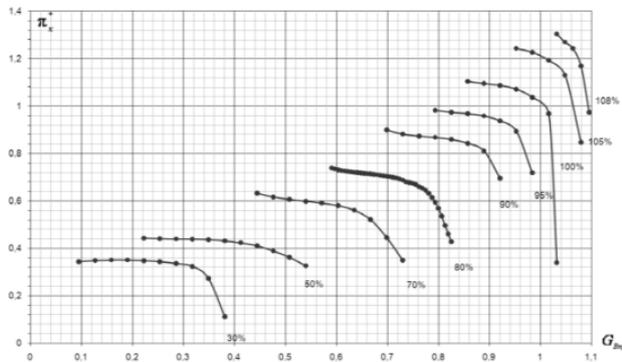


Рис. 6. Характеристика компрессора

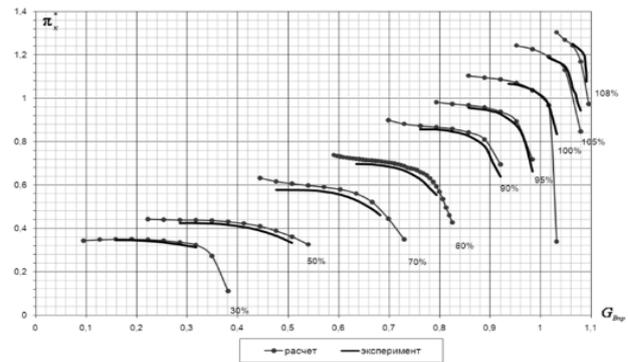


Рис. 7. Сравнение расчетной и экспериментальной характеристик

Для проведения расчёта в **ANSYS CFX**, необходимо задаться геометрией проточной части, создать её трёхмерную твердотельную модель в CAD системе. На готовой геометрической модели (рисунок 8) необходимо построить конечно-элементную сетку (рисунки 9-11), назначить граничные условия (рисунок 12) и законы расчёта в препроцессоре **ANSYS CFX**, а после этого произвести расчёт и проанализировать результаты расчёта (рисунки 13-16)[6, 7].

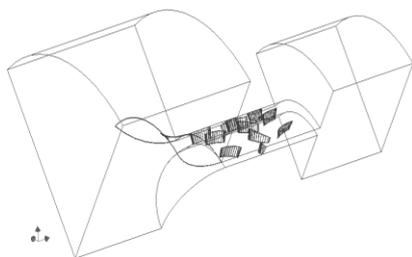


Рис. 8. 3D геометрическая модель

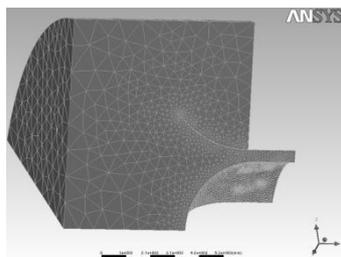


Рис. 9. Сетка построенная на модели ВНА

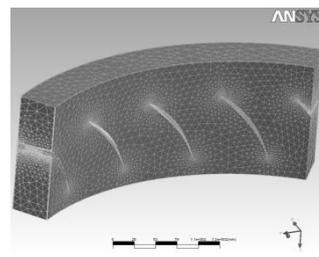


Рис. 10. Сетка построенная на модели РК

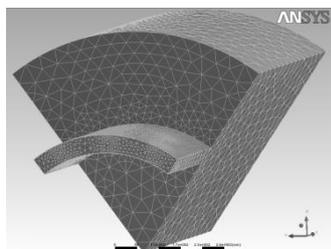


Рис. 11. Сетка построенная на модели НА

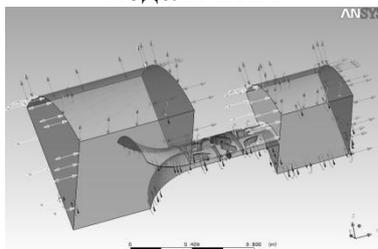


Рис. 12. Модель в CFX-Pre с граничными условиями

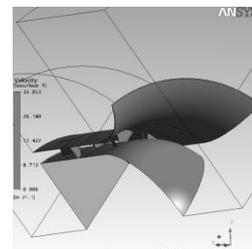


Рис. 13. Изоповерхность скоростей 0 м/с

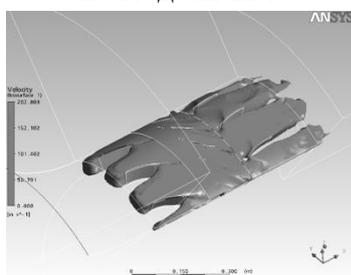


Рис. 14. Изоповерхность скоростей 80 м/с

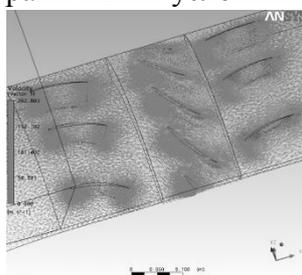


Рис. 15. Вектора скоростей

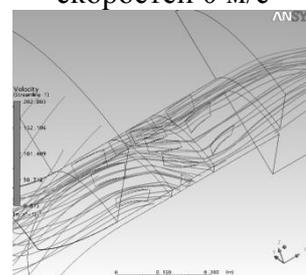


Рис. 16. Линии тока

Точность моделирования компрессора в ANSYS CFX, впрочем, как и в любых других программных комплексах для численного термогазодинамического моделирования, будет в значительной степени зависеть от качества сетки, построенной на модели, от качества разрешения пограничного слоя и т.д., что требует мощных вычислительных компьютеров, значительного времени и сложности расчётов. Таким образом, для проектных расчётов ANSYS CFX использовать затруднительно.

Ещё одним способом для исследования характеристик многоступенчатого компрессора, не требующим применения значительных вычислительных мощностей является получение характеристик отдельных ступеней в программном комплексе для численного термогазодинамического моделирования и дальнейшее «суммирование» полученных характеристик. Подобный подход позволяет получать характеристики отдельных ступеней многоступенчатых компрессоров, оптимизировать работу каждой ступени в составе многоступенчатого компрессора, создавать различные модификации компрессора путём добавления или уменьшения числа ступеней. Также характеристики отдельных ступеней или лопаточных венцов могут использоваться для более точных вычислений в программах, типа Stupeny, Compressor.

Достоинства метода:

- низкие требуемые вычислительные мощности;
- высокая точность определения характеристик ступеней;
- возможность оптимизации работы отдельных ступеней в составе многоступенчатого компрессора.

Недостатки метода:

- не учёт взаимного влияния характеристик ступеней друг на друга;
- сложность расчёта суммарной характеристики;

- сложность определения исходных данных, необходимых для расчёта.

Наибольшие трудности в таком подходе возникают при расчёте характеристик последних ступеней (сложность определения параметров потока на входе в ступень). Основное допущение в данной методике – угол потока на входе в ступень не меняется (угол выхода потока из направляющего аппарата предыдущей ступени).

Алгоритм получения характеристик отдельной ступени в ANSYS CFX

Алгоритм получения характеристик для отдельной ступени компрессора в программном комплексе ANSYS CFX будет выглядеть следующим образом (рисунок 17):

- 1) задаем геометрию проточной части;
- 2) строим конечно-элементную сетку;
- 3) по результатам предварительных расчётов, в препроцессоре ANSYS CFX назначаем граничные условия и законы расчёта;
- 4) производим вычисления в CFX-Solver;
- 5) обрабатываем результаты расчёта в CFX-Post, определяем степень повышения давления ступени $\pi_{ст}^*$ и коэффициент полезного действия ступени $\eta_{ст}^*$;
- 6) повторяя расчёты по п. 3 – 5 с другим набором исходных данных получаем характеристики для последней ступени компрессора.



Рис. 17. Блок-схема алгоритма расчёта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холщевников К. В. Теория и расчет авиационных лопаточных машин: Учеб. Для авиац. вузов и факультетов. М.: Машиностроение, 1970. 610 с.
2. Михайлова А.Б. Методика и компьютеризованная технология двухуровневого газодинамического моделирования компрессоров авиационных ГТД: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук/ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа, 2011. – 19 с.
3. И.А. Кривошеев, Кишалов А.Е., Христоролюбов В.Л., Ямалиев Р.Р. Моделирование компрессора в программе Stupeny: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теория и расчет лопаточных машин»/ Уфимск. авиац. техн. ун-т.– Уфа, 2008. - 25 с.
4. А. Б. Козловская, Д. А. Ахмедзянов, Ю. М. Ахметов, А. Е. Михайлов Расчет характеристик осевых компрессоров совместно с границей устойчивой работы. // Вестник УГАТУ. – 2010. – Т. 14, № 5 (40). С. 15–26.
5. Газодинамическое моделирование в программном комплексе ANSYS CFX и ANSYS WORKBENCH: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Математические модели рабочих процессов авиационных двигателей и энергоустановок» и «САПР АД и ЭУ» / Уфимск. авиац. техн. ун-т.; Сост.: Д. А. Ахмедзянов, А. Е. Кишалов. – Уфа, 2008. - 45 с.
6. Кишалов А.Е., Ахмедзянов Д.А. Получение и использование характеристик основных узлов авиационного газотурбинного двигателя в системе имитационного

моделирования DVIG_OTLADKA. // Журнал “Молодой ученый”, Чита, 2011. - №6 (29). – С. 20-24.

7. Кривошеев И.А., Кишалов А.Е., Христоролюбов В.Л., Ямалиев Р.Р. Моделирование осевого компрессора в программном комплексе ANSYS 11.0 CFX: Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Теория и расчет лопаточных машин»/ Уфимск. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2008. - 21 с.

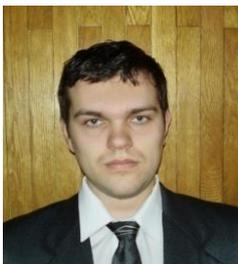
Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации МК-30.2011.8.

ОБ АВТОРАХ



Маркина Ксения Васильевна, студент каф. авиац. теплотехники и теплоэнергетики УГАТУ. Исследования в области процессов, протекающих в компрессорах авиационных ГТД с использованием имитационного и 3D-CAD/CAE моделирования.

e-mail: markina_kseniya@mail.ru



Кишалов Александр Евгеньевич, ст. преп. каф. авиац. двигателей и 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)2737954, e-mail: kishalov@ufanet.ru

УДК 539.3

МОДЕЛЬ УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПРОЧНОСТНЫХ ЗАДАЧАХ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

Бадамшин И.Х.

Существующие методы расчёта на прочность элементов конструкций основаны на теории упругости механики деформируемого твёрдого тела, которая, в свою очередь, базируется на гипотезе сплошности среды и эмпирических исходных данных.

Между тем, свыше восьмидесяти лет назад физиками было введено понятие о теоретической прочности материалов. В частности, академик Я. И. Френкель определил прочностные характеристики идеальных монокристаллов на основе сил межатомного взаимодействия, отличающиеся на порядок от экспериментальных данных.

В дальнейшем, исследованиями в области физики твёрдого тела было показано, что в основе прочности твёрдых тел лежит равновесие межатомных сил притяжения и отталкивания между зарядами кристаллической решётки. Иначе говоря, прочность определяется электростатическим взаимодействием электронов и ядер атомов кристаллической решётки, в основе которого лежит закон Кулона.

Применение этого фундаментального свойства материалов позволяет развить методы расчёта на прочность конструкций и перейти в модели поведения материалов от гипотезы сплошности среды к учёту сил межатомного взаимодействия на уровне

элементарной атомной ячейки. Такой подход открывает новые возможности теоретически рассчитывать упругие и прочностные характеристики элементов конструкций, в которые входят: модуль упругости, коэффициент Пуассона, предел упругости, предел текучести, являющиеся исходными данными в расчёте напряжённо-деформированного состояния деталей.

Модуль упругости E рассчитывается для элементарной атомной ячейки по формуле, основанной на электростатической природе упругости и выведенной из законов Кулона и Гука [1]

$$E = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2 a_0^2}, \quad (1)$$

где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$, Кл – величина взаимодействующих зарядов, равная заряду электрона; $\pi = 3,14$; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/Нм² – электрическая постоянная; r – расстояние между взаимодействующими зарядами (зависящее от a_0 и кристаллографического направления); a_0 – период кристаллической решетки.

Результаты теоретического расчёта модуля упругости получены для монокристаллов металлов, карбидов, нитридов, интерметаллидов, входящих в состав жаропрочных сплавов лопаток турбин, а также для углеродных нанотрубок – компонентов нанокompозитов.

Коэффициент Пуассона рассчитывается по формуле, основанной на электростатической природе упругости и выведенной с учётом закона Кулона. Определяется величина поперечной деформации монокристалла в условиях кубической симметрии при заданной относительной продольной деформации $\epsilon_x = 0,1$ [2]

$$\epsilon_y = \Delta a_0 / a_0 = 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{k^2} \left(\frac{1}{0,953^2} - 1 \right)}}, \quad (2)$$

где $k = 1 + k_{\text{стр}} N_{\text{орб}}$, $k_{\text{стр}}$ – коэффициент, учитывающий тип структуры монокристалла; $N_{\text{орб}}$ – среднее число незаполненных орбиталей внешней электронной оболочки атома; Δa_0 , a_0 – соответственно изменение и величина периода кристаллической решетки.

Затем определяется коэффициент Пуассона монокристалла

$$\nu = \epsilon_y / \epsilon_x.$$

Тангенциальная составляющая *предела упругости* при сдвиге в элементарной атомной ячейке монокристалла рассчитывается на основе закона Кулона по формуле [3]

$$\tau_{\text{max}} = \frac{e^2}{a_0^2 \pi \epsilon_0 A} (1 - \cos^2 \gamma_{\text{max}}) \cos\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_{\text{max}}\right), \quad (3)$$

где A – площадь сдвига; γ_{max} – максимальный угол сдвига, соответствующий пределу упругости.

Необходимо отметить, что кулоновскую силу взаимодействия зарядов в кристаллической решётке можно определить по вихревой модели атома [3]. Расчёт сил взаимодействия зарядов определяется на примере атома водорода.

Из уравнения сохранения энергии, связывающего кинетическую энергию и потенциал ионизации атома водорода $U = 21,7071 \cdot 10^{-19}$ Дж

$$m_e V_{\Sigma}^2 / 2 = U \quad (4)$$

определяется средняя суммарная скорость движения электрона по орбите в атоме водорода $V_{\Sigma} = (V_o + V_e)/2$. Причём, V_o – орбитальная скорость движения электрона, а V_e – вращательная скорость движения электрона.

Центростремительное ускорение электрона в атоме водорода определяется по формуле

$$a = \frac{(0,5(V_o + V_e))^2}{2(2r_e)} \quad (5)$$

Радиус электрона r_e принимается в соответствии с вихревой моделью атома $r_e = 0,5 \cdot r_H$ [3].

Центростремительная сила в атоме водорода определяется как $F_1 = m_e \cdot a$, где $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона. При подстановке числовых данных $F_1 = 1,596 \cdot 10^{-8}$ Н.

Аналогичный результат получается, если используется известное соотношение Ньютона

$$F_2 = (G \cdot m_p \cdot m_e) / r_H^2, \quad (6)$$

где G – коэффициент, m_p – масса протона, m_e – масса электрона; r_H – расстояние между взаимодействующими массами, равное радиусу атома водорода $r_H = 1,36 \cdot 10^{-10}$ м.

Коэффициент G определяется по формуле

$$G = (x \cdot V_{\Sigma}^2) / M, \quad (7)$$

где $x = 0,5 \cdot r_H$ в соответствие с вихревой моделью.

Тогда после подстановки числовых данных сила взаимодействия между ядром и электроном в атоме водорода $F_2 = 1,596 \cdot 10^{-8}$ Н.

Кулоновская сила взаимодействия электрона и протона в атоме водорода, определённая по закону Кулона и равна

$$F_3 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_H^2} = 1,258 \cdot 10^{-8} \text{ Н}. \quad (8)$$

В итоге результаты расчёта кулоновской силы взаимодействия зарядов в атоме водорода по двум моделям, то есть $F_1 \equiv F_2$ и F_3 имеют расхождение в 26,8%, что подтверждает адекватность вихревой модели атома и электростатической модели упругого взаимодействия. Кроме того, по результатам расчёта по вихревой модели можно сделать заключение об аналогии формул Кулона (3) и Ньютона (4) и тождественности электрического заряда и массы. Аналогия формул Кулона и Ньютона показывает, что причиной, физической сущностью гравитации является центростремительное ускорение, вызванное совместным вращательным и орбитальным движением рассматриваемого элемента. Причиной, физической сущностью электростатического взаимодействия (электрического заряда) является гравитация. В этом смысле магнетон Бора является попыткой объединить механику и электростатику, т.е. тождественности понятий «масса» и «электрический заряд».

Результаты расчета упругих характеристик по формулам (1),(2) и (3): модуля упругости, коэффициента Пуассона и тангенциальной составляющей предела упругости для монокристаллов некоторых металлов приведены в таблице.

Таблица

Упругие характеристики монокристаллов

Наименование параметра	Обозначение элемента, плоскость	Величина параметра		Расхождение, %
		расчетная	экспериментальная	
Модуль упругости, ГПа	Fe (100)	136,4	132 [4]	3,3
	Ag (100)	39,4	44 [4]	10,5
	Cu (111)	185,3	194 [4]	4,5
Предел упругости, МПа	Fe (100)	711	600 [5]	18,5
	Ag (100)	172	160 [6]	7,5
	Cu (111)	701	640 [7]	9,5
Коэффициент Пуассона	Fe	0,308	0,300 [8]	2,7
	Ag	0,404	0,370 [8]	9,1
	Cu	0,377	0,350 [8]	7,7

Из таблицы видно, что результаты расчета дают удовлетворительную сходимость с результатами эксперимента. Так, расчетное значение тангенциальной составляющей предела упругости серебра Ag в плоскости (100) составляет 172 МПа, а экспериментальное – 160 МПа, расхождение расчета – 7,5 %.

Получены результаты расчета упругих и прочностных характеристик для: матриц эвтектических композитов на основе Ni, Fe, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W; армирующих фаз типа TaC, NbC, соответствующих результатам экспериментов других авторов с погрешностью от 0,5 до 19,5 %. Эти результаты являются начальным этапом оценки напряженно – деформированного состояния рабочей лопатки турбины.

Таким образом, исходные расчётные данные для оценки напряжённо-деформированного состояния лопатки формируются в условиях существенного сокращения дорогостоящих экспериментов, что значительно снижает экономические и временные затраты в процессе проектирования лопаток газовых турбин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

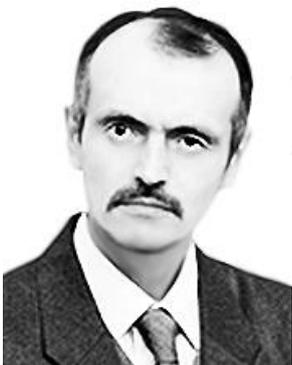
1. Бадамшин, И. Х. Моделирование упругих характеристик нанокompозитов и нанотрубок [Текст] / И. Х. Бадамшин // Композиты и наноструктуры. – Москва, 2011. – №1. – С.18–23.
2. Бадамшин, И. Х. Расчёт коэффициента поперечной деформации (Пуассона) монокристаллов на основе электростатической природы упругости [Текст] / И. Х. Бадамшин // Вестник УГАТУ. – Уфа, 2008. –Т 10. –№ 1(26). –С. 57 – 59.
3. Бадамшин, И. Х. Расчёт предела упругости бездефектных монокристаллов в составе эвтектических композитов [Текст] / И. Х. Бадамшин // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева – Казань, 2011. № 4. –С. 39 – 44.
4. Свойства элементов [Текст]. В двух частях. Ч.1. Физические свойства: Справочник. 2-е изд. –М.: Металлургия, 1976. –600 с.
5. Бокштейн, С. З. Особенности упрочнения металлических и неметаллических нитевидных кристаллов [Текст] / С. З. Бокштейн, С. Т. Кишкин, М. П. Назарова, И. Л. Светлов// В кн.: Процессы диффузии, дефекты структуры и свойства металлов. Под ред. А. Т. Туманова. –М.: Металлургия, 1972. – С.222.
6. Бережкова, Г. В. Нитевидные кристаллы [Текст] / Г. В. Бережкова. –М.: Наука,

1969. – 160 с.

7. Светлов, И. Л. Машина для механических испытаний нитевидных кристаллов (усов) [Текст] / И. Л. Светлов // Заводская лаборатория. –1964. –№9. –С. 1133–1136.

8. Бобылев, А. В. Механические и технологические свойства металлов [Текст]: Справ. изд. / А. В. Бобылев. –М.: Металлургия, 1987. –208 с.

ОБ АВТОРЕ



Бадамшин Ильдар Хайдарович, проф. каф. авиац. двигателей, д-р техн. наук по дин. и проч. маш и приб.. (УГАТУ, 2010).
Иссл. в обл. испытаний и прочности ГТД.

УДК 629.736

ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ СЕРИЙНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Могильницкий Е.А., Гиззатуллин И.И., Гишваров А.С.

Переход на эксплуатацию энергетических установок (ЭУ) по техническому состоянию невозможен без эффективной системы обслуживания, включающей диагностику и прогнозирование состояния, позволяющие обнаруживать неисправности установки до наступления катастрофического состояния [1].

Опыт эксплуатации ЭУ показывает, что информационный потенциал контролируемых параметров, несущих информацию об объекте диагностирования используется не в полной мере, т.е. речь идет о недоиспользованной возможности учета информационной значимости контролируемых параметров и методов диагностики, позволяющих более точно определить состояние объекта. Эффективность диагностики энергоустановки повышается, если заранее известны все возможные ее состояния, основанные на априорных статистических данных и вероятностей проявления состояний, а также диагностические признаки этих состояний [4].

Повышение достоверности диагностики ЭУ возможно на основе оптимального выбора методов диагностики с учетом информационной ценности контролируемых в эксплуатации параметров, а также на использовании параметров, обладающих максимальной информативностью, дополняющие и уточняющие друг друга. Для решения задач диагностики состояния дано обоснование применения информационной энтропии К.Шеннона. Смысл сводится к следующему. В теории связи используется два определения К.Шеннона понятия «информация»: одно из них совпадает с энтропией Больцмана и является фактически мерой неопределенности системы при статистическом описании; второе выражается через разность значений безусловной и условной энтропии. Конкретизация второго определения позволяет ввести меру информации о состоянии систем энергоустановки в зависимости от значений управляющих параметров.

Предложенная К. Шенноном мера предназначалась для анализа сообщений,

передаваемых по каналам связи, и является чрезвычайно удобной по причине простоты ее вычисления; аддитивности по отношению к последовательно поступающим сообщениям; сходства с важной физической величиной – термодинамической энтропией. Применительно к техническим изделиям типа энергетических установок на базе авиационных ГТД она становится единственной и универсальной мерой количества информации.

Полная информационная энтропия К.Шеннона определяется по формуле [2,3]:

$$H_0 = -\sum_{j=0}^r P(D_j) \cdot \ln P(D_j). \quad (1)$$

где $P(D_j)$ – вероятность нахождения объекта диагностирования в состоянии D .

Очередной контроль признака состояния ЭУ в эксплуатации ведет к снижению энтропии, поскольку несет информацию о состоянии объекта. Средняя условная энтропия энергетической установки после регистрации признаков состояния определяется по формуле:

$$H_i = P(d_{K_i}) \cdot H(d_{K_i}) + P(\bar{d}_{K_i}) \cdot H(\bar{d}_{K_i}), \quad (2)$$

где $P(d_{K_i})$ и $P(\bar{d}_{K_i})$ – соответственно вероятности получения результатов о состоянии ЭУ «в норме» и «не в норме»; $H(d_{K_i})$ и $H(\bar{d}_{K_i})$ – соответствующие данным результатам условные энтропии. Значения $P(d_{K_i})$ и $P(\bar{d}_{K_i})$ определяются, используя матрицу состояний по формулам:

$$P(d_{K_i}) = \sum_{j \in \Omega_i} P(D_j); \quad P(\bar{d}_{K_i}) = \sum_{j \in \bar{\Omega}_i} P(D_j), \quad (3)$$

где $\Omega_i = [j: W_{ij} = 0]$ – множество индексов, составленное из номеров столбцов j , имеющих символы 0 на пересечении с i -ой строкой матрицы W . Энтропия состояния ЭУ после проведения диагностирования по признаку K_i определяется по формулам:

$$\begin{aligned} H(K_i) &= -\sum_{j \in \Omega_i} P(D_j/K_i) \ln P(D_j/K_i); \\ H(\bar{K}_i) &= -\sum_{j \in \bar{\Omega}_i} P(D_j/\bar{K}_i) \ln P(D_j/\bar{K}_i), \end{aligned} \quad (4)$$

где $\sum_{j \in \Omega_i} P(D_j/K_i)$, $\sum_{j \in \bar{\Omega}_i} P(D_j/\bar{K}_i)$ – условные вероятности, соответствующие различным результатам диагностирования по признаку K_i , определяются формулами Байеса [5]:

$$P(D_j/K_i) = \frac{P(D_j)}{\sum_{j \in \Omega_i} P(D_j)}; \quad P(D_j/\bar{K}_i) = \frac{P(D_j)}{\sum_{j \in \bar{\Omega}_i} P(D_j)}. \quad (5)$$

Подставляя (4), (5) в (2), определяется количество информации, полученное в результате диагностирования ЭУ по признаку K_i :

$$I(K_i) = H_0 - H_i(K_i). \quad (6)$$

Оценим информативность диагностических признаков для наземной ЭУ АЛ-31СТ.

Было исследовано 47 ЭУ АЛ-31СТ. Произведем необходимые расчеты условной энтропии К.Шеннона и информативности рассматриваемого признака, реагирующего на указанные состояния.

Обработкой статистических данных были определены интервалы наработки ЭУ, наиболее подверженные неисправностям.

Ввиду того, что исходные вероятности состояний ЭУ являются функциями времени, процедура определения совокупности наиболее информативных признаков выполняется для нескольких значений t в интервале $(0; T_c)$, где T_c - время работы системы.

Вероятность отказа в каждой из подсистем подчиняется экспоненциальному закону, т.е:

(7)

$$P_i(t) = 1 - e^{-\lambda_i \cdot t}, (i = 1, 2, \dots, 4),$$

где $\lambda_i(t)$ – интенсивности отказов.

В интервале наработки от 0 до 3000 часов наиболее часто встречаются отказы масляной (МС) и топливной систем (ТС), в интервале наработки от 3000 до 6000 часов - отказы ТВД, в заключительном интервале, от 6000 до 8000 часов также проявляются все описанные выше отказы и добавляются отказы системы механизации компрессора.

Оценка средней условной энтропии за весь период эксплуатации

Время работы энергетической установки - 3000 часов. Энергоустановка может находиться в одном из трех состояний (D_0, D_1, D_2):

- 1) все системы исправны (D_0);
- 2) неисправность МС (D_1 ; $\lambda_1 = \lambda_{МС} = 1,6 \cdot 10^{-4}$);
- 3) неисправность ТС (D_2 ; $\lambda_2 = \lambda_{ТС} = 1,68 \cdot 10^{-4}$).

Средние значения вероятностей реализации каждого из состояний в интервале наработки 0...3000 часов:

$$P_0 = \frac{1}{t(\lambda_1 + \lambda_2)} = 1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}; P_0 = 0,634; P_1 = 0,155; P_2 = 0,156.$$

Энтропию исходного состояния ЭУ определяем по формуле:

$$H_0 = -(P_0 \ln(P_0) + P_1 \ln(P_1) + P_2 \ln(P_2)). H_0 = 0,867292.$$

Допустим, что состояние ЭУ однозначно характеризуется значением десяти признаков K_1, \dots, K_{10} . Тогда матрица состояний будет иметь вид (таблица 1).

Средняя условная энтропия состояния энергетической установки при условии изменения признака K_1 определяется по формуле:

$$H_{K_1} = (P_0 + P_2) \cdot \left(-\frac{P_0}{P_0 + P_2} \ln\left(\frac{P_0}{P_0 + P_2}\right) + \left(-\frac{P_2}{P_0 + P_2} \ln\left(\frac{P_2}{P_0 + P_2}\right)\right) \right);$$

$$H_{K_1} = 0,392; H_{K_2} = 0,813; H_{K_4} = 0,390; H_{K_9} = 0,215; H_{K_1} = H_{K_3} = H_{K_5} = H_{K_6} = 0,392;$$

$$H_{K_2} = H_{K_7} = H_{K_8} = 0,813; H_{K_9} = H_{K_{10}} = 0,215.$$

Время работы ЭУ - 6000 часов. ЭУ может находиться в одном из четырех состояний (D_0, D_1, D_2, D_3):

- 1) все системы исправны (D_0);
- 2) неисправность МС (D_1 ; $\lambda_1 = \lambda_{МС} = 1,09 \cdot 10^{-4}$);
- 3) неисправность ТС (D_2 ; $\lambda_2 = \lambda_{ТС} = 1,21 \cdot 10^{-4}$);
- 4) неисправность ТВД (D_3 ; $\lambda_3 = \lambda_{ТВД} = 0,7 \cdot 10^{-4}$).

Таблица 1

Признак состояния энергетической установки	Состояние установки		
	D_0	D_1	D_2
1. K_1 (повышение температуры масла в линии от качки из опоры турбины более чем на 10°C при неизменном режиме ($N_{ст} = \text{const}$))	0	1	0
2. K_2 (повышение температуры газов перед СТ (T_4) более чем на 20°C при неизменном режиме ($N_{ст} = \text{const}$) и постоянной температуре на входе в энергоустановку ($T_1 = \text{const}$))	0	0	0
3. K_3 (повышенный расход масла (более $0,5$ кг/час))	0	1	0
4. K_4 (высокий разброс показаний температуры газов перед СТ ($\Delta T_4 > 110^{\circ}\text{C}$))	0	0	1
5. K_5 (увеличение перепада давления на фильтрах в линии нагнетания и от качки на величину $0,2 \dots 0,3$ кг/см ² за время $0 \dots 24$ часа)	0	1	0

6. K_6 (выбег роторов, сек)	0	1	0
7. K_7 (рассогласование задания и положения клапана перепуска воздуха (КПВ), α_3)	0	0	0
8. K_8 (рассогласование задания и положения направляющих аппаратов (НА) КВД, α_2)	0	0	0
9. K_9 (негерметичность)	0	1	1
10. K_{10} (неисправность датчиков (отказ каналов измерения))	0	1	1

Средние значения вероятностей реализации каждого из состояний в интервале наработки 0...6000 часов:

$$P_0 = 1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)t}; P_0 = 0,837; P_1 = 0,131; P_2 = 0,148; P_3 = 0,081.$$

$$\text{Энтропия исходного состояния ЭУ равна: } H_0 = -\left(\sum_{j=0}^4 P_j \ln(P_j)\right); H_0 = 0,900949.$$

Время работы ЭУ - 8000 часов. ЭУ может находиться в одном из четырех состояний (D_0, D_1, D_2, D_3, D_4):

- 1) все системы исправны (D_0);
- 2) неисправность МС ($D_1; \lambda_1 = \lambda_{МС} = 1,05 \cdot 10^{-4}$);
- 3) неисправность ТС ($D_2; \lambda_2 = \lambda_{ТС} = 1,03 \cdot 10^{-4}$);
- 4) неисправность ТВД ($D_3; \lambda_3 = \lambda_{ТВД} = 0,7 \cdot 10^{-4}$);
- 5) неисправность системы механизации компрессора ($D_4; \lambda_4 = \lambda_{СМК} = 0,00002$).

Средние значения вероятностей реализации каждого из состояний в интервале наработки 0...8000 часов:

$$P_0 = 1 - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4)t}; P_0 = 0,91; P_1 = 0,127; P_2 = 0,124; P_3 = 0,082; P_4 = 0,02.$$

Результаты расчета условной энтропии сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Состояние энергетической установки	Наработка установки		
	$t=3000$ ч	$t=6000$ ч	$t=8000$ ч
Повышение температуры масла в линии откачки из опоры турбины более чем на 10°C при неизменном режиме ($N_{ст} = \text{const}$)	0,392	0,558	0,618
Повышение температуры газов перед СТ (T_4) более чем на 20°C при неизменном режиме ($N_{ст} = \text{const}$) и постоянной температуре на входе в энергетическую установку ($T_1 = \text{const}$)	0,813	0,82	0,881
Повышенный расход масла (более 0,5 кг/час)	0,392	0,558	0,618
Высокий разброс показаний температуры газов перед СТ ($\Delta T_4 > 110^{\circ}\text{C}$)	0,390	0,531	0,623
Увеличение перепада давления на фильтрах в линии нагнетания и откачки на величину 0,2...0,3 кг/см ² за время 0...24 часа	0,392	0,558	0,618
Выбег роторов, сек	0,392	0,558	0,618
Рассогласование задания и положения клапана перепуска воздуха (КПВ), α_3	0,813	0,919	0,919
Рассогласование задания и положения направляющих аппаратов КВД (НА КВД), α_2	0,813	0,919	0,919
Негерметичность	0,215	0,466	0,528
Неисправность датчиков (отказ каналов измерения)	0,215	0,466	0,528
Исходная энтропия H_0	0,867	0,901	0,89

Расчет количества информации выполняем по формуле:

$$I(K_i) = H_0 - H_i(K_i).$$

Результаты расчетов приведены в таблице 3 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 3

Количество информации	$t = 3000$ ч	$t = 6000$ ч	$t = 8000$ ч
$I(K_1)$	0,475	0,343	0,272
$I(K_2)$	0,054	0,08	0,009
$I(K_3)$	0,475	0,343	0,272
$I(K_4)$	0,477	0,37	0,267
$I(K_5)$	0,475	0,343	0,272
$I(K_6)$	0,475	0,343	0,272
$I(K_7)$	0,054	0	0
$I(K_8)$	0,054	0	0
$I(K_9)$	0,652	0,435	0,568
$I(K_{10})$	0,652	0,435	0,568

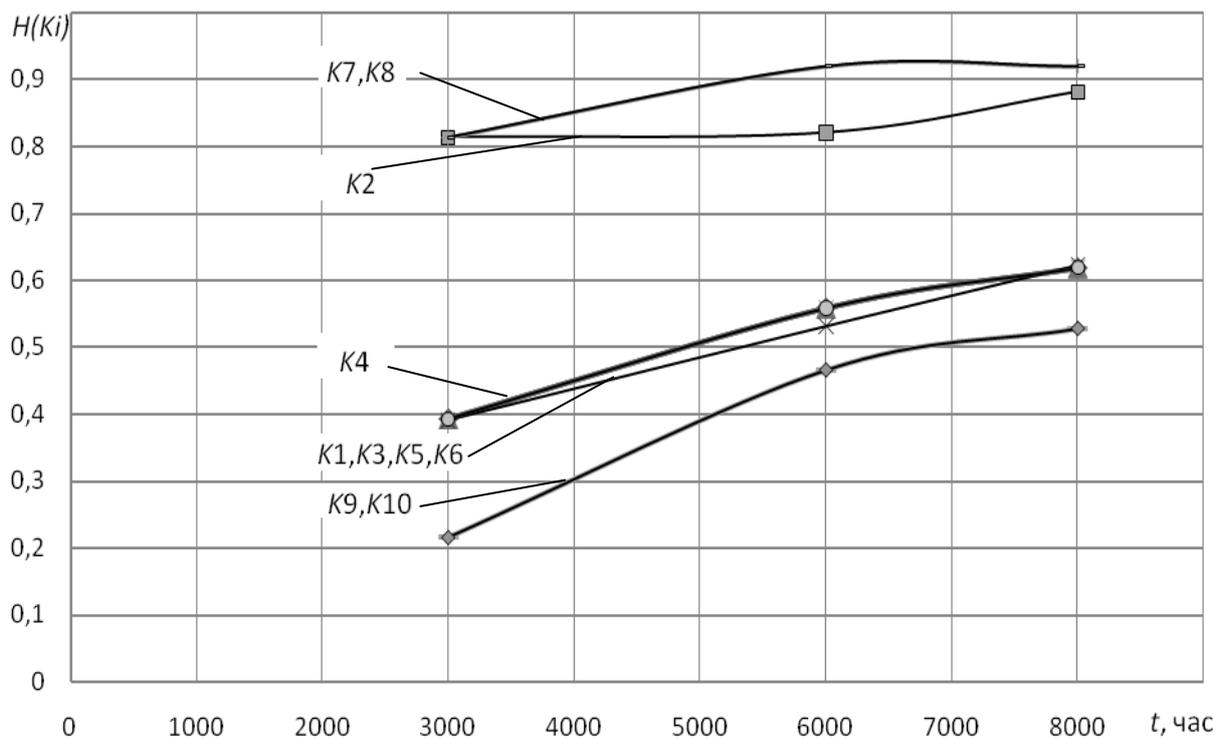


Рис. 1. Изменение информационной энтропии энергетической установки АЛ-31СТ по наработке

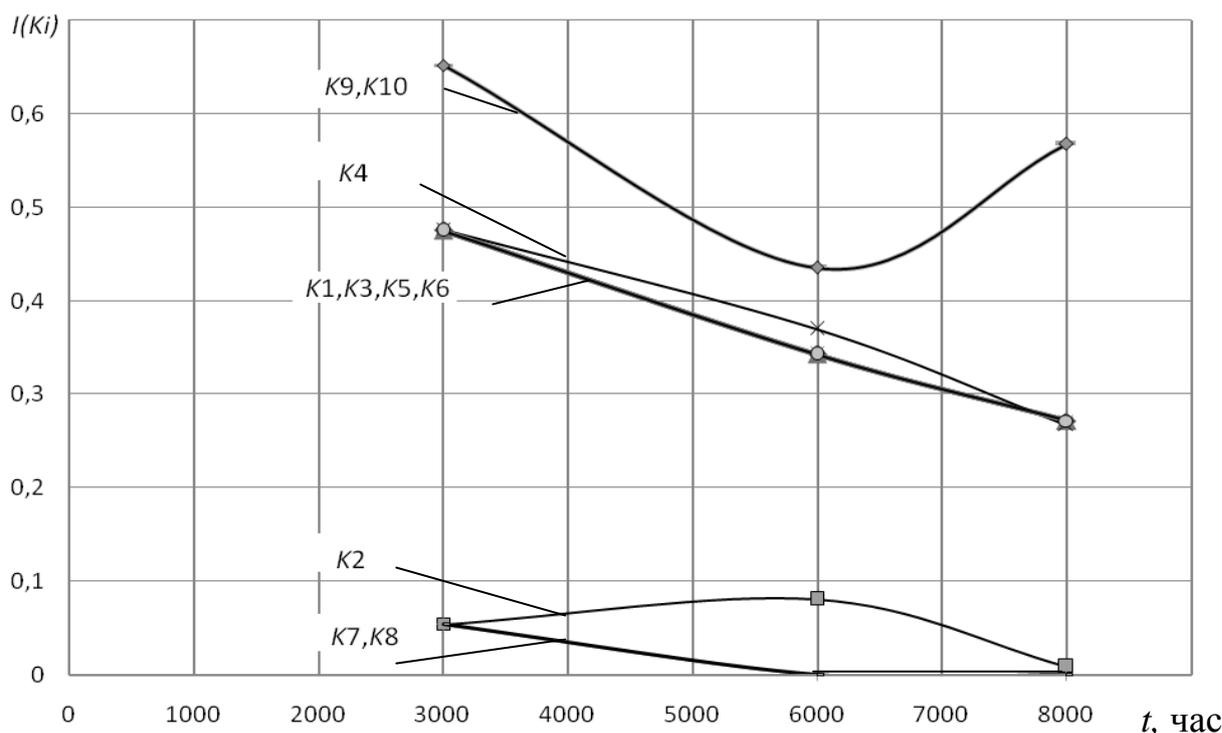


Рис. 2. Изменение информативности признаков состояния энергетической установки АЛ-31СТ по наработке

Выводы

1. В интервале наработки 0...8000 ч наиболее информативными признаками являются K_9 (негерметичность) и K_{10} (неисправность датчиков - отказ каналов измерения);

2. По мере наработки информативность всех признаков падает, за исключением признаков K_9 (негерметичность) и K_{10} (неисправность датчиков (отказ каналов измерения)), информативность которых до наработки 6000 ч падает на 34 %, а далее возрастает на 33 % относительно наработки $\tau = 6000$ часов. В данном случае снижение информативности признаков может быть связано с недостатком данных по отказам ЭУ АЛ-31СТ;

3. Крайне низкую информативность имеют признаки K_7 (рассогласование задания и положения клапана перепуска воздуха, α_3) и K_8 (рассогласование задания и положения направляющих аппаратов КВД, α_2). Также низкой является информативность признака K_2 (повышение температуры газов перед СТ более чем на 20°C при неизменном режиме ($N_{\text{ст}} = \text{const}$) и постоянной температуре на входе в двигатель ($T_1 = \text{const}$)).

4. Результаты исследования являются основой для разработки комплексной методики оценки и прогнозирования состояния ЭУ АЛ-31СТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. М.: Машиностроение, 1978.
2. Машошин О.Ф. Оптимизация процессов диагностирования авиационной техники с использованием критериев информативности. М.: В сб. научн. трудов конф. ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 2002.
3. Машошин О.Ф. Интерпретация теории К.Шеннона в классификационных задачах информационной диагностики авиадвигателей. М.: Научный вестник МГТУ ГА №80, серия: эксплуатация воздушного транспорта и ремонта АТ, безопасность полетов, 2004.
4. Пивоваров В.А. Прогрессивные методы технической диагностики. М.: РИО МГТУГА, 1999.

5. Сборник задач по теории вероятностей, математической статистике и теории случайных функций // под ред. А.А.Свешникова – М.: Наука, 1970. 656с.

ОБ АВТОРАХ



Могильницкий Евгений Анатольевич, аспирант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2007).



Гиззатуллин Ильшат Ильфирович, студент факультета авиационных двигателей, специальность «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей».



Гишваров Анас Саидович, научный руководитель работы, профессор, зав. каф. авиационных двигателей, инженер-механик по авиационным двигателям, УАИ, 1973. доктор технических наук, специальность «Тепловые двигатели летательных аппаратов», УГАТУ, 1993, Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан.

УДК 621.45.013

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МАССЫ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТУРБИНЫ

Кривошеев И.А., Завьялов Р.А., Хохлова Ю.А.

При проектировании того или иного узла авиационного двигателя неизбежно встает вопрос об оценке массы предполагаемой конструкции. Для летательного аппарата (ЛА) такие показатели, как масса двигателя и его узлов, экономичность двигателя (влияющая на потребный запас топлива и на взлетную массу ЛА) являются одними из основных. В частности, при проектировании такого ответственного узла как газовая турбина, учет массы конструкции является основным фактором, показателем совершенства полученной конструкции. Для оценки массы существуют различные подходы. Соответственно, на разных стадиях проектирования могут быть использованы и являются продуктивными разные модели расчета массы.

На начальной стадии проектирования турбины приходится оценивать массу с учетом проектных термогазодинамических и некоторых геометрических параметров. В то же время важно правильно оценивать величину массы турбины, так как от нее зависят оценки массы силовой установки, эффективности ее при различных сценариях эксплуатации летательного аппарата, себестоимости изготовления и ремонта. На данном этапе еще нет компоновки турбины, производится выбор геометрии проточной части.

Оценка массы турбины на различных этапах проектирования ГТД

Наиболее известным и широко применяемым методом оценки массы турбины *на этапе выбора проточной части* является применение эмпирической формулы НАСА [1], зависимость массы конструкции от частоты вращения и диаметра проточной части (без учета массы вала):

$$M = K_0 N D_{cp}^{2.5} U_{cp}^{0.6}, \quad (1)$$

где D_{cp} - средний диаметр, м;
 U_{cp} - окружная скорость, м/с;
 N - количество ступеней;
 K_0 - эмпирический коэффициент;

Эмпирический коэффициент в этой формуле отражает конструктивные особенности турбины. Именно необходимость его задания является главной проблемой данного подхода, который оказывает значительное влияние на точность получаемого результата.

Для этапа, *когда в рамках проточной части уже выделены лопаточные венцы* и ведется *оптимизация* путем изменения формы проточной части, высоты и ширины лопаточных венцов, осевых и радиальных зазоров, авторами данной статьи разрабатываются альтернативные подходы к оценке массы. Они основаны на исследовании влияния тех или иных геометрических параметров турбины, с заданными характеристиками, на массу лопаточных венцов, ротора, корпуса и турбины в целом. Особенно эффективны эти методы, если для одного из вариантов при оптимизации турбины масса уже определена (по прототипу, по 3D-модели...). Тогда разрабатываемые методы позволяют получить необходимые коэффициенты влияния изменения различных параметров на величину массы турбины. При этом можно использовать известную зависимость, что в некотором диапазоне изменения геометрических параметров отношение массы лопаточных венцов к массе турбины в целом является величиной примерно постоянной (хотя для каждой турбины эта константа своя).

Допустим, при оптимизации проточной части турбины требуется сохранение пропускной способности и скоростей потока, тогда площади кольцевых сечений (см. рисунок 1) также сохраняются постоянными. Часто считают, что сохраняется и отношение высоты лопатки к ширине лопаточного венца.

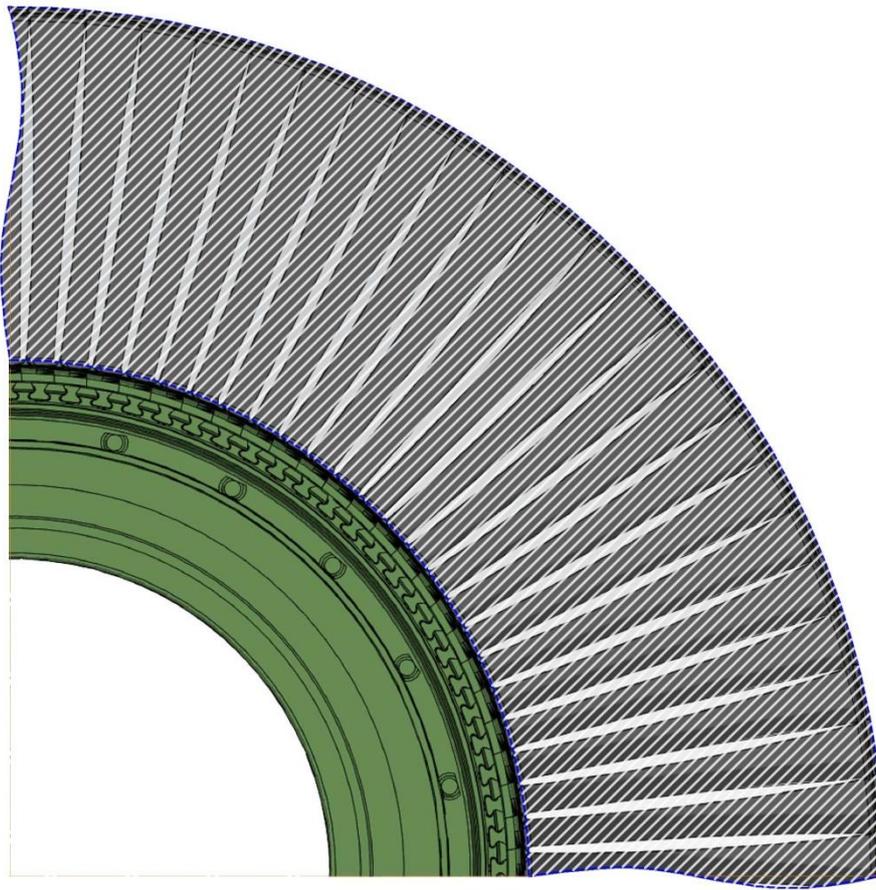


Рис.1. Площадь кольцевого сечения проточной части турбины

Зависимость массы лопаточного венца от высоты проточной части

В первом из предложенных методов используется выявленная зависимость массы лопаточного венца от высоты проточной части. Рассмотрим лопаточный венец. Чтобы определить массу лопаточного венца необходимо определить объем лопатки (масса любой детали является произведением ее объема на плотность материала, из которого она изготовлена). Разбивая лопатку на n -сечений, в каждом из которых мы можем определить площадь сечения (рисунок 2), умножая на известную величину высоту лопатки в месте проведения рассматриваемого сечения, находим объем.

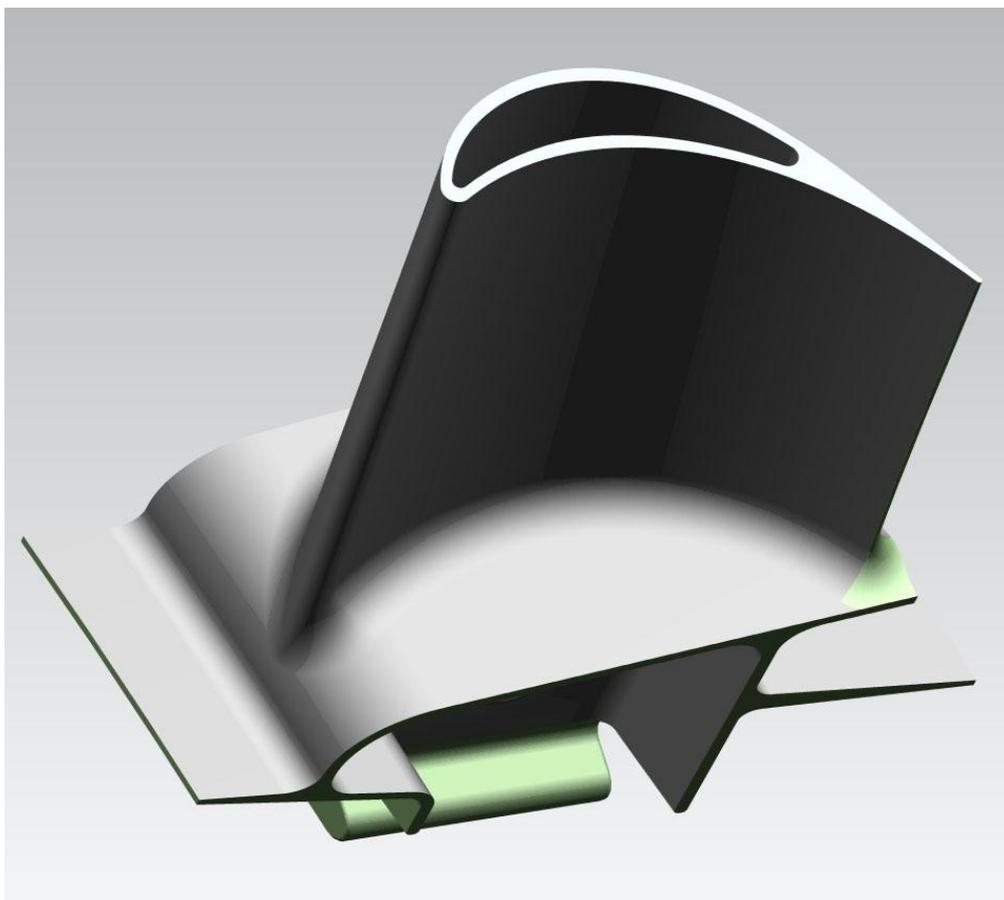


Рис. 2. Сечение лопатки турбины

По имеющимся моделям, зная объемы всех лопаток, можно выявить зависимость высоты лопатки от ее объема (объем пера лопатки).

Для учета массы замковых соединений и бандажных полок лопаток вводится понятие поправочного коэффициента, который определяется также по имеющимся моделям лопаток. Аппроксимируем зависимости «дополнительной» массы прибавляемой к массе пера лопатки. Подобное действие производится отдельно для венцов рабочих лопаток и венцов сопловых аппаратов.

В результате, для определения массы лопаточного венца необходимо проделать несколько простых действий: по известной высоте лопатки вычислить массу пера лопатки, вычислить поправочный коэффициент, и умножить на число лопаток.

Зависимость массы лопаточного венца от среднего диаметра проточной части

Во втором из предложенных методов используется выявленная зависимость массы лопаточного венца от среднего диаметра проточной части. Введем понятие относительного объема лопатки – объем материала лопатки, находящийся в газовом объеме проточной части (см. рисунок 3). Как правило, эта величина составляет $0,2 \dots 0,45$.

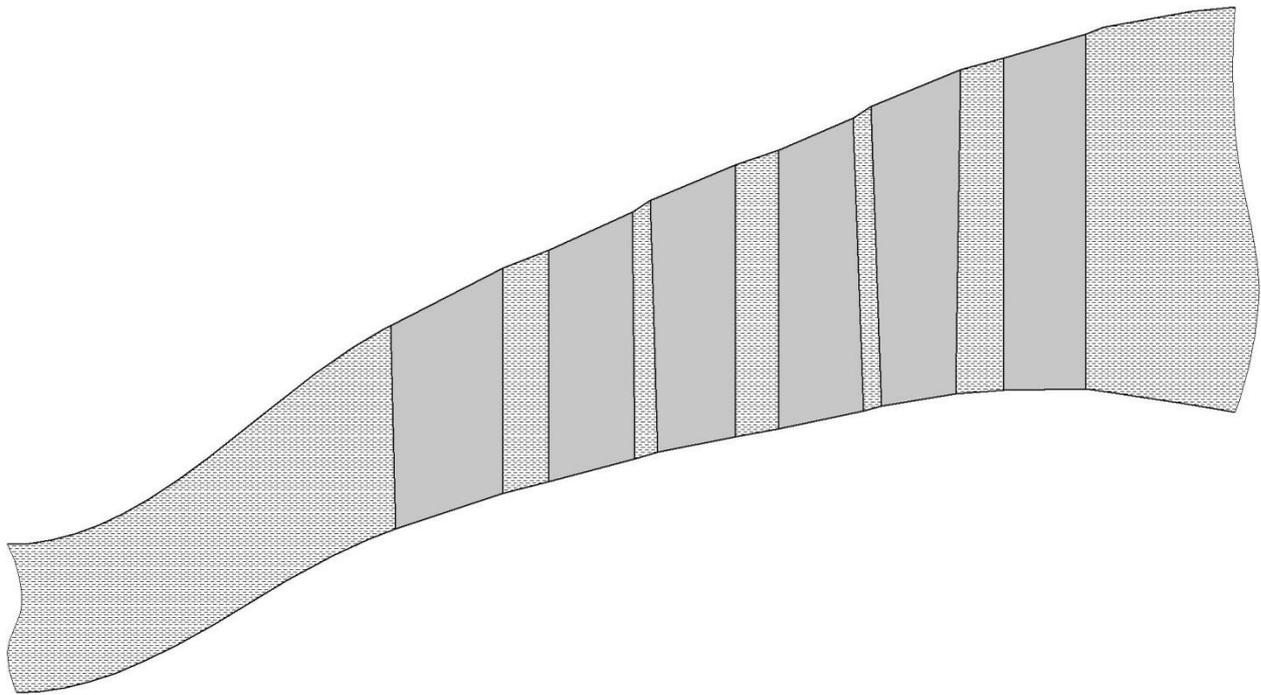


Рис. 3. Лопатки, находящиеся в газовом объеме

Пусть S -ширина лопаточного венца. Представим секцию проточной части турбины занимаемой одним лопаточным венцом (см. рисунок 4), объем этой секции будет равен:

$$V = \frac{\pi}{4} (D_k^2 - D_{em}^2) \bar{S}. \quad (2)$$

Тогда масса лопаточного венца составит часть секции проточной части, представленной относительным объемом лопатки, или

$$M_{ЛВ} = \rho \bar{V} \frac{\pi}{4} (D_k^2 - D_{em}^2) \bar{S}; \quad (3)$$

преобразуем:

$$M_{ЛВ} = \rho \bar{V} \frac{\pi}{4} (D_k - D_{em}) (D_k + D_{em}) \bar{S}; \quad (4)$$

учитывая, что $h = \frac{D_k - D_{em}}{2}$, а $D_{cp} = \frac{D_k + D_{em}}{2}$, получим, что

$$M_{ЛВ} = \rho \cdot \bar{V} \cdot \pi \cdot h \cdot S \cdot D_{cp}. \quad (5)$$

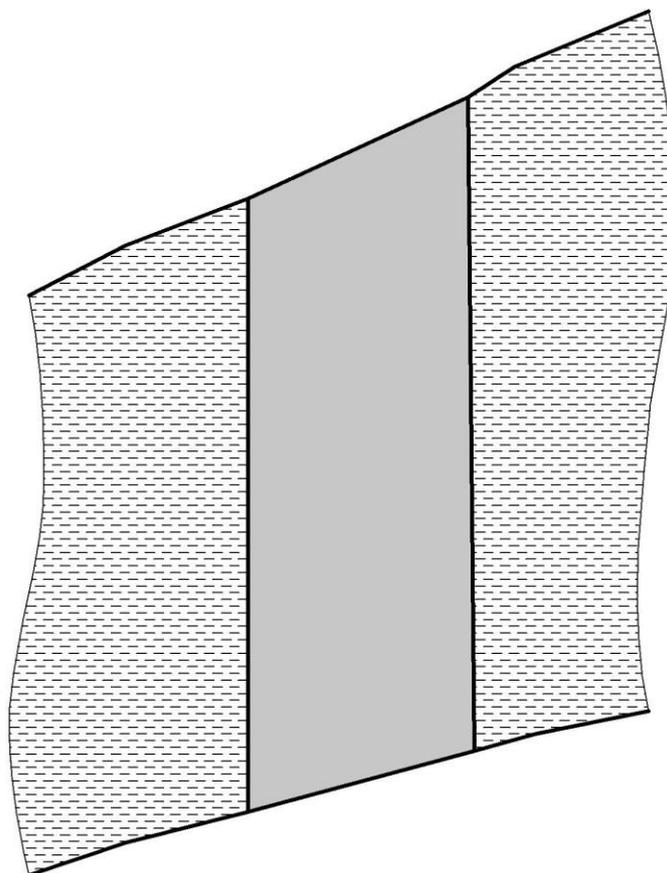


Рис. 4. Секция проточной части

Анализируя полученную формулу можно сделать вывод, что масса лопаточного венца убывает пропорционально квадрату среднего диаметра проточной части, так как величина $(h \cdot s)$ изменяется также пропорционально $D_{ср}$. Это важно для оптимизации.

Для оценки массы турбины предполагается, что масса лопаточного венца (включающая в себя массу пера лопатки, массу замков и бандажных полок) приблизительно равна массе диска:

$$M_{ЛВ} = M_{пера} + M_{замка} + M_{банд.полки} ; \quad (6)$$

$$M_{ЛВ} = M_{д} . \quad (7)$$

На более поздних этапах проектирования для вычисления массы используются геометрические пространственные модели элементов конструкции турбины - лопаток, дисков, корпусов, вала, опор. Это позволяет более точно оценить массу. Однако возможности управления массой на этих стадиях проектирования достаточно ограничены.

Достаточно точный результат можно также получить на более поздних этапах проектирования после построения 3D моделей всех деталей и получения сборки узла, но процесс более трудоемкий и требует значительных временных затрат.

Результаты

Проанализируем полученные результаты, сведенные в таблицу, в которой представлены результаты расчета массы по методу 1, 2 и по формуле NASA. Полученные оценки массы сравниваются со значениями массы, полученными по трехмерным моделям

лопаточных венцов турбины. Рассматриваемые варианты конкретных турбин представлены на рисунке 5.

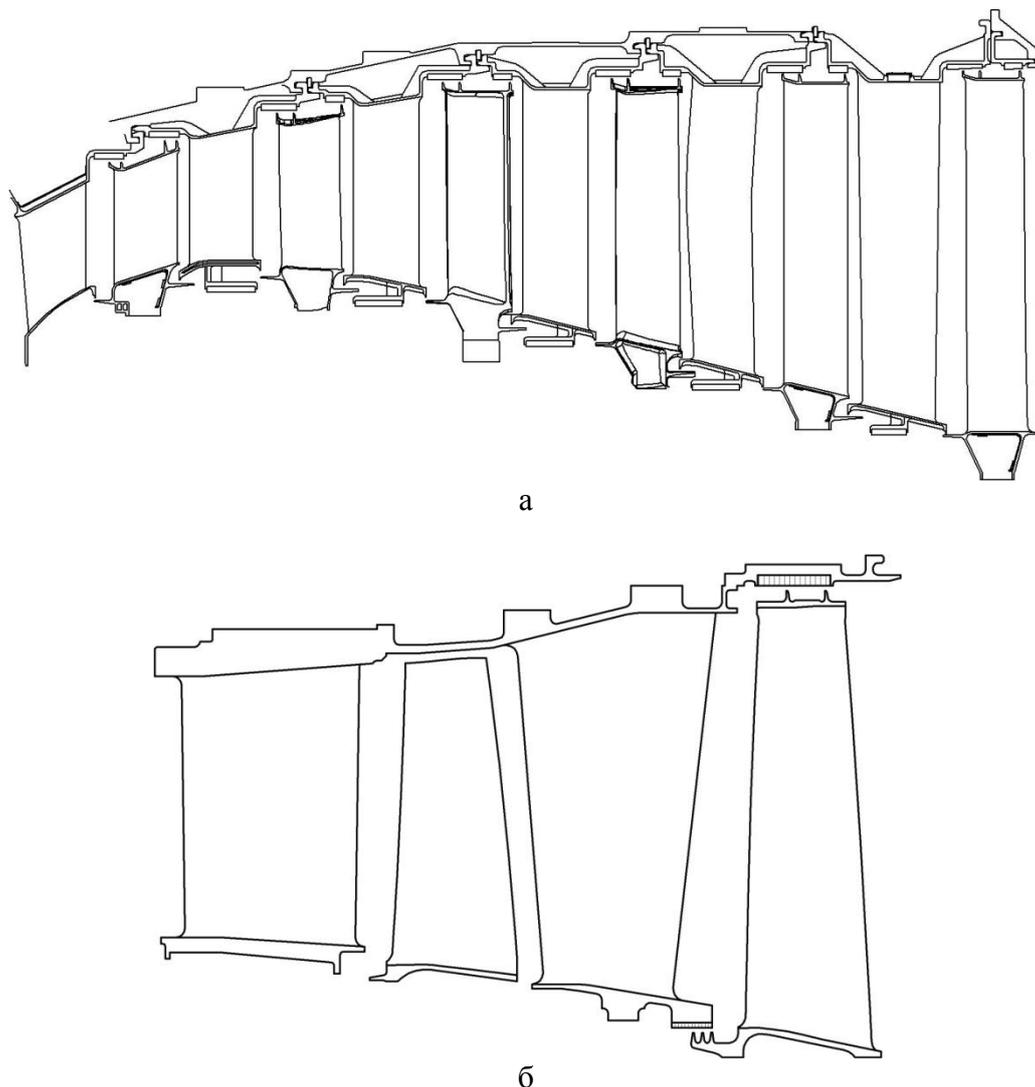


Рис. 5. Проточные части рассматриваемых турбин

Таблица

Результаты расчета		
Метод	Масса турбины вариант 1 (рисунок 5, а), кг	Масса турбины вариант 2 (рисунок 5, б), кг
1	530	120
2	602	117
NASA	645	150
3D модель	580	119

Сравнение предлагаемых авторами методов оценки массы с результатами, полученными после построения 3D моделей, а также с результатами расчета по формуле NASA, позволяет говорить о том, что достигнуто существенное повышение точности расчетов. Поэтому с использованием полученных зависимостей для оценки массы можно значительно повысить точность расчетов массы и более обоснованно выбирать термогазодинамические и геометрические параметры на ранних этапах проектирования турбины. В настоящее время разработанная методика используется при оптимизации

турбины для проектируемого ГТД нового поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Газотурбинные двигатели/** Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л.; ОАО Авиадвигатель, 2006. – 1204 с.
2. **Теория авиационных газовых турбин/** Абианц В.Х.: -3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 246 с.
3. **Газовые турбины: проблемы и перспективы/** Манушин Э.А. М.: Энергоатомиздат, 1986 г. - 168 с.

ОБ АВТОРАХ



Кривошеев Игорь Александрович, проф. каф. авиац. двигателей, декан ФАД УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УАИ, 1976). Д-р техн. наук по тепловым, электроракетным двигателям и энергоустановкам ЛА (УГАТУ, 2001). Исследования в области автоматизированного проектирования авиационных двигателей



Завьялов Рома Алексеевич, аспирант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2010). Исследования в области проектирования лопаточных машин



Хохлова Юлия Андреевна, аспирант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2010). Исследования в области процессов в турбинах авиационных ГТД

УДК 621.43.01

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХФАЗНОГО ТЕЧЕНИЯ В СОПЛЕ КОМПРЕССОР-ФОРСУНКИ

Зиннатуллин Р.Ф. , Шаяхметов В.А., Ахтямов И.И.

В работе [7] сформулированы требования к перспективному (унифицированному) рабочему процессу, который позволит объединить лучшие качества двух типов поршневых двигателей (топливную экономичность дизеля, удельную мощность бензинового) и должен работать на всей номенклатуре современных товарных топлив и топливах из растительного сырья, среди которых наиболее перспективным был признан

обводненный этанол. Одной из проблем реализации унифицированного рабочего процесса является обеспечение надежного воспламенения искровым разрядом различных топлив в широком диапазоне температур окружающей среды и коэффициентов избытка воздуха. Закономерности формирования концентрационных полей в районе искрового разряда до сих пор не изучены. Особую сложность для описания представляет рабочий процесс компрессор-форсунки.

Компрессор-форсунка представляет собой поршневой насос (рис.1), в котором в рабочей полости 2 поршнем 1 осуществляется сжатие смеси топлива с воздухом. При достижении определенного давления смесь через канал 3 впрыскивается в камеру сгорания двигателя.

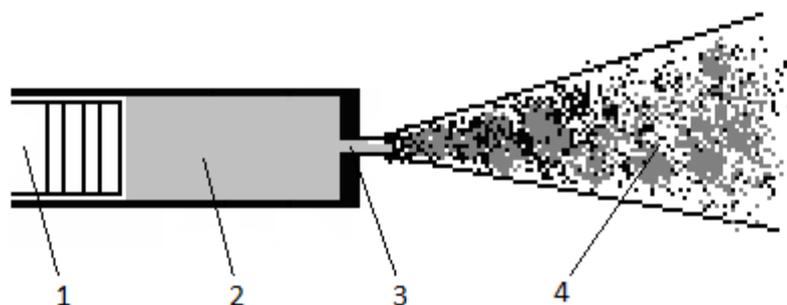


Рис. 1. Принципиальная схема работы компрессор-форсунки:

- 1 – поршень, 2 – рабочая полость,
3 – сопловой канал, 4 – топливоздушный факел.

Условия в рабочей камере компрессор-форсунки таковы, что в конце сжатия давление существенно превышает критические значения компонентов входящих в состав товарных топлив, предназначенных для транспортных ДВС. В таких условиях паровую фазу необходимо рассматривать не как смесь идеальных газов, а как реальный раствор. Жидкую фазу также необходимо рассматривать как реальный топливоздушный раствор, поскольку при больших давлениях растворение воздуха в жидком топливе становится значительным. Для описания этих явлений на кафедре ДВС УГАТУ была создана математическая модель рабочего процесса компрессор-форсунки (далее «специальная модель»). Специальная модель основана на одном из основных направлений математического моделирования парожидкостного равновесия при высоких давлениях – применении единых уравнений состояния для описания свойств сосуществующих равновесных фаз [3, 8]. Применение уравнения состояния дает возможность решения данных задач в строгой постановке, на основе классического положения термодинамики многокомпонентных систем о равенстве химических потенциалов каждого компонента смеси в сосуществующих фазах [3, 8]. Но такой подход не позволяет определить размер капель.

Цели работы:

1. численно определить размер капель на выходе из соплового канала компрессор-форсунки;
2. проверить гипотезу о равновесности параметров течения в выходном сечении канала.

Модели, применяемые в пакете *Star - CD* для описания многофазного течения

Для моделирования двухфазного течения в *Star-CD* применяется лагранжево-эйлеров подход, при котором уравнения сохранения массы, момента и энергии для дисперсной фазы записываются для каждой индивидуальной капли. Основные уравнения для несущей фазы записаны в эйлеровой форме. В качестве модели турбулентности выбрана модель *K-ε*, которая включает в себя уравнение переноса для турбулентной

кинетической энергии K и скорости ее диссипации ε . Данная модель отличается наименьшим временем расчета.

Для сокращения требований к вычислительным ресурсам (связанных с необходимостью расчета лагранжевых уравнений для каждой капли, что затруднительно в случаях с большим количеством капель) более практичен – статистический подход. При этом общая популяция представляется конечным числом частиц, каждая из которых представляет группу элементов, имеющих одинаковые свойства.

Свойства несущей фазы описывались следующим образом: плотность – идеально газовая; вязкость, теплоемкость и теплопроводность – задаются как полиномиальные зависимости от температуры.

Течение в канале сопла компрессор-форсунки характеризуется высокими числами Вебера. Это обусловлено большой разностью скоростей между несущей и дисперсной фазы, также из-за больших размеров капель в начальном участке сопла. Поэтому при моделировании дробления применялись соотношения, разработанные специалистами Sandia National Laboratories (Pilch, Erdman), которые наиболее точно описывают разрушения капель при больших числах Вебера [2].

Модель кипения капель охватывает такие ситуации, когда температура достигает температуры кипения или критической. Если температура капель достигла критической, то капля мгновенно испаряется. При взаимодействии дисперсных элементов со стенкой, элементы идеально отскакивают, без теплообмена со стенкой.

Капля в турбулентном течении подвергается действию поля случайно меняющихся скоростей, которое воздействует на капли с учетом их инерции. Этот процесс моделируется в *Star-CD* с использованием статистического подхода [2]. Статистическая модель подразумевает, что когда капля пересекает поле турбулентного течения, она взаимодействует с последовательностью турбулентных вихрей. Она также подразумевает, что пульсирующая скорость внутри каждого вихря изотропна и подчиняется гауссовой функции плотности вероятности (PDF). Время взаимодействия τ_i считается малым, поэтому скорость капли в вихре постоянна во время этого процесса. Время взаимодействия τ_i берется наименьшей величиной из времени жизни вихря τ_e и времени τ_i , требуемого для пересечения капель вихря.

Модель столкновения капель используемая в *Star-CD* вытекает из работ O'Rourke для общих взаимодействий, но расширена алгоритмом ускорения (Schmidt и Rutland), временем слияния частиц (Amir и Watkins), с дополнительным ограничением (Nordin) и механизмом “объединения ячеек”, позволяющим соударяется группам в соседних ячейках [2].

В пакете *Star-CD* были включены пользовательские программы, разработанные авторами статьи, для задания начальных координат капель и их температур, диаметров и скоростей, теплофизических свойств капель: плотности жидкости, теплоёмкость жидкости, теплоты парообразования, давления насыщенных паров жидкости и поверхностного натяжения.

Для моделирования теплофизических свойств дизельного топлива согласно [2] используем топливо н-додекан $C_{12}H_{26}$. Для нахождения теплофизических свойств жидкости используется относительная температура T_r , относительная температура кипения жидкости T_{rb} , фактор ацентричности ω , определяемые по следующим соотношениям:

$$T_r = \frac{T_d}{T_c},$$

$$T_{rb} = \frac{T_{db}}{T_c},$$

$$\omega = \frac{3}{7} \cdot \frac{T_{rb}}{1 - T_{rb}} \lg p_c - 1,$$

где T_d – температура капли,
 T_{db} – нормальная температура кипения капли.

Для определения плотности жидкости используем метод Ганна и Ямады. Этот метод предназначен для вычисления плотности жидкости только на линии насыщения. Для расчета плотности жидкости используются следующие формулы [8]:

$$\rho_l = \frac{G_l}{v_{sc} f (1 - \omega \chi)}, \quad (1)$$

$$v_{sc} = \frac{RT_c}{P_c} (0,292 - 0,0967\omega),$$

$$\chi = 0,29607 - 0,09045T_r - 0,04842T_r^2,$$

$$f = 0,33593 - 0,33953T_r + 1,51941T_r^2 - 2,02512T_r^3 + 1,11422T_r^4 \quad \text{при } 0,2 \leq T_r^2 \leq 0,8$$

$$f = 1 + 1,3\sqrt{1 - T_r} \lg(1 - T_r) - 0,50879(1 - T_r) - 0,91534(1 - T_r)^2 \quad \text{при } 0,8 < T_r^2 < 1,$$

Для определения теплоемкости, Бонди модифицировал уравнение Роулинсона и получил [8]:

$$\frac{C_{pl} - C_p^\circ}{R} = 2,56 + \frac{0,436}{1 - T_r} + \omega \left[2,91 + \frac{4,28}{T_r \sqrt[3]{1 - T_r}} + \frac{0,296}{1 - T_r} \right] \quad (2)$$

где C_{pl} – теплоемкость жидкости при постоянном давлении,
 C_p° – идеальноегазовая теплоемкость пара жидкости, которая определяется как:

$$C_p^\circ = \frac{c_0 + c_1 T_d + c_2 T_d^2 + c_3 T_d^3 + c_4 T_d^4 + c_5 T_d^5}{G_l},$$

где c_0, c_1, c_2, c_3, c_5 – полиномиальные константы взятые из [1].

Для определения теплопроводности жидкости λ_l был применен метод использующий нормальную температуру кипения [8]

$$\lambda_l = \frac{2,64 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{G_l}} \cdot \frac{3 + 20(1 - T_r)^{2/3}}{3 + 20(1 - T_{rb})^{2/3}}. \quad (3)$$

Теплота парообразования уменьшается с температурой и равна нулю в критической точке (рис. 2). Для корреляции теплоты парообразования с температурой широко используются соотношения Ватсона [8]

$$H_l = H_{lb} \left(\frac{1 - T_r}{1 - T_{rb}} \right)^{0,38}, \quad (4)$$

где H_l и H_{lb} – теплота парообразования при относительной температуре T_r и T_{rb} , соответственно.

Давление насыщенного пара жидкости связано с температурой поверхности жидкости соотношением [4]

$$P_v = \left[\left(\frac{T_d}{\alpha_n} \right)^{1/8} - A_n \right]^8, \quad (5)$$

где p_v – давление насыщенного пара выраженное в атмосферах,
 α_n и A_n – константы, зависящие от типа топлива.

Для углеводорода Н-додекан $\alpha_n = 1,4708 \cdot 10^6$, $A_n = 10,6219$ [4]

Для нахождения поверхностного натяжения σ были применены корреляции, основанные на использовании принципа соответственных состояний [8]:

$$\sigma = P_c^{2/3} T_c^{2/3} Q (1 - T_r)^{11/9}, \tag{6}$$

$$Q = 0,1207 \left(1 + \frac{T_{rb} \ln P_c}{1 - T_{rb}} \right) - 0,281.$$

На рис. 2 представлены графики зависимостей теплофизических свойств (рассмотренных выше) от температуры жидкости.

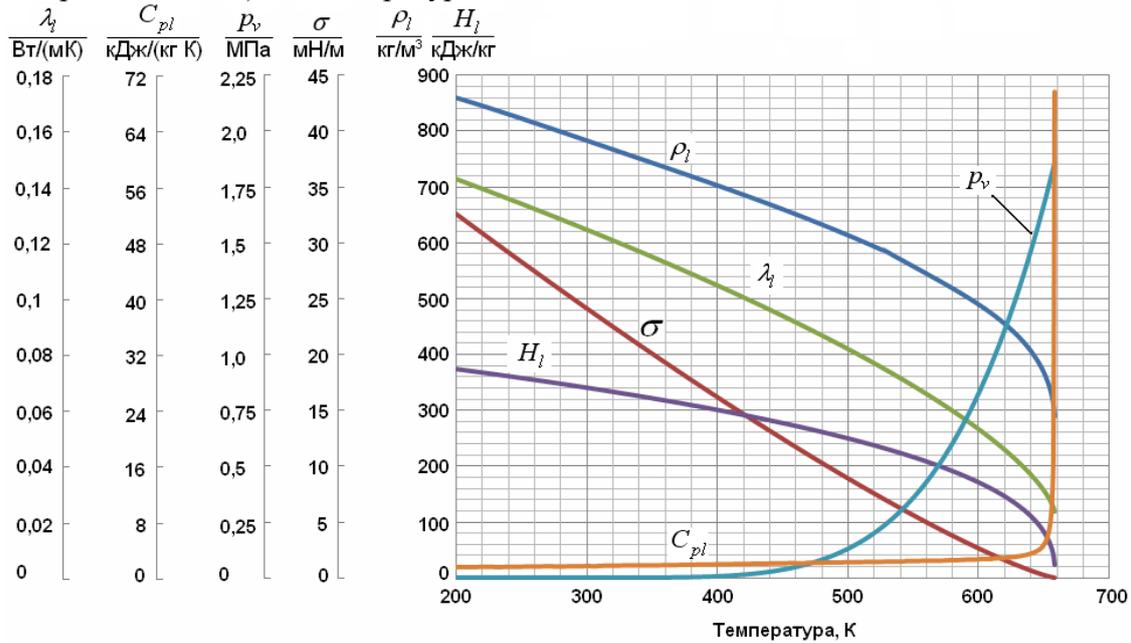


Рис. 2. Графики зависимостей теплофизических свойств от температуры жидкости: λ_l – теплопроводность жидкости, C_{pl} – теплоемкость жидкости, p_v – давление насыщенного пара, σ – поверхностное натяжение, ρ_l – плотность жидкости, H_l – теплота парообразования

Методика и результаты моделирования

Как уже отмечалось, основное дробление капель происходит в сопловом канале компрессор-форсунки. Именно там достигаются наибольшие разности скоростей между несущей фазой и каплями. Расширение смеси в сопловом канале происходит при существенно более низких термобарических параметрах, что позволяет с большей степенью достоверности использовать модель идеального газа, заложенную в *Star-CD* для паровой фазы и модель жидкой фазы с отсутствием растворенного воздуха. В качестве граничных условий на входе в канал использовались результаты расчета сжатия в рабочей полости компрессор-форсунки, полученные по специальной модели.

Диаметр капель в области инициализации (рис. 3) находился по следующей методике. Считая, что расход жидкости равномерно распределён по всей продолжительности впрыска, вычисляем объем жидкости инициализируемый на каждом расчетном шаге. Принимая, что этот объем жидкости сосредоточен в одной капле (наихудший случай), можно вычислить ее диаметр. Для максимально возможного расхода топлива 80 мг/цикл диаметр капли, инициализируемый на каждом расчетном шаге, составляет 159,485 мкм. Расчет в *Star-CD* течения в сопловом канале должен дать пессимистическую оценку процесса дробления капель и релаксации двухфазной среды ввиду не учёта интенсификации процессов взаимодействия за счет выделения из жидкости

растворенной газовой фазы. Размер ячеек выбирался таким, чтобы суммарный объём капель находящихся в ячейке не превышал 40% объёма самой ячейки [2].

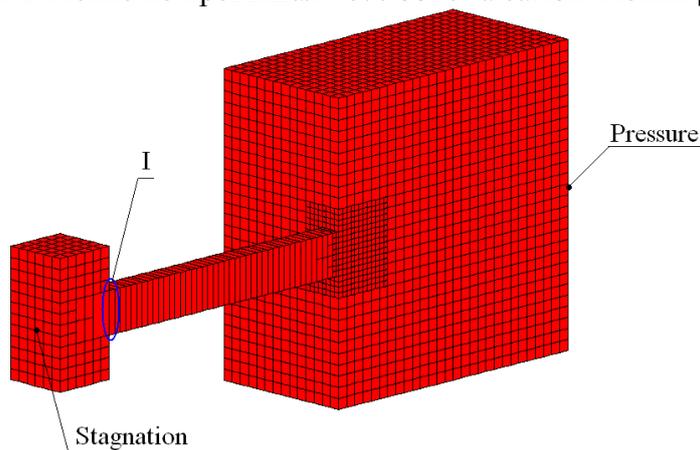


Рис. 3. Расчетная сетка и граничные условия (сечение осевой плоскостью):
I – область инициализаций капель.

Предположение о равномерности распределения жидкости по всей продолжительности впрыска находит подтверждение в статьях [5,6], где исследовалось истечение газожидкостной смеси через цилиндрические каналы с соотношением длины канала к его диаметру большим четырех ($l/d > 4$) с острой входной кромкой при критическом и сверхкритическом перепаде давления. Эксперименты показали, что одной из особенностей течения является отсутствие влияния структуры потока в трубе перед насадком на структуру потока в канале насадка. Несмотря на многообразие структурных форм течения в трубе перед насадком, в выходном сечении насадка устанавливается весьма диспергированный, однородный поток, газосодержание которого мало меняется во времени. Объясняется это достаточно равномерным поступлением жидкой и газовой фаз в насадок. Даже когда к насадку подходит пробка жидкости, то она не занимает всей площади канала, так как вследствие большого градиента перед насадком происходит резкое увеличение скорости газа, и он, отесняя жидкость, прорывается в насадок. Если же перед насадком газовая пробка, то жидкость как бы подсасывается в насадок [5].

Для расчета течения в канале сопла была построена модельная сетка рис. 3. Площадь поперечного сечения канала равна $3,1415 \text{ мм}^2$, длина канала $12,9 \text{ мм}$. Использовались следующие граничные условия рис.2:

stagnation – давление и температура торможения ($p_0 = 20,0 \text{ МПа}$, $T_0 = 495 \text{ К}$);

pressure – температура и давление окружающего пространства ($p_n = 0,1 \text{ МПа}$, $T_n = 293 \text{ К}$).

Капли инициализируются в области I (рисунок 5) на каждом итерационном шаге со следующими параметрами: температура капли 495 К , диаметр капли $159,485 \text{ мкм}$, скорость 0 м/с .

Результаты расчета, на выходе из канала (рисунках 4 – 8):

- диаметр капель менее 10 мкм ,
- средняя температура капель – 490 К ,
- средняя скорость капель – 460 м/с ,
- средняя температура среды – 470 К ,
- средняя скорость среды – 500 м/с .

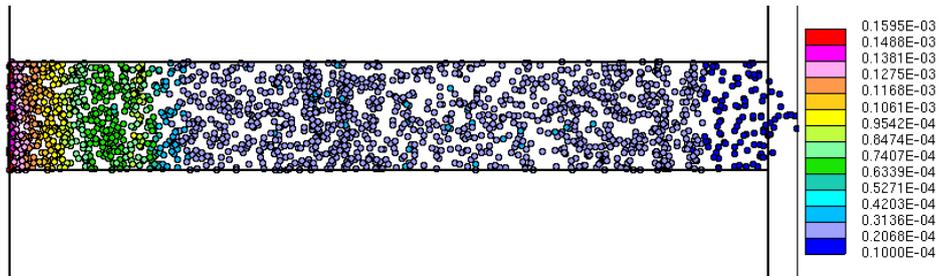


Рис. 4. Диаметры капель

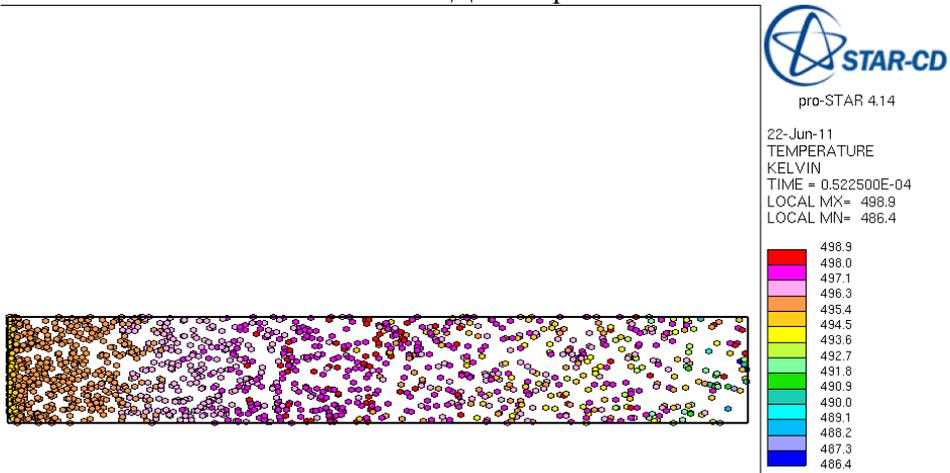


Рис. 5. Температура капель

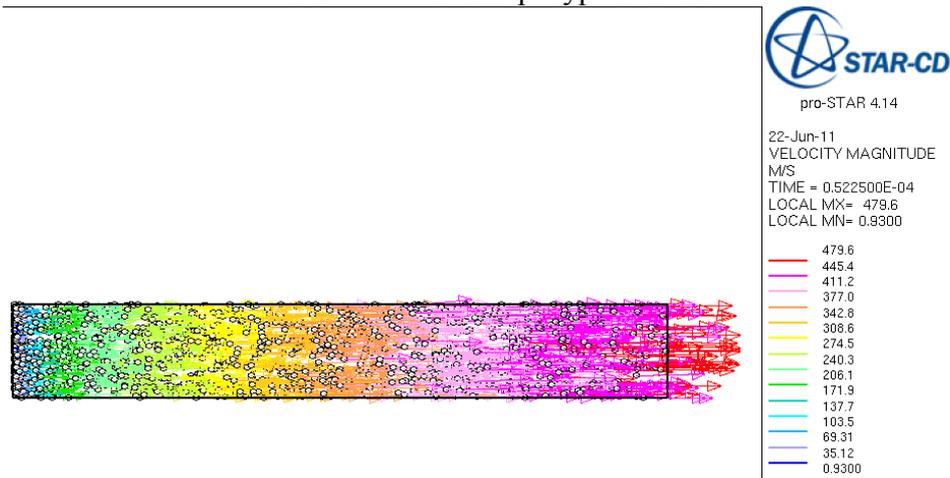


Рис. 6. Скорости капель

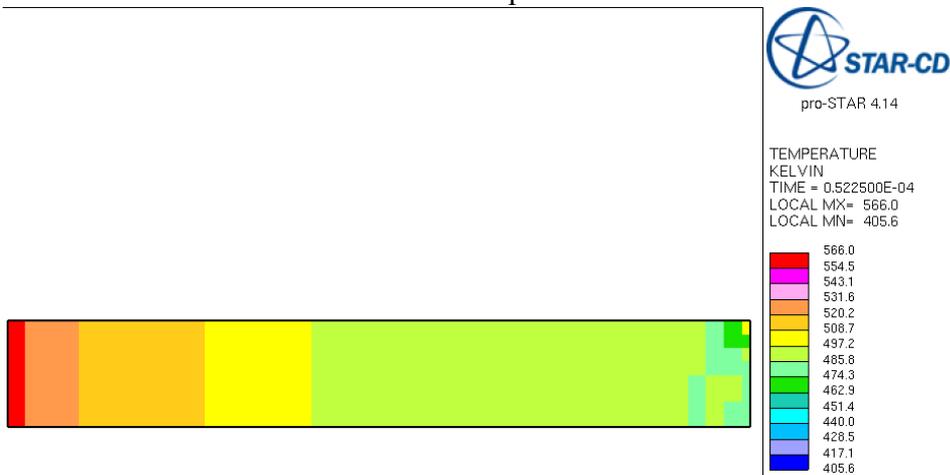


Рис. 7. Распределение температуры несущей фазы

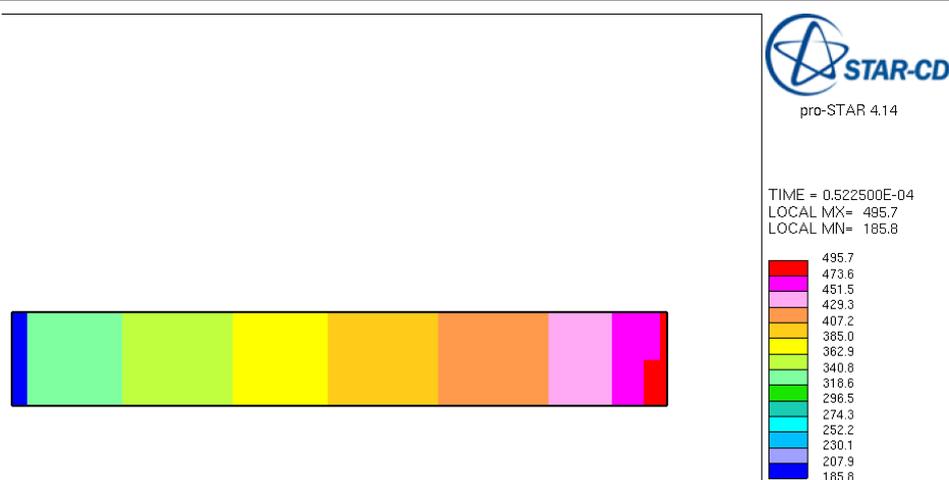


Рис. 8. Распределение скоростей несущей фазы

Сравнивая значения величин скорости и температуры между каплями и несущей фазой на выходе из канала, можно заметить следующее:

- в струе имеет место тепловое равновесие (разница температур составляет менее 8%),
- разница между скоростями фаз в струе незначительна (порядка 12%).

Из рис. 4 видно, что дробление капель происходит в первой половине участка канала, когда ещё разница скоростей между каплями и несущей фазой (рис. 6 и 8) достаточно велика.

Сравнение результатов расчета сопла компрессор-форсунки в *Star-CD* со специальной моделью, показывает, что на выходе из канала: разница температур составляет менее 9%, разница скоростей порядка 25%. Высокую разницу между скоростями можно объяснить тем, что в *Star-CD* несущая фаза моделируется как идеальный газ. Соответственно коэффициент адиабаты среды существенно отличается от реальных условий.

Выводы:

- на выходе из канала сопла течение происходит в условиях близких к равновесному;
- наибольший возможный диаметр капель на выходе из канала сопла составляет 10 мкм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kee, R. J., Rupley, F. M., Meeks, E., and Miller, J. A.: "CHEMKIN-III: A Fortran Chemical Kinetics Package For The Analysis Of Gasphase Chemical And Plasma Kinetics," Sandia National Laboratories Report SAND96-8216 Printed May 1996
2. Methodology Star-CD Version 4.14, Star-CD, 2010
3. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке месторождений нефти и газа. А.И. Брусиловский. - М.: «Грааль», 2002, 575 с.
4. В.Я.Басевич, А.А.Беляев, А.В.Евлапиев, В.С.Посвянский, С.М.Фролов Испарение и горение капли углеводородного топлива. I. Неэмпирическая модель испарения однокомпонентной капли // Химическая физика, 2002, том 21, №3, с. 58-67.
5. Гужов А.И., Медведев В.Ф. Исследование истечения газожидкостной смеси через цилиндрические насадки при критических параметрах//Теплоэнергетика. 1966. №8. С. 81-83.
6. Гужов А.И., Медведев В.Ф. Некоторые особенности истечения газожидкостной смеси через цилиндрические насадки//Теплоэнергетика. 1966. №11. С.68-70.
7. Еникеев Р.Д., Гарипов М. Д. Рабочий процесс перспективного поршневого ДВС/ Р.Д. Еникеев, М. Д. Гарипов // Вестник УГАТУ. 2006. Т.7, №3. – с. 12 – 22.
8. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие/ Пер. с англ. Под ред. Б.И. Соколова.–3-е изд., перераб. и доп.–Л.:Химия, 1982.–592 с., ил.–Нью-Йорк, 1977.

ОБ АВТОРАХ



Зиннатуллин Рустемхан Фагитович, аспирант каф. двигателей внутреннего сгорания УГАТУ, степень бакалавра техники и технологии по направлению «энергомашиностроение» (УГАТУ, 2009), степень магистра техники и технологии по направлению «энергомашиностроение» (УГАТУ, 2011) Исследования рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания.



Шаяхметов Вадим Анасович, студент 3 курса факультета АД группы ДВ-364. Исследования рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания.



Ахтямов Ильнар Ильгамович, студент 3 курса факультета АД группы ДВ-364. Исследования рабочих процессов в поршневых двигателях внутреннего сгорания.

УДК 621.43.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ СЖАТИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВИГАТЕЛЯ

Назмутдинова Г.Р., Шарафиева Л.Ф.

Поршневые двигатели внутреннего сгорания сегодня являются самыми распространёнными тепловыми двигателями, установленная мощность которых составляет 85% от суммарной мощности всех энергоустановок. Наиболее экономичным является дизельный двигатель. Но для обеспечения самовоспламенения топлива, требуются высокие степени сжатия, что имеет свои негативные стороны. Повышенные величины максимального давления и жесткости сгорания цикла требуют более прочной конструкции двигателя и определяют увеличенные нагрузки на детали цилиндропоршневой группы, что приводит к повышенным механическим потерям и увеличению массы двигателя. Поэтому снижение степени сжатия в дизелях дало бы определенные преимущества. Однако это требует решения вопросов, связанных со смесеобразованием и воспламенением.

На кафедре ДВС Уфимского государственного авиационного технического университета получены предварительные экспериментальные результаты, указывающие на возможность осуществления многотопливного бездетонационного рабочего процесса в широком диапазоне степеней сжатия (7 - 15) [1].

При этом имеется возможность реализации качественного регулирования нагрузки. Процесс реализован за счет искрового воспламенения впрыскиваемой вблизи верхней

мертвой точки богатой топливовоздушной струи. В результате повышения давления и температуры, обусловленного сгоранием части топливовоздушной смеси, подожженной искрой, в несгоревшей части происходит (в случае применения низкооктановых топлив) многоочаговое воспламенение и сгорание, характерное для рабочего процесса дизельного двигателя. Такой процесс подвода тепла управляется за счет изменения угла опережения впрыска и момента подачи искры.

Поскольку в данном рабочем процессе устраняются ограничения по степени сжатия, возникает возможность выбора наиболее приемлемого ее значения для транспортного двигателя. В то же время большое влияние на эффективность рабочего процесса оказывают закономерности теплоподвода. Таким образом, целью работы является расчетное исследование влияния степени сжатия и характеристики тепловыделения на эффективные показатели двигателя.

В качестве объекта исследования был выбран четырехтактный дизельный двигатель Д-65Н, поскольку на базе этого двигателя планируется проводить часть экспериментальных исследований предлагаемого рабочего процесса. Степень сжатия исследуемого двигателя в серийном исполнении составляет 17,3.

Расчеты проводились в системе имитационного моделирования (СИМ) «Альбея», разработанной на кафедре ДВС Уфимского государственного авиационного технического университета. Система моделирования позволяет определить индикаторные и эффективные показатели двигателя в любой момент времени [3, 4, 5]. В СИМ «Альбея» в качестве кривой тепловыделения используется уравнение И.И. Вибе, которое описывает процесс сгорания с помощью всего двух параметров: продолжительности и показателя характера сгорания.

Для подтверждения адекватности модели были проведены расчеты параметров цикла и эффективных показателей исследуемого двигателя, которые были сопоставлены с данными индицирования и паспортными характеристиками. Условная продолжительность сгорания была определена из экспериментальных данных и составила 89 градусов угла п.к.в. Наилучшее совпадение расчётных и экспериментальных кривых давления и скорости нарастания давления в цилиндре было получено при значении показателя характера горения $m = -0,12$.

Результаты сопоставления представлены на рис. 1 и в табл. 1.

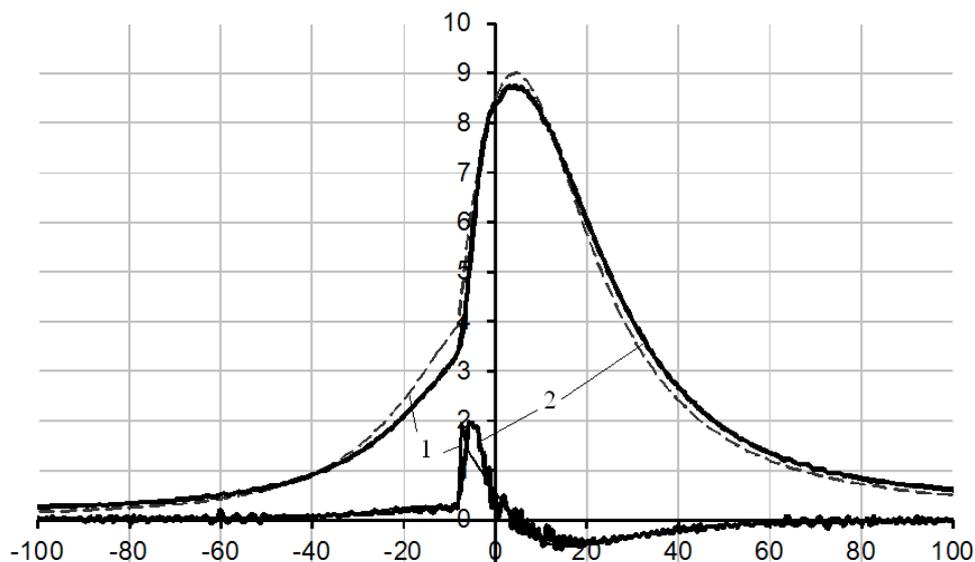


Рис. 1. Диаграммы изменения давления P (МПа) и $dp/d\phi \times 2$ (МПа/град) от угла поворота коленчатого вала ϕ в цилиндре двигателя Д65-Н:
1 – расчет; 2 – эксперимент

Таблица 1

Сравнение расчётных и паспортных эффективных показателей двигателя Д-65Н

Данные двигателя	N_e , кВт	g_e , г/кВт·ч
Паспортные	44,13	0,251
Расчетные	48,83	0,246

Расхождение в расчётных и паспортных данных, приведённых в табл. 1 объясняется тем, что расчётная модель не учитывает потери, обусловленные наличием на реальном двигателе вспомогательных систем и навесных агрегатов (газораспределительный механизм, насос охлаждающей жидкости, вентилятор системы охлаждения и т.д.). Из работы [7] следует, что на привод одних только вентилятора и насоса охлаждающей жидкости затрачивается до 5-10% эффективной мощности двигателя, что примерно соответствует расхождению между расчётными и паспортными данными в табл. 1. Поскольку данные потери не зависят от степени сжатия, то в условиях этой работы ими возможно пренебречь.

При расчётах зависимостей параметров исследуемого двигателя от степени сжатия угол начала теплоподвода выбирался из условия получения максимального эффективного КПД.

На первом этапе исследовалась зависимость показателей двигателя от степени сжатия при характеристике тепловыделения присущей серийной версии двигателя.

На рис. 2 представлены расчетные зависимости эффективного КПД от степени сжатия при различных коэффициентах избытка воздуха, полученные при частоте вращения коленчатого вала, равной 1200 об./мин.

Понижение степени сжатия исследуемого двигателя с 17,3 до 15 не вызывает понижения эффективного КПД цикла на полной нагрузке ($\alpha = 1,4$), а на частичных нагрузках даже отмечается его рост (на 1,2%, 2,1% и 3% для $\alpha = 2$, $\alpha = 3$ и $\alpha = 3,5$ соответственно).

В случае понижения степени сжатия с 17,3 до значения 12,5 при $\alpha = 1,4$ наблюдается снижение эффективного КПД лишь на 1,2%. На частичных нагрузках эффективный КПД, как и при $\epsilon = 15$, возрастает (на 0,9%, 2,7% и 4,5% для $\alpha = 2$, $\alpha = 3$ и $\alpha = 3,5$ соответственно).

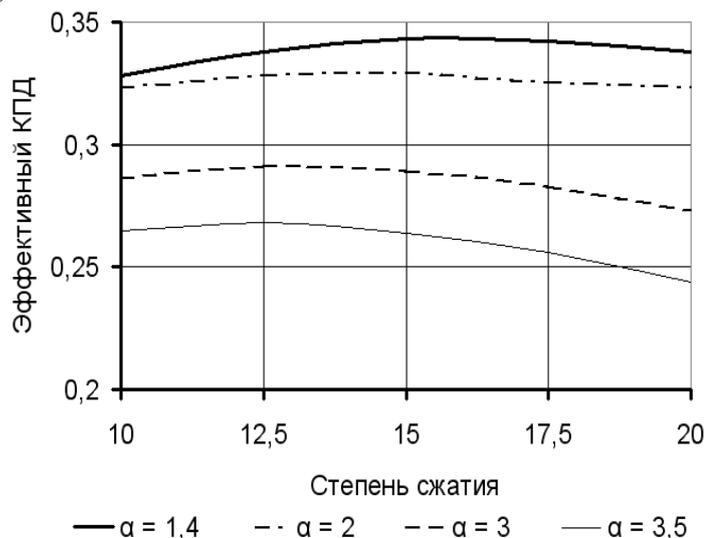


Рис. 2. Зависимость эффективного КПД от степени сжатия при различных коэффициентах избытка воздуха ($n = 1200$ об./мин.)

Падение эффективного КПД двигателя с повышением степени сжатия выше определенного значения обуславливается двумя основными причинами. Во-первых, увеличением механических потерь (рис. 3), поскольку с повышением степени сжатия

растет давление газов в цилиндре двигателя (рис. 4). При увеличении коэффициента избытка воздуха относительная доля механических потерь возрастает, соответственно снижается значение степени сжатия, соответствующее максимальному эффективному КПД.

Во-вторых, повышение степени сжатия при неизменной продолжительности сгорания влечёт большее отклонение от изохорного подвода теплоты. Это легко понять, если ввести условную величину:

$$\varepsilon_{\varphi} = \frac{V_h + V_c}{V_{\varphi}}$$

где

$$V_{\varphi} = \Delta V_h + V_c$$

ΔV_h – часть рабочего объёма двигателя, на которую распространяется процесс теплоподвода. При изохорном подводе теплоты ($\Delta V_h = 0$) это выражение переходит в известное выражение для степени сжатия (расширения):

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

Отношение этих величин характеризует отклонение от изохорности подвода теплоты в зависимости от объема камеры сгорания:

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{\varphi}} = \frac{\Delta V_h}{V_c} + 1$$

Видно, что с уменьшением объема камеры сгорания, а, следовательно, с увеличением степени сжатия, отклонение от изохорности при постоянной продолжительности теплоподвода увеличивается. Как следствие, с повышением степени сжатия (при неизменной продолжительности сгорания) индикаторный КПД будет расти гораздо медленнее термического и, при определённых условиях, даже снижаться (рис. 3). По этой же причине практически не увеличиваются максимальные значения температуры цикла (рис. 4).

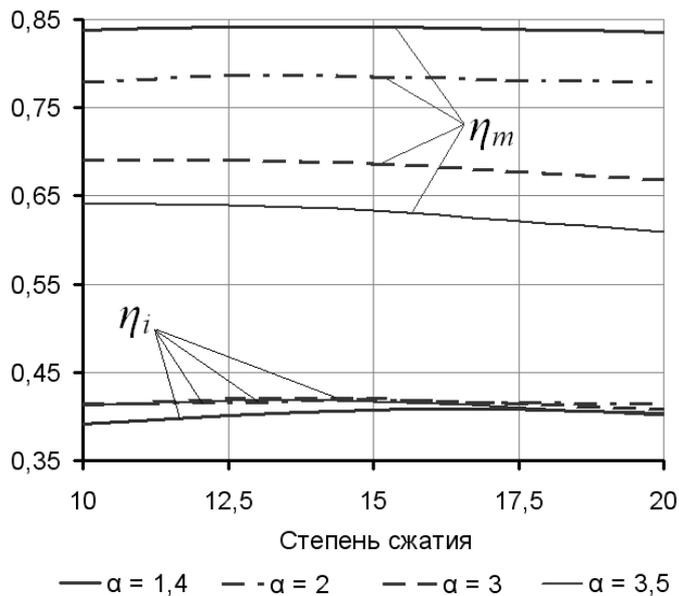


Рис. 3. Зависимость механического (η_m) и индикаторного (η_i) КПД от степени сжатия при различных коэффициентах избытка воздуха

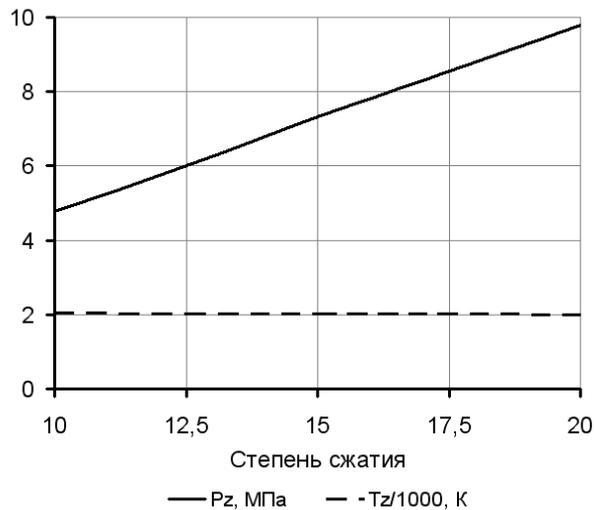


Рис. 4. Зависимости максимального давления и максимальной температуры цикла от степени сжатия

Таким образом, в условиях исследуемого дизеля варьирование степени сжатия в диапазоне от 12,5 до 20 практически не влияет на эффективный КПД двигателя на полной нагрузке. На частичных нагрузках происходит повышение КПД двигателя при переходе в диапазон $\approx 12,5 - 15$.

Данный вывод подтверждается результатами, полученными в работе [9], где исследовался дизель со специальной системой зажигания с рядом последовательных искр. Было отмечено, что при снижении степени сжатия до 12, топливная экономичность дизеля возрастала. Эта же степень сжатия называется в качестве оптимальной и в работе [4].

На втором этапе рассматривалось влияние степени сжатия на показатели того же дизельного двигателя Д65-Н с более совершенной характеристикой выгорания. Известно, что при одинаковых степенях сжатия наиболее эффективен цикл с изохорным подводом теплоты. Однако, на практике сокращать продолжительность меньше $40 - 50$ градусов угла п.к.в. нецелесообразно, так как значительно возрастают механические и тепловые нагрузки на двигатель. Поэтому продолжительность сгорания φ_z примем равной 50 град. угла п.к.в.

На рис. 5 приведены расчетные зависимости для двух значений показателя сгорания $m = -0,12$ и $m = 3$ на полной нагрузке ($\alpha = 1,4$). Значение $m = 3$ выбрано как наиболее типичное для двигателей с искровым воспламенением.

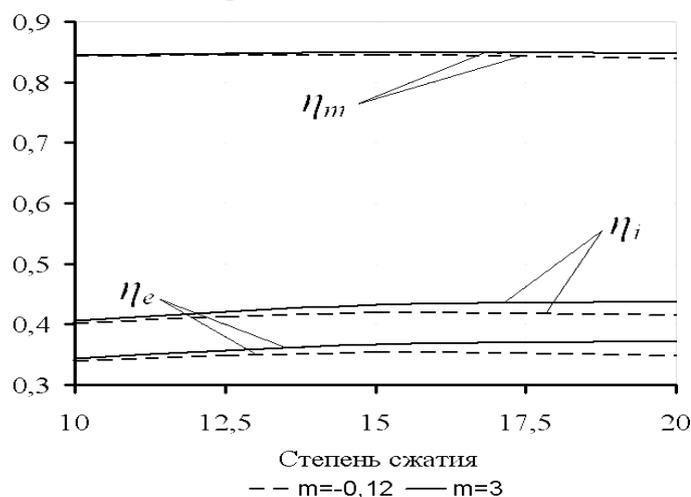


Рис.5 Зависимость эффективного (η_e), механического (η_m) и индикаторного (η_i) КПД от степени сжатия при различных коэффициентах показателя характера сгорания при $\varphi_z = 50^\circ$ ($n = 1200$ об./мин.)

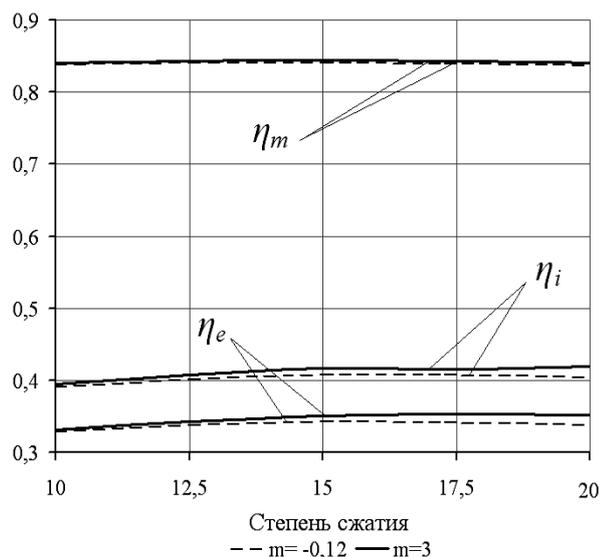


Рис.6. Зависимость эффективного (η_e), механического (η_m) и индикаторного (η_i) КПД от степени сжатия при различных коэффициентах показателя характера сгорания при $\varphi_z=89^\circ$ ($n = 1200$ об./мин.)

Из рисунка 5 видно, что закономерность изменения эффективного КПД от степени сжатия при $m = -0,12$ и $\varphi_z = 50$ град. п.к.в. аналогична таковой при $m = -0,12$ и $\varphi_z = 89$ град. п.к.в. (рис.6.).

Таким образом, в результате численного исследования двигателя на режиме полной нагрузки ($\alpha = 1,4$) установлено:

1. Понижение степени сжатия с 17,3 до 12,5 – 15 практически не вызывает понижения эффективного КПД двигателя при серийной характеристике теплоподвода и при теплоподводе с $m = -0,12$ и $\varphi_z = 50$ град. п.к.в.
2. В случае понижения степени сжатия с 17,3 до значения 12,5 при $m = 3$ и $\varphi_z = 50$ град. п.к.в. наблюдается более интенсивное снижение эффективного КПД (на 3,5%). Однако, его снижение при уменьшении степени сжатия с 17,3 до 15 составляет лишь 0,8%. Следовательно, диапазон степеней сжатия $\approx 15 - 17$ является той границей, превышение которой не вызывает увеличения эффективного КПД при любой характеристике теплоподвода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Борисов А.О.** Рабочий процесс многотопливного поршневого двигателя // А.О. Борисов, М.Д. Гарипов, Р.Д. Еникеев, А.А. Черноусов; Под ред. Р.Д. Еникеева. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. 272 с.
2. **Воинов А.Н.** Сгорание в быстроходных поршневых двигателях // М.: Машиностроение, 1977. 277 с.
3. **Губайдуллин И.С.** Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания в интерактивной системе имитационного моделирования «Альбея» // И.С. Губайдуллин, С.А. Загайко, Н.В. Рудая, Б.П. Рудой, К.А. Хисматуллин УГАТУ. - Уфа, 1997. 43 с.
4. Дизельные двигатели КНД, работающие на метаноле// Конструкции автомобилей. 1984. №9.
5. **Загайко С.А.** Моделирование механических потерь ДВС в системе имитационного моделирования «Альбея» // Уфимск. гос. авиац. тех. ун-т. - Уфа, 1996. 74 с.
6. **Горбачев В.Г.** Система имитационного моделирования «Альбея» (ядро).

Руководство пользователя. Руководство программиста: Учебное пособие // В.Г. Горбачев, С.А. Загайко, Н.В. Рудая, Б.П. Рудой, С.Б. Щербаков; УГАТУ. - Уфа, 1995. 112 с.

7. **Мацкерле Ю.** Современный экономичный автомобиль // Пер. с чешск. В. Б. Иванова; под ред. А. Р. Бенедиктова. - М.: Машиностроение, 1987. 320 с.

8. **Хуциев А.И.** Двигатели внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия. - М.: Машиностроение, 1986. 104 с.

9. **Phatak R.G.** Investigation of a spark – assisted diesel engine. R.G. Phatak, K. Komiyama “SAE Techn. Pap. Ser.”, 1983, №830588, 8pp.

ОБ АВТОРАХ



Назмутдинова Гульнара Рамилевна, магистрант каф. ДВС УГАТУ, диплом бакалавра в области энергомашиностроения (УГАТУ, 2011). Исследование в области моделирования рабочих процессов ПДВС.



Шарафиева Ляйсан Фаннузовна, студент каф. ДВС УГАТУ. Исследование в области моделирования рабочих процессов ПДВС.

УДК 621.43.01

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРА ТЕПЛОПОДВОДА НА КПД ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С УНИФИЦИРОВАННЫМ РАБОЧИМ ПРОЦЕССОМ НА ЧАСТИЧНЫХ НАГРУЗКАХ

Стругова Е.Г., Яковлев П.Б.

В настоящее время российские и зарубежные производители поршневых ДВС находятся в поисках путей улучшения мощностных, экологических и экономических характеристик двигателей на всем их жизненном цикле. Бензиновые двигатели отличаются высокой удельной мощностью и невысокой топливной экономичностью. Дизели, наоборот, обладают высокой топливной экономичностью, но низкой удельной мощностью. Параллельное существование двух типов поршневых ДВС ведет к серьезным издержкам – для каждого из них требуются свои топлива, смазочные и конструкционные материалы, технологии производства и ремонта и т.д. Новый перспективный двигатель должен объединять лучшие качества бензиновых двигателей и дизелей и работать на всей существующей номенклатуре выпускаемых для них топлив [1].

В работе [2], выполненной на кафедре ДВС УГАТУ, экспериментально показана возможность организации унифицированного рабочего процесса, удовлетворяющего требованиям, описанным выше, который позволяет сжигать без детонации практически любые товарные и возможные перспективные виды топлив при оптимальных степенях

сжатия. Он реализуется за счет впрыска вблизи верхней мертвой точки богатой топливовоздушной струи, которая поджигается искровым разрядом, расположенным около ее границ. Этим обеспечивается первый этап сгорания, характерный для бензинового двигателя. В результате повышения давления и температуры в несгоревшей части топливовоздушной смеси, обусловленного сгоранием части ТВС, подожженной искрой, на втором этапе происходит многоочаговое воспламенение и сгорание, характерное для рабочего процесса дизельного двигателя. При этом уровень неоднородности топливовоздушной смеси должен быть таким, чтобы с одной стороны исключить возможность возникновения детонации с интенсивностью, близкой к максимальной, с другой стороны обеспечить максимально возможную степень использования имеющегося в рабочей камере двигателя воздуха.

Для унифицированного рабочего процесса характерно качественное регулирование, которое является более эффективным, по сравнению с количественным, характерным для бензиновых двигателей [3, 4]. Поскольку при коэффициенте избытка воздуха порядка 5 – 6 однородная смесь уже не воспламеняется, то двигатель работает в режиме неравномерного распределения топлива по объему воздуха. То есть смесеобразование организовано таким образом, что на режимах малых нагрузок и холостом ходу смесь концентрируется вокруг свечи зажигания, в остальном объеме камеры сгорания находится воздух.

Целью работы является исследование влияния характера теплоподвода на КПД ДВС с унифицированным рабочим процессом на частичных нагрузках.

В качестве объекта исследования был выбран четырехтактный дизельный двигатель Д-65Н, поскольку на базе этого двигателя планируется проводить часть экспериментальных исследований предлагаемого рабочего процесса.

Расчеты проводились в системе имитационного моделирования «Альбея», которая позволяет определить индикаторные и эффективные показатели двигателя в любой момент времени [5, 6, 7]. Степень сжатия исследуемого двигателя составила 12,5.

Одним из главных факторов, определяющих динамику процесса сгорания, является кинетика процесса сгорания или скорость сгорания. Кинетический закон сгорания характеризуется уравнением выгорания топлива в двигателях $x=F(f)$, характеризующим изменение доли сгоревшего заряда x во времени (то есть функцию тепловыделения). Наибольшее распространение получило полуэмпирическое кинетическое уравнение выгорания И.И. Вибе, включающее параметр m , однозначно определяющий характер протекания процесса сгорания по времени

$$\chi = 1 - \exp[-6,908((\varphi - \varphi_i) / \varphi_z)]^{m+1}$$

где φ_i – угол зажигания, φ_z – условная продолжительность сгорания, m – показатель характера сгорания топлива. Согласно И.И. Вибе [8], показатель характера сгорания имеет оптимальное значение $m = 3 \div 4$, для серийных ДВС с искровым зажиганием, для дизельных двигателей $m = -0,3 \div 0,7$.

При расчётах зависимостей параметров исследуемого двигателя от характера теплоподвода угол опережения зажигания выбирался из условия получения максимального эффективного КПД.

Для исследования были выбраны две продолжительности сгорания. Первое значение продолжительности сгорания φ_z было определено из экспериментальных данных и составило 89 градусов угла п.к.в для исследуемого двигателя. Известно, что при одинаковых степенях сжатия наиболее эффективен цикл с изохорным подводом теплоты. Однако, на практике сокращать продолжительность меньше 40 – 50 градусов угла п.к.в. нецелесообразно, так как значительно возрастают механические и тепловые нагрузки на двигатель. Поэтому второе значение продолжительности сгорания φ_z было принято равным 50 град. угла п.к.в.

Для показателя характера сгорания также подобраны два значения. Первое значение было выбрано по условию наилучшего совпадения расчётных и экспериментальных кривых давления и скорости нарастания давления в цилиндре было получено при значении показателя характера горения $m = -0,12$, которое соответствует диапазону дизельных двигателей. В качестве второго значения выбрано наиболее типичное значение показателя характера горения, применяемое для двигателей с искровым воспламенением, $m=3$. На рисунке 1 показаны функции тепловыделения И.И. Вибе при значениях показателя характера горения $m = -0,12$ и $m = 3$.

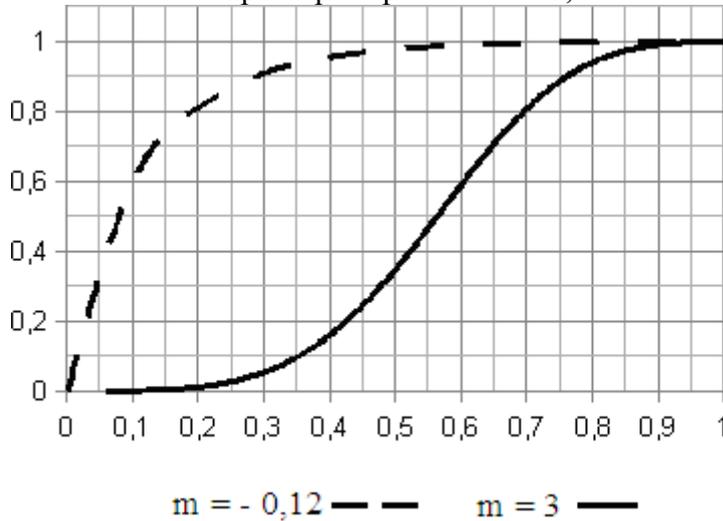


Рис. 1. Функция тепловыделения И.И. Вибе при значениях показателя характера горения $m = -0,12$ и $m = 3$.

Сравним значения показателей горения $m = -0,12$ и $m = 3$. На рисунках 2 и 3 представлены КПД цикла при продолжительностях горения 50^0 и 89^0 , $P_i=0,1$ МПа, что близко к режиму холостого хода.

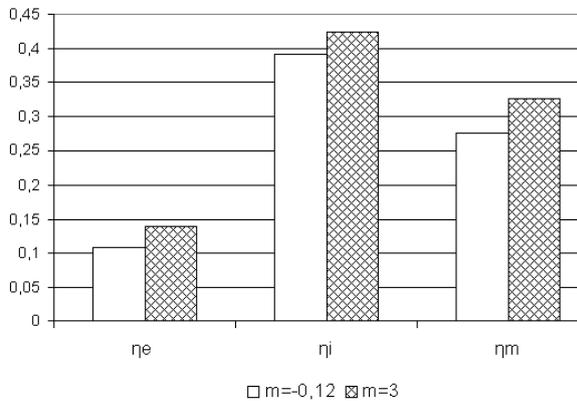


Рис. 2. Эффективный, индикаторный и механический КПД цикла при продолжительности горения 50^0 , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=7$, оборотах двигателя $n=700$ мин⁻¹

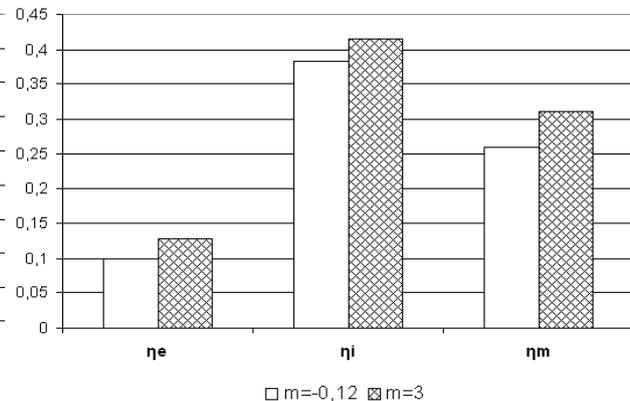


Рис. 3. Эффективный, индикаторный, механический КПД цикла при продолжительности горения 89^0 , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=7$, оборотах двигателя $n=700$ мин⁻¹

Из рисунка 2 видно, что эффективность цикла с показателем горения $m=3$ несколько выше, чем с показателем горения $m=-0,12$. Для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 22,3%, 7,5%, 15,6% соответственно.

Из рисунка 3 следует, что при продолжительности горения 89^0 эффективность цикла с показателем горения $m=3$, также как и при продолжительности горения $\phi_z=50^0$, выше, чем с показателем горения $m=-0,12$. Для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 23,3%, 7,7%, 16,7% соответственно.

Это объясняется тем, что для достижения требуемого значения P_i при значении

показателя горения $m=-0,12$ требуется значительно уменьшить УОЗ (до значений 3-5 градусов до ВМТ), поскольку тепловыделение на режиме $m=-0,12$ наиболее интенсивно в начальный период теплоподвода. Это в свою очередь приведет к тому, что догорание топлива на данном режиме происходит на линии расширения, что ведет к снижению КПД.

Оценим влияние продолжительности сгорания. Для этого сравним значения продолжительностей сгорания $\varphi_z=50^\circ$ и $\varphi_z=89^\circ$. На рисунках 4 и 5 представлены КПД цикла при значениях показателей горения $m = -0,12$ и $m = 3$, $P_1=0,1$ МПа.

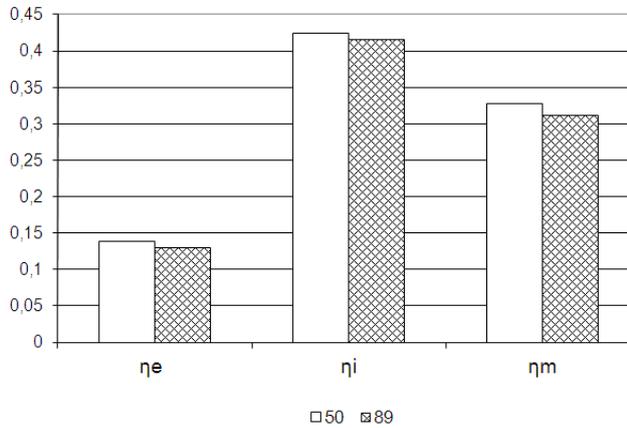


Рис. 4. КПД цикла при продолжительностях горения 50° и 89° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=7$, оборотах двигателя $n=700 \text{ мин}^{-1}$, при $m=3$

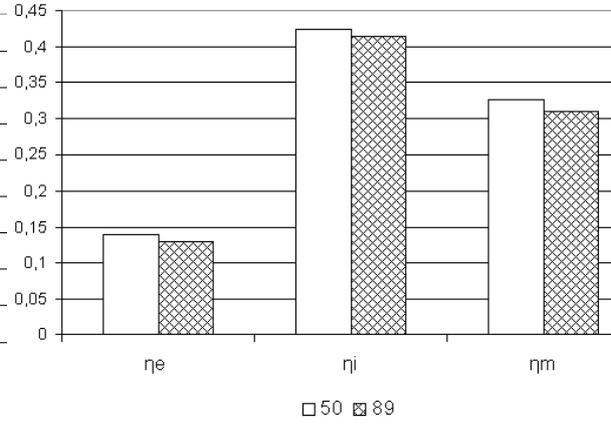


Рис. 5. КПД цикла при продолжительностях горения 50° и 89° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=7$, оборотах двигателя $n=700 \text{ мин}^{-1}$, при $m=-0,12$

Сравнив КПД цикла можно заметить, что при $\varphi_z=50^\circ$ показатели КПД выше. При $m=3$ для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 7,2% , 2,1% , 4,9% , соответственно. При $m=-0,12$ для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 2,4% , 2,4% , 1% соответственно.

Для улучшения мощностных и экономических характеристик двигателя, а именно, для повышения КПД, следует выбрать оптимальные значения характеристики тепловыделения: продолжительность горения $\varphi_z=50^\circ$, показатель горения $m=3$.

Аналогичный расчет был проведен для $\alpha=4$ ($n=800 \text{ мин}^{-1}$), $P_1=0,3$ МПа . Результаты представлены на рис. 6 – 9.

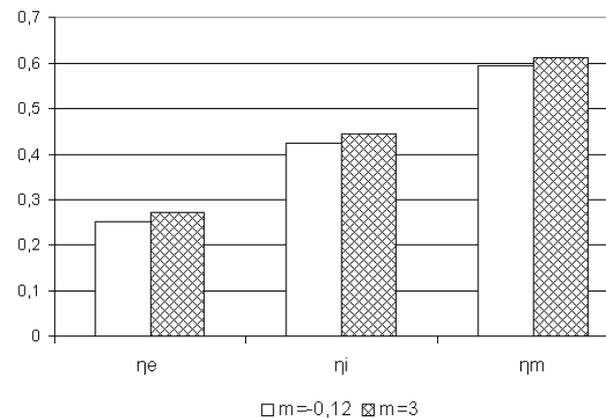


Рис. 6. Эффективный, индикаторный, механический КПД цикла при продолжительности горения 50° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=4$, оборотах двигателя $n=800 \text{ мин}^{-1}$

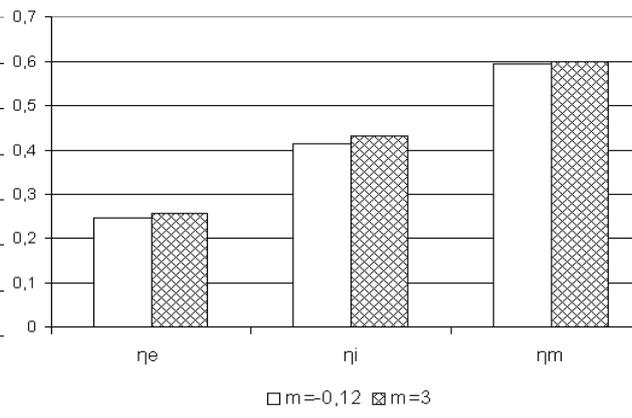


Рис. 7. Эффективный, индикаторный, механический КПД цикла при продолжительности горения 89° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=4$, оборотах двигателя $n=800 \text{ мин}^{-1}$

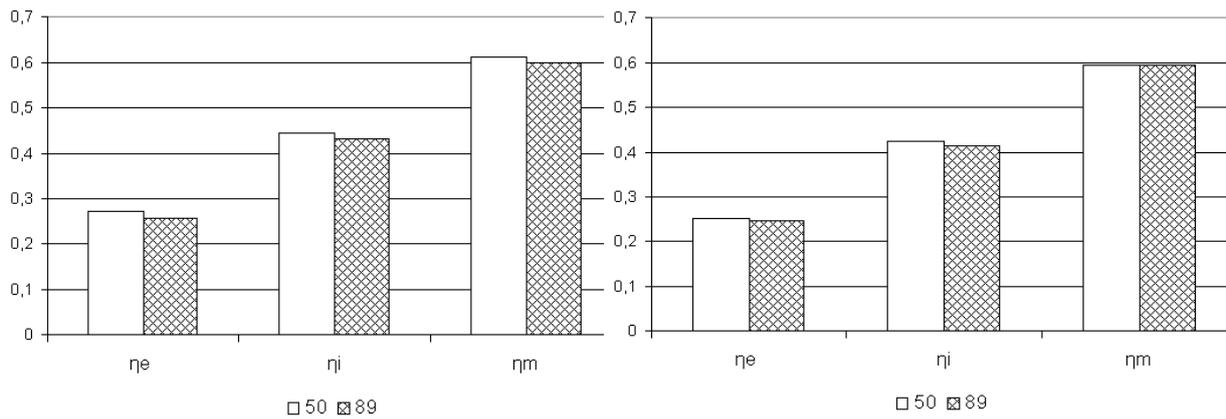


Рис. 8. КПД цикла при продолжительностях горения 50° и 89° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=4$, оборотах двигателя $n=800 \text{ мин}^{-1}$, при $m=3$

Рис. 9. КПД цикла при продолжительностях горения 50° и 89° , коэффициенте избытка воздуха $\alpha=4$, оборотах двигателя $n=800 \text{ мин}^{-1}$, при $m=0,12$

В результате проведенных исследований для $\alpha=4$ взаимосвязи тепловыделения с эффективностью работы двигателя было установлено, что при уменьшении продолжительности горения до 50° с показателем горения $m=3$ КПД несколько выше, чем при продолжительности горения 89° . Для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 7,4% , 4,5% , 2,8% соответственно.

Сравнив КПД цикла при $m=0,12$ можно заметить, что при $\varphi_z=50^\circ$ показатели КПД выше, чем при $\varphi_z=89^\circ$, для эффективного, индикаторного и механического КПД рост составляет 5,1% , 2,9% , 2,1% соответственно.

Таким образом, в условиях исследуемого дизельного двигателя Д65-Н на частичных нагрузках наибольшее повышение эффективного КПД достигается при значениях показателя характера горения $m=3$ и продолжительности сгорания $\varphi_z=50^\circ$. Для $\alpha=4$ и $\alpha=7$ повышение составляет до 7% и 22% соответственно.

Следовательно, проведенное расчетное исследование показало, что для повышения КПД исследуемого двигателя на частичных нагрузках необходимо приблизить показатель характера горения к значению $m=3$ и продолжительность горения к значению $\varphi_z=50^\circ$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов А.О., Гарипов М.Д., Еникеев Р.Д., Черноусов А.А. Рабочий процесс многотопливного поршневого двигателя. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. — 272 с.
2. Гарипов М.Д. Унифицированный рабочий процесс поршневых ДВС: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; УГАТУ. — Уфа, 2004. — 105 с.
3. Еникеев Р.Д., Гарипов М. Д. Рабочий процесс перспективного поршневого ДВС/ Р.Д. Еникеев, М. Д. Гарипов // Вестник УГАТУ. 2006. Т.7, №3. – с. 12 – 22.
4. Орлин А.С. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник. — 1951-.Т.1.: Рабочие процессы в двигателях и их агрегатах. — 1951. — 447с.
5. Губайдуллин И.С. Моделирование рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания в интерактивной системе имитационного моделирования «Альбея» // И.С. Губайдуллин, С.А. Загайко, Н.В. Рудая, Б.П. Рудой, К.А. Хисматуллин УГАТУ. - Уфа, 1997. 43 с.

6. Загайко С.А. Моделирование механических потерь ДВС в системе имитационного моделирования «Альбея» // Уфимск. гос. авиац. тех. ун-т. - Уфа, 1996. 74 с.

7. Мацкерле Ю. Современный экономичный автомобиль // Пер. с чешск. В. Б. Иванова; под ред. А. Р. Бенедиктова. - М.: Машиностроение, 1987. 320 с.

8. Вибе И.И. Новое о рабочем цикле двигателей– М.: Машизд, 1962. – с. 270с.

ОБ АВТОРАХ



Стругова Екатерина Геннадьевна, магистрант каф. ДВС УГАТУ, дипл. бакал. по направлению энергомашиностроение (УГАТУ, 2011). Исследование в области моделирования рабочих процессов в ПДВС.



Яковлев Павел Борисович, студент каф. ДВС УГАТУ. Исследование в области моделирования рабочих процессов в ПДВС.

УДК 621.4

ОЦЕНКА МОДЕЛЕЙ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТОПЛИВНОГО АГРЕГАТА ГТД

Смышляев Д.А., Гишваров А.С.

Отказы агрегатов топливорегулирующей системы ГТД могут приводить к различным последствиям, начиная от снижения тяги двигателя до его самопроизвольного останова или даже пожара. В этом плане актуальным является решение задачи по разработке эффективной системы диагностики состояния, обеспечивающей своевременное принятие решения о возможности дальнейшей эксплуатации агрегата. При этом требуется по результатам косвенных измерений оценить состояние агрегата с учетом того, что связь между косвенными параметрами и параметрами состояния не детерминированная, а статистическая, такая задача решается с применением методов теории вероятности и математической статистики.

В данной статье проводится исследование, целью которого является разработка методики диагностики состояния топливного агрегата ГТД, основным видом нагружения которого являются вибрационные нагрузки в процессе эксплуатации.

Исследование проводилось на основе данных эксплуатации 49 топливных агрегатов. Рассматриваемый агрегат входит в систему управления площадью критического сечения реактивного сопла двигателя. Отказ данного агрегата приводит: к нарушению работы системы управления площадью критического сечения сопла, что, как следствие, ведет к снижению тяги; к течи топлива по корпусу двигателя, что может привести к пожару; к засорению топливной автоматики двигателя стружкой, что может привести к

непредсказуемым отказам, дорогостоящему ремонту и необходимости промывки топливной системы двигателя.

В процессе исследования оценка состояния агрегата проводилась по двум параметрам:

- механическому износу;
- вибронегруженности агрегата на различных режимах работы двигателя в процессе его опробования.

По результатам измерений износа были выделены три группы агрегатов, отличающиеся классом их состояния:

- агрегат является кондиционным (механический износ практически отсутствует);
- агрегат имеет повышенный износ;
- износ агрегата превышает предельно допустимый уровень.

Износ, оцениваемый измерением геометрических размеров, является наиболее достоверным методом, однако имеет ряд существенных недостатков:

- требует значительного времени;
- существует риск повреждения агрегата в процессе измерения.

Вибрационное состояние агрегата оценивалось с помощью датчиков вибрации, установленных в его осевой и поперечной плоскостях.

По отдельному каналу контролирующей аппаратуры проводилась запись частоты вращения ротора высокого давления двигателя (РВД).

Первичная обработка сигнала проводилась с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье. Для каждого рассматриваемого случая был получен спектр сигналов вибрации, который, далее разбивался на гармонические составляющие в зависимости от частоты вращения РВД.

При этом, с учетом погрешности, вносимой датчиком частоты вращения, строился доверительный интервал для каждой гармонической составляющей, внутри которого определялась максимальная ее величина, которая в последующем принималась за оценочную в процессе моделирования изменения параметров агрегата по наработке.

Всего в расчете использовались 36 гармонических составляющих для осевого и поперечного каналов измерения, что было обусловлено тем, что дальнейшее увеличение их количества приводило к перекрытиям доверительных интервалов, что, в свою очередь, не позволяло однозначно относить экстремумы спектра к той или иной гармонике.

Согласно документации завода-изготовителя агрегата граничное значение зазора $T_{изм} = 0,8$ мм, т.е. при $T_{изм} < 0,8$ мм агрегат считается годным к эксплуатации, при $T_{изм} \geq 0,8$ мм – считается неисправным. Согласно данному признаку агрегаты делятся на 2 категории: 1 – «годен» и 2 – «не годен».

В данной работе основной задачей является определение состояния агрегата на основании анализа данных его вибрационного состояния. Для более точного определения технического состояния агрегата, кроме признаков «годен-не годен», дополнительно введены следующие диапазоны:

- зазор $T_{изм} \leq 0,4$ мм – состояние 1 (соответствует исходному состоянию агрегата, «новый»);
- $0,4 \text{ мм} < T_{изм} \leq 0,7$ мм – состояние 2 (исправный в эксплуатации);
- $0,7 \text{ мм} < T_{изм} < 0,8$ мм – состояние 3 (предотказное состояние);
- $T_{изм} \geq 0,8$ мм – состояние 4 (агрегат неисправен, по причине повышенного износа элементов).

Максимальная погрешность измерения параметра $T_{изм}$ составляет $\delta T_{max} = 0,05$ мм, независимо от значения измеряемой величины. В процессе исследования было принято, что погрешность измерения распределена по нормальному закону, и не превышает 0,05 мм ($\delta T = \pm 0,05$ мм).

Очевидно, что при многократном измерении значений зазора T (вблизи граничных значений), агрегат может быть отнесен к разным классам состояния, поэтому были введены следующие переходные состояния:

- $T_{изм} < 0,4$ мм – состояние 1 (соответствует исходному состоянию агрегата, «новый»);
- $T_{изм} = 0,35..0,45$ мм – переходное состояние 1 – 2 (агрегат может быть отнесен как к состоянию 1, так и к состоянию 2);
- $0,4$ мм $< T_{изм} < 0,7$ мм – состояние 2 (агрегат исправен и годен к эксплуатации);
- $T = 0,65..0,75$ мм – переходное состояние 2 – 3;
- $0,7$ мм $< T < 0,8$ мм – состояние 3 (предотказное);
- $T > 0,8$ мм – состояние 4 (агрегат неисправен по причине повышенного износа элементов).

Примечание: отсутствие переходной зоны из предотказного состояния в состояние «отказа» обусловлено тем, что при значении параметра $T_{изм}$ в области состояния 4 ($T_{изм} > 0,8$ мм) агрегат подлежит снятию с эксплуатации, а границы переходных зон для смоделированных значений зазора $T_{изм}$ остаются неизменными.

В процессе исследования рассматривались регрессионные модели следующего вида:

$$\begin{aligned}
 T_1 &= a_{37} + \sum_1^{36} a_i P p_i; & T_2 &= a_{37} + \sum_1^{36} a_i P o_i; \\
 T_3 &= a_{37} + a_{38} \tau + \sum_1^{36} a_i P p_i; & T_4 &= a_{37} + a_{38} \tau + \sum_1^{36} a_i P o_i; \\
 T_5 &= a_{37} + \sum_1^{36} a_i P d_i, & &
 \end{aligned} \tag{1}$$

где T – зазор, значение которого определяет техническое состояние агрегата; P_{pi} – значение i -й гармоники поперечной составляющей вибрации нормализованное; P_{oi} – значение i -й гармоники осевой вибрации нормализованное; a_i – коэффициент регрессионной модели; τ – наработка агрегата; P_d – параметр вибрации, определяемый по значениям P_p и P_o по формуле:

$$P_{di} = 0,5 \sqrt{P p_i^2 + P o_i^2} \tag{2}$$

Для каждой модели оценивались значения коэффициента множественной регрессии. По смоделированным значениям зазора T агрегаты были отнесены к тому или иному состоянию.

По результатам проведенного исследования был сделан предварительный вывод о том, что наиболее эффективной регрессионной моделью, описывающей зависимость параметра T от вибронгруженности агрегата, является модель вида $T = a_{37} + a_{38} \tau + \sum_1^{36} a_i P o_i$ которая построена с исключением слабовлияющих гармоник и позволяет наиболее точно оценивать состояние агрегата на режимах $n_{рвд} = 95$ % и «Максимал».

Дальнейшее исследование было связано с апробацией метода искусственных нейронных сетей (ИНС) для решения рассматриваемой задачи.

Для каждого режима «Малый Газ», $n_{рвд} = 92$ %, $n_{рвд} = 95$ % и «Максимал» были выбраны оптимальные ИНС.

Входными величинами являлись гармонические составляющие осевого и поперечного каналов вибрации.

Рассматривались многослойные перцептроны (MLP) с числом скрытых слоев 8...24 и радиальные базисные функции (RBF) с числом скрытых слоев 10...13.

Результаты моделирования приведены в таблице 1 и показаны на рисунках 1-8, откуда видно, что рассмотренные ИНС эффективны только на режиме «Малый Газ».

При этом наиболее эффективными являются две ИНС: MLP 36-15-1 и MLP 36-11-1,

безошибочно диагностируют дефектное состояние агрегатов.

Таблица 1

Характеристики ИНС

ИНС	MLP 36-15-1	MLP 36-11-1
Коэффициент эффективности обучения	0,9670	0,9968
Коэффициент эффективности проверки	0,9668	0,9870
Ошибка обучения	0,0011	0,0001
Ошибка проверочного теста	0,0056	0,0105
Алгоритм обучения	Квазиньютоновский с 12-ю эпохами обучения	Квазиньютоновский с 43-мя эпохами обучения
Функция ошибок	квадратичная	квадратичная
Функция активации скрытых слоев	логистическая	экспоненциальная с отрицательным показателем
Функция активации выходного слоя	линейная	логистическая

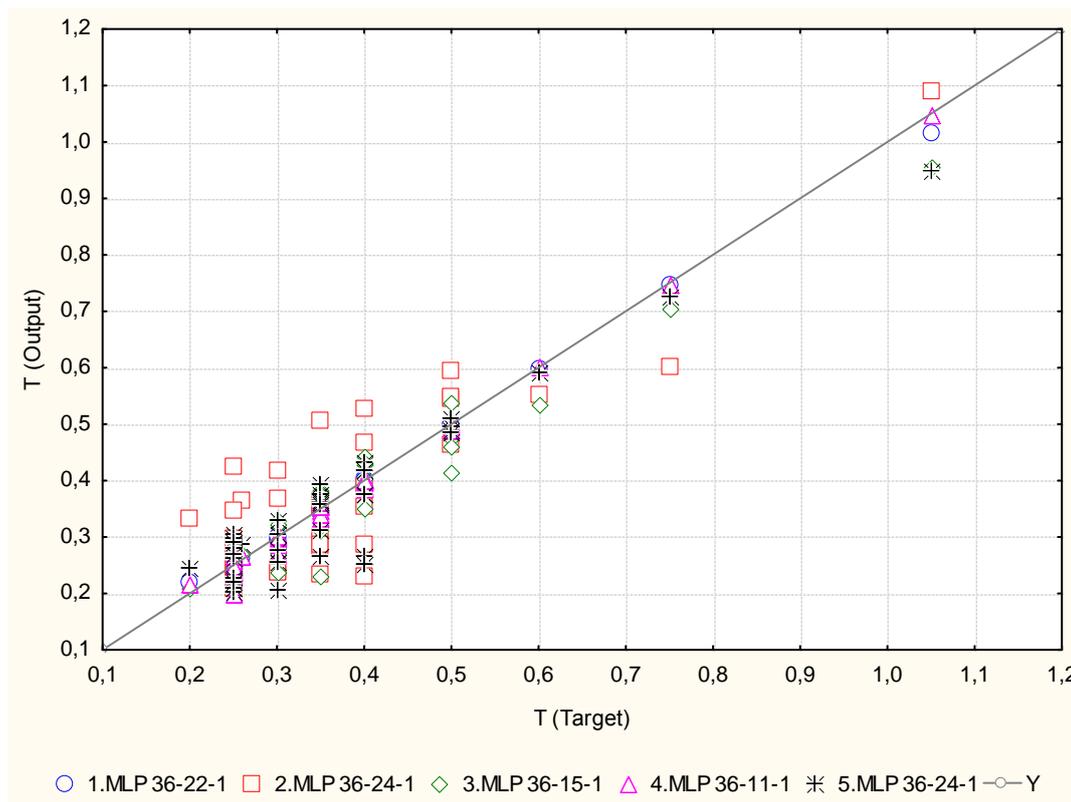


Рис 1. Результат обучения ИНС на режиме «Малый Газ»: T (output) – смоделированное значение зазора T, T (Target) – целевое значение зазора T (замеренное).

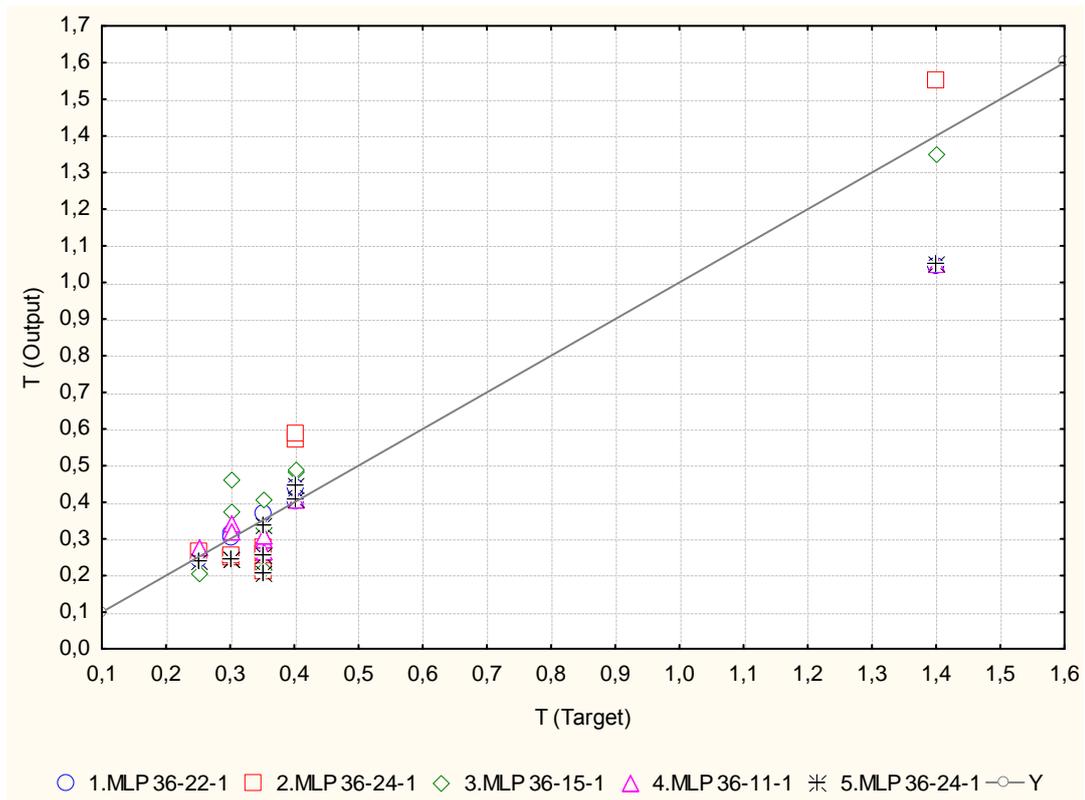


Рис. 2. Результат проверочного теста ИНС на режиме «Малый Газ».

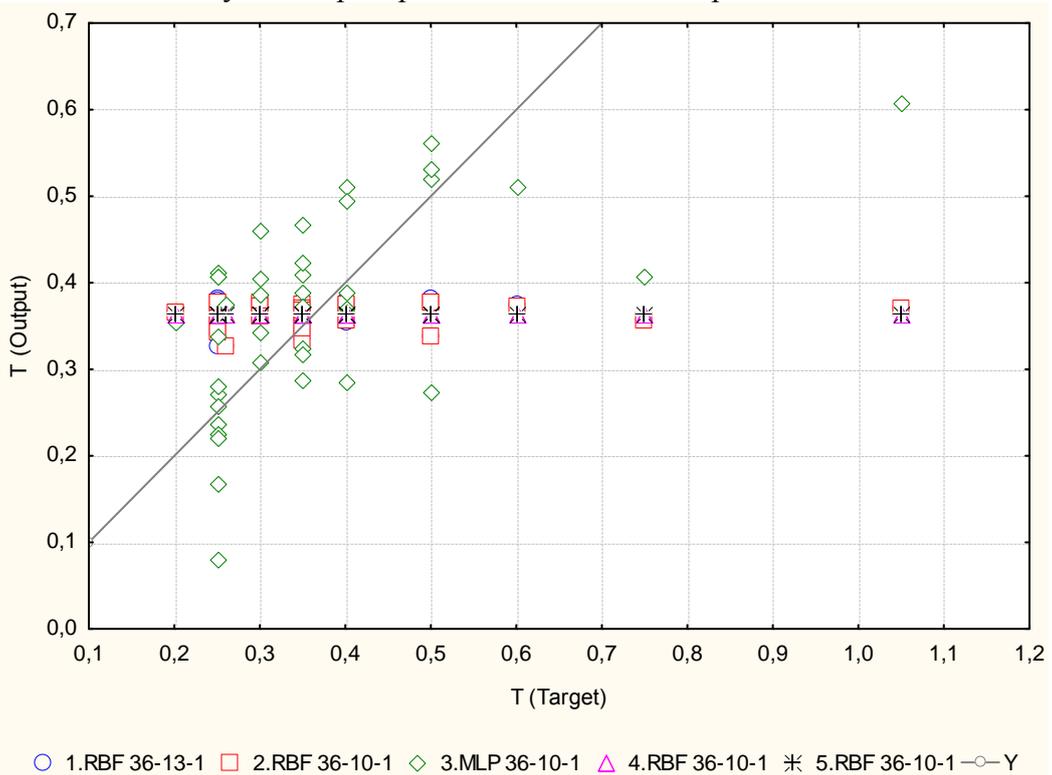


Рис. 3. Результат обучения ИНС на режиме $p_{РВД} = 92\%$.

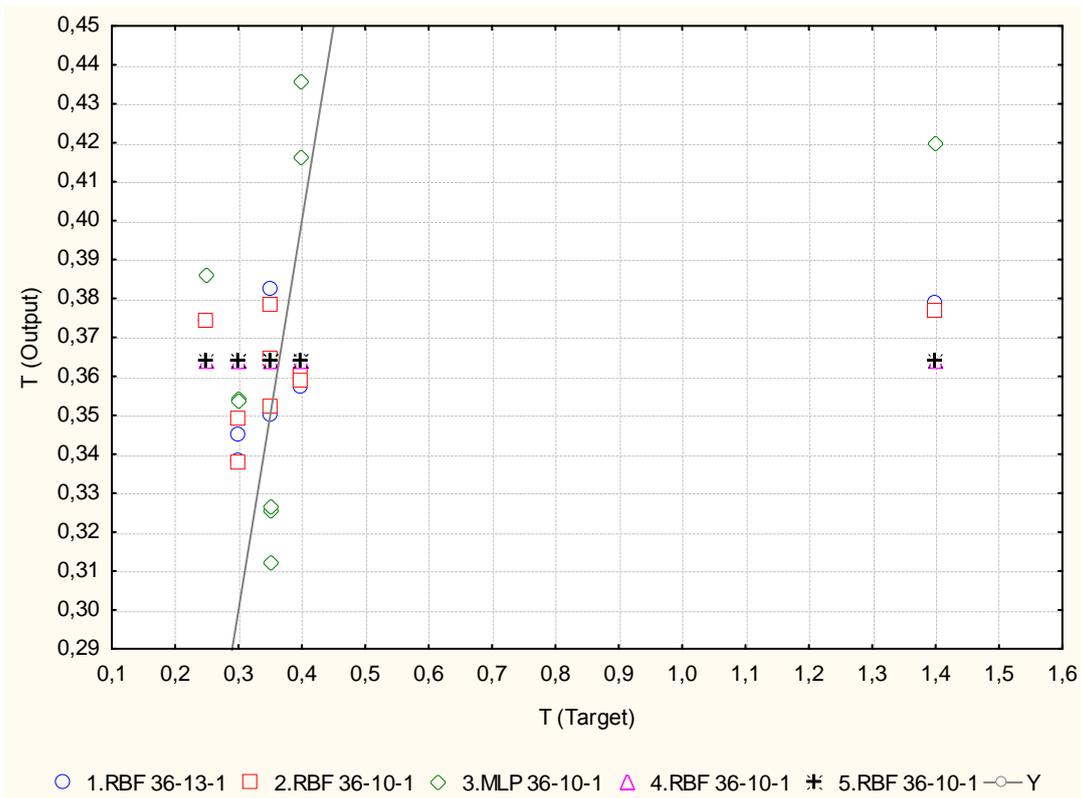


Рис. 4. Результат проверочного теста ИНС на режиме $p_{РВД} = 92\%$.

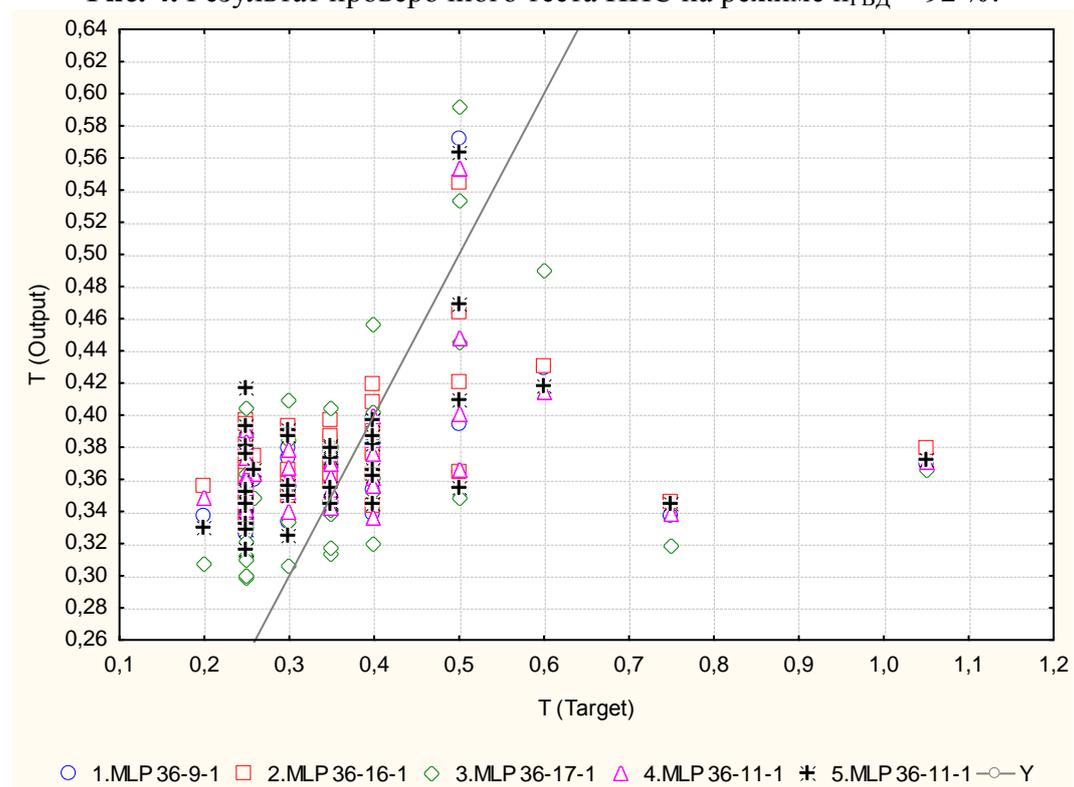


Рис. 5. Результат обучения ИНС на режиме $p_{РВД} = 95\%$.

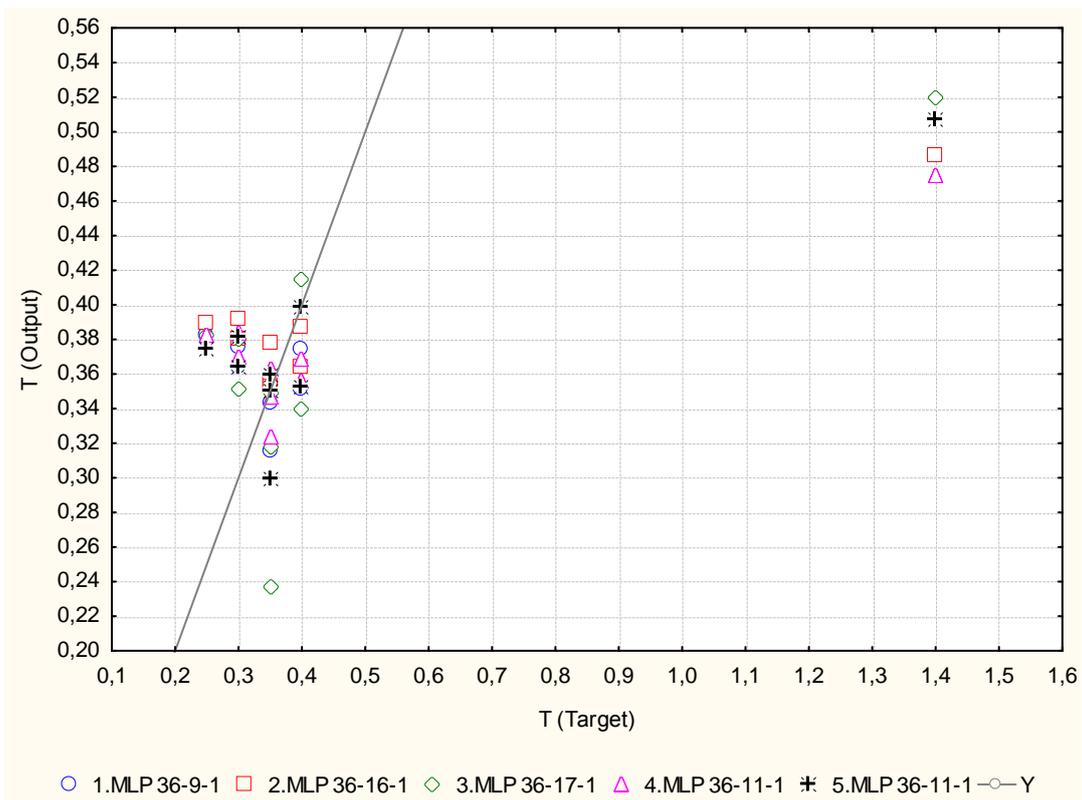


Рис. 6. Результат проверочного теста ИНС на режиме 95 %.

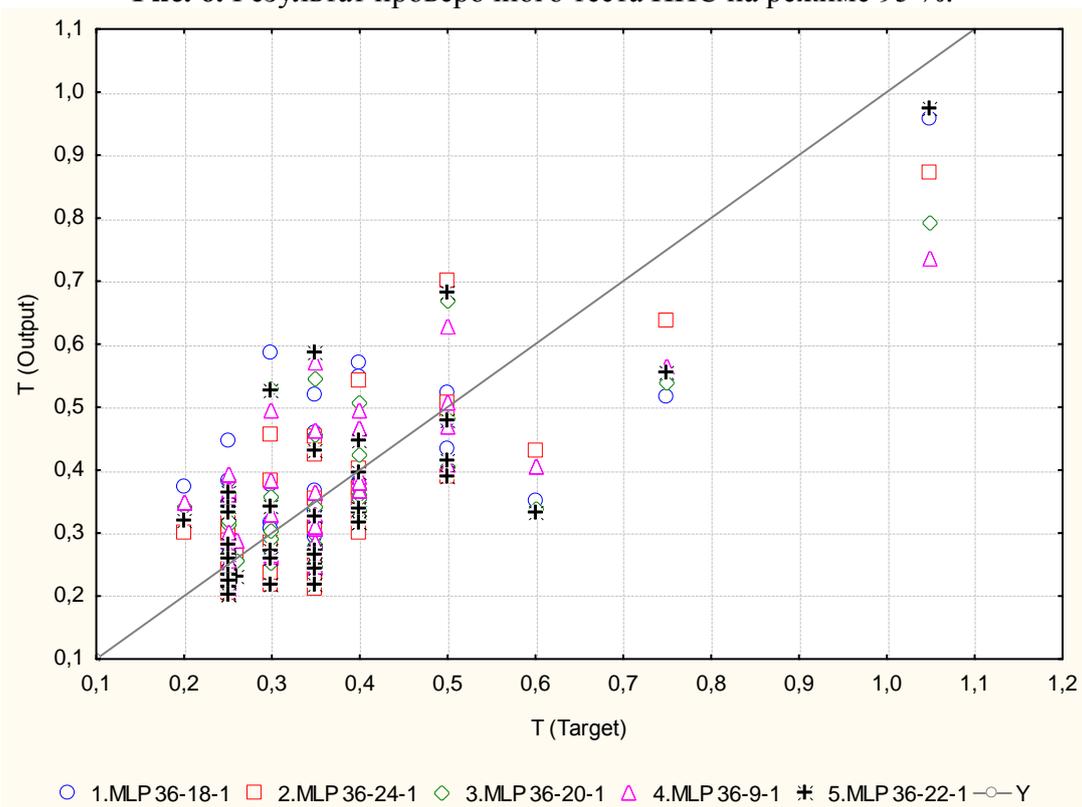


Рис. 7. Результат обучения ИНС на режиме «Максимал».

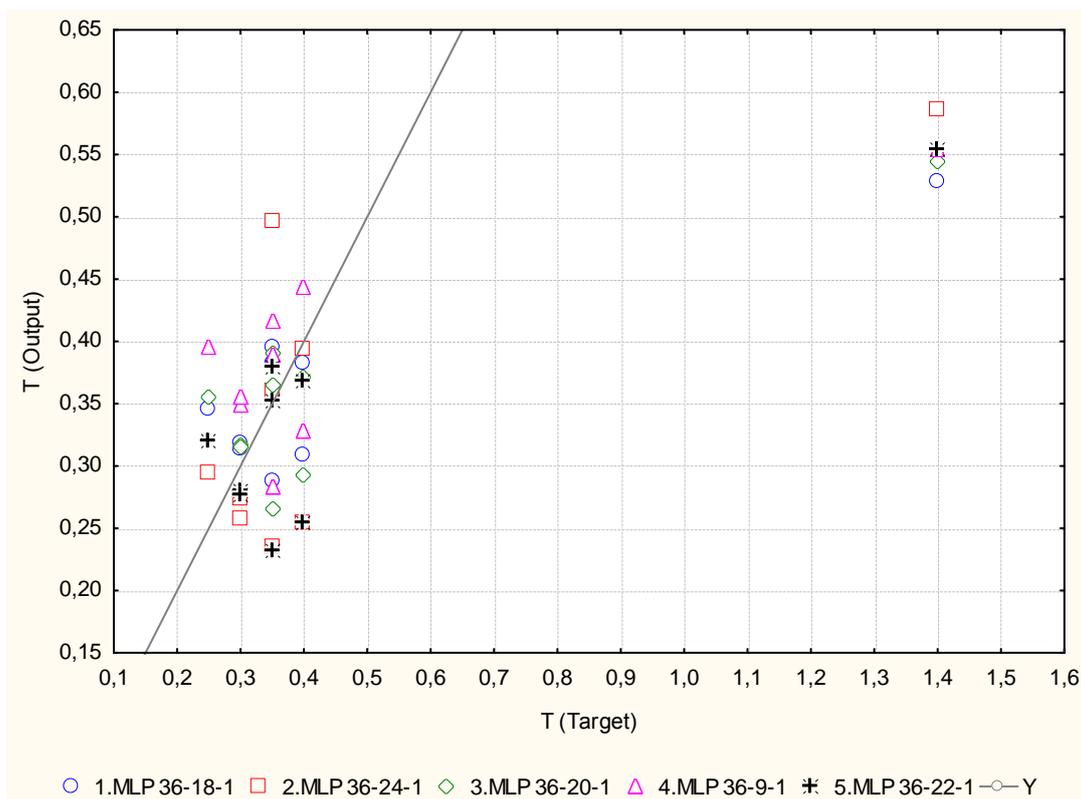


Рис. 8. Результат проверочного теста ИНС на режиме «Максимал».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Смышляев Д.А., Гишваров А.С.** Исследование вибрационного состояния топливного агрегата ГТД. – Мавлютовские чтения: Российская научно-техническая конференция: сб. тр. в 5 т. Том 2 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2011. 229 с.
2. **Смышляев Д.А., Агеев Г.К.** Моделирование вибрации ГТД как случайного процесса. – Мавлютовские чтения: Всероссийская молодежная научная конференция: сб. тр. в 5 т. Том 1 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2009. – 139 с.
3. **Смышляев Д.А.** Выбор диагностических признаков вибрационного состояния ГТД (тезисы). – Мавлютовские чтения: Всероссийская молодежная научная конференция: сб. тр. в 5 т. Том 1 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2009. – 139 с.
4. **Смышляев Д.А., Могильницкий Е.А.** Оптимизация процесса вибрационного контроля газотурбинного двигателя в процессе эксплуатации (тезисы). – Мавлютовские чтения: Всероссийская молодежная научная конференция: сб. тр. в 5 т. Том 1 / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2009. – 139 с.



ОБ АВТОРАХ

Смышляев Дмитрий Александрович, аспирант каф. авиац. двигателей УГАТУ, дипл. инж. по авиационным двигателям и энергетическим установкам (УГАТУ, 2006).



Гишваров Анас Саидович, научный руководитель, профессор, зав. каф. авиационных двигателей, инженер-механик по авиационным двигателям, УАИ, 1973. доктор технических наук, специальность «Тепловые двигатели летательных аппаратов», УГАТУ, 1993, Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан.

УДК 621.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ГТД

Алгушаев А.Г., Гишваров А.С.

В настоящее время в практике технической диагностики авиационных ГТД используется ряд методов: физические, механические, параметрические, которые в равной степени могут быть применены для диагностики двигателя. Применяемые методы контроля и диагностики технического состояния ГТД несовершенны. Наиболее ценными являются параметрические методы диагностирования узлов ГТД вследствие их оперативности, поскольку позволяют определять техническое состояние двигателя в режиме реального времени (on-line) [1].

В работе рассматривается методология проведения исследования ГТД с целью выявления наиболее эффективных методов диагностирования состояния и наиболее информативных контролируемых параметров, позволяющих в условиях ограниченного объема информации оценивать фактическое состояние двигателя, в целом.

В процессе исследования рассматривались следующие методы диагностики состояния ГТД (рисунок 1) [2]:

- метод диагностических матриц (метод А);
- метод, основанный на решении системы нормальных уравнений (метод Б);
- метод нелинейной оптимизацией критерия, характеризующего состояние двигателя (метод В);
- метод уравнивания по квадратичной целевой функции (метод Г);
- метод уравнивания по модульной целевой функции (метод Д).

В качестве объекта исследования рассматривалась одновальная газотурбинная вспомогательная силовая установка (ВСУ) ТА-6А. Численным экспериментом с применением программного обеспечения GASTURB было смоделировано 39060 дефектных состояний узлов газоздушного тракта (ГВТ), включающих диагностирование при различных сочетаниях и количестве контролируемых параметров, а так же параметров состояния с различным уровнем (глубиной) дефектов. Структура исследования приведена на рисунке 2.

Для оценки эффективности диагностики состояния установки авторами

предложены следующие показатели и критерии эффективности:

1. Показатель, характеризующий сочетание и количество контролируемых параметров $N_{д.ξ}^{КП}$, достаточных для достоверной оценки состояния $ξ$ -го узла установки:

$$\mathcal{E}_{ξ}^{КП} = \frac{N_{\max}^{КП} - N_{д.ξ}^{КП}}{N_{\max}^{КП} - 1} \cdot 100 \% = [0...100 \%], \quad (1)$$

где $N_{\max}^{КП}$ – максимальное располагаемое количество контролируемых параметров, с учетом которых проводится исследование (при этом $N_{\max}^{КП} \geq 2$, поскольку при $N_{\max}^{КП} = 1$ показатель эффективности $\mathcal{E}_{ξ}^{КП} \Rightarrow \infty$, что противоречит физическому смыслу показателя); $N_{д.ξ}^{КП}$ – сочетание и количество контролируемых параметров, достаточное для достоверной оценки состояние $ξ$ -го узла установки ($ξ = 1, N^{ПС}$):

$$N_{д.ξ}^{КП} \in G_N, \quad (2)$$

где G_N – область контролируемых параметров, включающая $N_{д.ξ}^{КП}$; $N^{ПС}$ – количество диагностируемых узлов установки.

В случае $N_{д.ξ}^{КП} > N_{\max}^{КП}$, означаящим, что значение $N_{д.ξ}^{КП}$ находится вне интервала $1..N_{\max}^{КП}$ (т.е. множество G_N является пустым), показатель $\mathcal{E}_{ξ}^{КП}$ равен "0".

С учетом $N^{ПС}$ для установки в целом значение показателя $\mathcal{E}_{\Sigma}^{КП}$ определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Sigma}^{КП} = \frac{\sum_{ξ=1}^{N^{ПС}} \mathcal{E}_{ξ}^{КП}}{N^{ПС}} = [0...100 \%]; \quad (N_{д.ξ}^{КП} < N_{\max}^{КП}). \quad (3)$$

Таким образом, значение $\mathcal{E}_{ξ}^{КП}$ определяется одной из формул:

$$\begin{cases} \mathcal{E}_{ξ}^{КП} = \frac{N_{\max}^{КП} - N_{д.ξ}^{КП}}{N_{\max}^{КП} - 1} \cdot 100 \% = 0...100\%, \text{ при } N_{д.ξ}^{КП} < N_{\max}^{КП}; \\ \mathcal{E}_{ξ}^{КП} = 0, \text{ при } N_{д.ξ}^{КП} > N_{\max}^{КП}. \end{cases} \quad (4)$$

2. Показатель, характеризующий точность оценки состояния установки:

$$\mathcal{E}_{ξ}^{ПС} = \left[1 - \frac{|\delta X_{ξ \text{ факт.}} - \delta X_{ξ \text{ мет.}}|}{\delta X_{ξ \text{ факт.}}} \right] \cdot 100 \% = [0...100 \%], \quad (5)$$

где $\delta X_{ξ \text{ факт.}}$ – фактическое состояние $ξ$ -го узла установки, определяемое по формуле:

$$\delta X_{ξ \text{ факт.}} = \frac{|X_{\text{исп.}} - X_{\text{деф.}}|}{X_{\text{исп.}}}, \quad (0 \leq X_{\text{деф.}} \leq X_{\text{исп.}}), \quad (6)$$

где $X_{\text{исп.}}$ – значение параметра X , соответствующее исправному состоянию $ξ$ -го узла установки; $X_{\text{деф.}}$ – значение параметра X , характеризующее фактическое состояние $ξ$ -го узла установки; $\delta X_{ξ \text{ мет.}}$ – фактическое состояние $ξ$ -го узла установки, определяемое с применением конкретного метода диагностики состояния (рисунок 1) по формуле:

$$\delta X_{ξ \text{ мет.}} = \frac{|X_{\text{исп.}} - X_{\text{мет.}}|}{X_{\text{исп.}}} \in 0... \delta X_{ξ \text{ мет.}}^*, \quad (7)$$

где $\delta X_{\xi}^{* мет.}$ – сколь угодно большое значение $\delta X_{\xi}^{* мет.}$, соответствующее крайне низкой эффективности используемого метода диагностики состояния.

С учетом N^{PC} обобщенный показатель эффективности для установки в целом, определится по формуле:

$$\mathcal{E}_{\Sigma}^{PC} = \frac{\sum_{\xi=1}^{N^{PC}} \mathcal{E}_{\xi}^{PC}}{N^{PC}} = [0...100 \%]. \quad (8)$$

3. Показатель, аддитивно характеризующий общую эффективность метода диагностирования с учетом показателя $\mathcal{E}_{\Sigma}^{KP}$, определяемого по формуле (3), и показателя $\mathcal{E}_{\Sigma}^{PC}$, определяемого по формуле (8):

$$\mathcal{E}_{общ. \Sigma} = \frac{\alpha \cdot \mathcal{E}_{\Sigma}^{KP} + \beta \cdot \mathcal{E}_{\Sigma}^{PC}}{2} = [0...100 \%], \quad (9)$$

где α и β коэффициенты, учитывающие значимость показателей эффективности $\mathcal{E}_{\Sigma}^{KP}$ и $\mathcal{E}_{\Sigma}^{PC}$ ($\alpha + \beta = 1$).

4. Показатель, мультипликативно характеризующий общую эффективность метода диагностирования по формуле:

$$\mathcal{E}_{общ. np} = \mathcal{E}_{\Sigma}^{PC} \cdot \mathcal{E}_{\Sigma}^{KP} = [0...100 \%]. \quad (10)$$

В соответствии с показателями (3)...(5), (8)...(10) критериями эффективности являются:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\xi}^{KP} &\Rightarrow \max; \quad \mathcal{E}_{\Sigma}^{KP} \Rightarrow \max; \\ \mathcal{E}_{\xi}^{PC} &\Rightarrow \max; \quad \mathcal{E}_{\Sigma}^{PC} \Rightarrow \max; \\ \mathcal{E}_{общ. \Sigma} &\Rightarrow \max; \quad \mathcal{E}_{общ. np} \Rightarrow \max. \end{aligned}$$

В процессе исследования предстояло выяснить, какой из показателей $\mathcal{E}_{общ. \Sigma}$ и $\mathcal{E}_{общ. np}$ является наиболее приемлемым.



Рис. 1. Методы параметрического диагностирования состояния двигателя:
 Φ – целевая функция; $p_j^p(X)$ – оценка j -го контролируемого параметра по математической модели



Рис. 2. Схема сравнительной оценки эффективности методов диагностики состояния ГТД

Примеры выбора оптимального метода параметрического диагностирования инвариантного к глубине дефектов узлов ГТД приведены на рисунках 3, 4 и 5.

Контролируемые параметры в $z = \overline{1,10}$ вариантах сочетания δX_i с δX_j

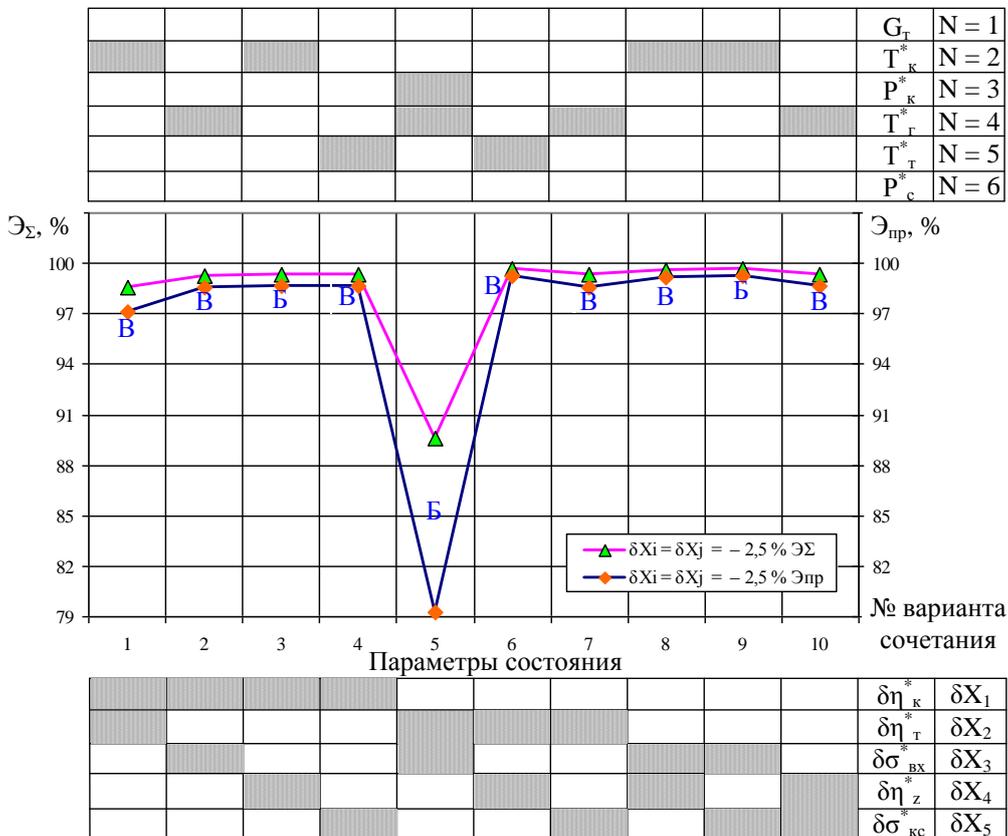


Рис. 3. Зависимость максимальной суммарной (общей) эффективности и эффективности по произведению при двумерном диагностировании состояния узлов ГВТ

ВСУ ТА-6А от сочетания параметров состояния

$$(\delta X_i = \delta X_j = -2,5\%; i \neq j, i, j = \overline{1,5})$$

Контролируемые параметры в $z = \overline{1,10}$ вариантах сочетаний $\delta X_k, \delta X_i$ с δX_j

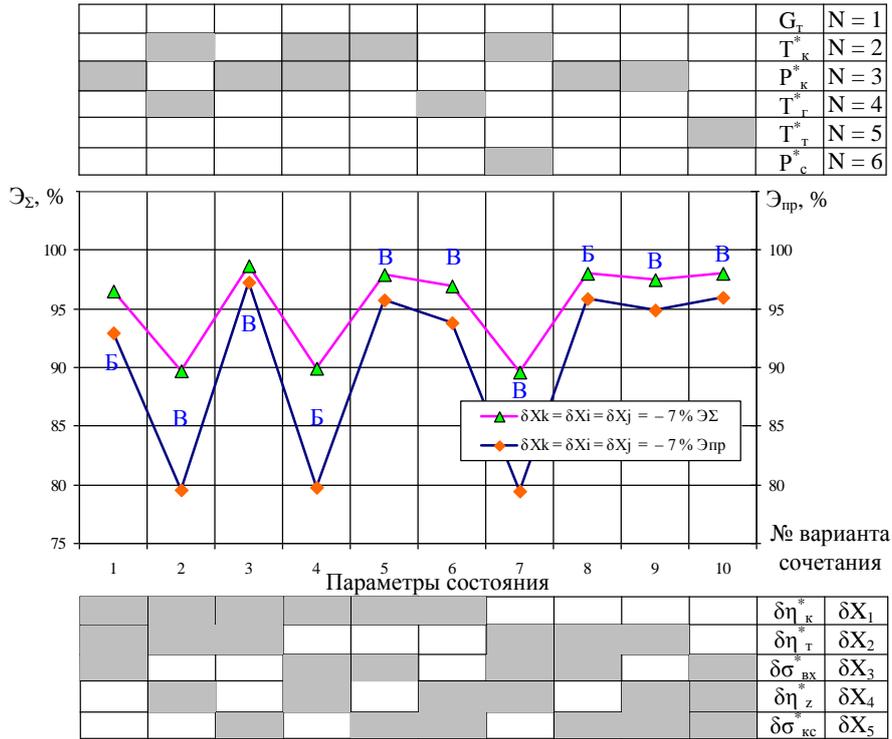


Рис. 4. Зависимость максимальной суммарной (общей) эффективности и эффективности по производству при трехмерном диагностировании состояния узлов ГВТ ВСУ ТА-6А от сочетания параметров состояния

$$(\delta X_k = \delta X_i = \delta X_j = -7\%; k \neq i \neq j; k, i, j = \overline{1,5})$$

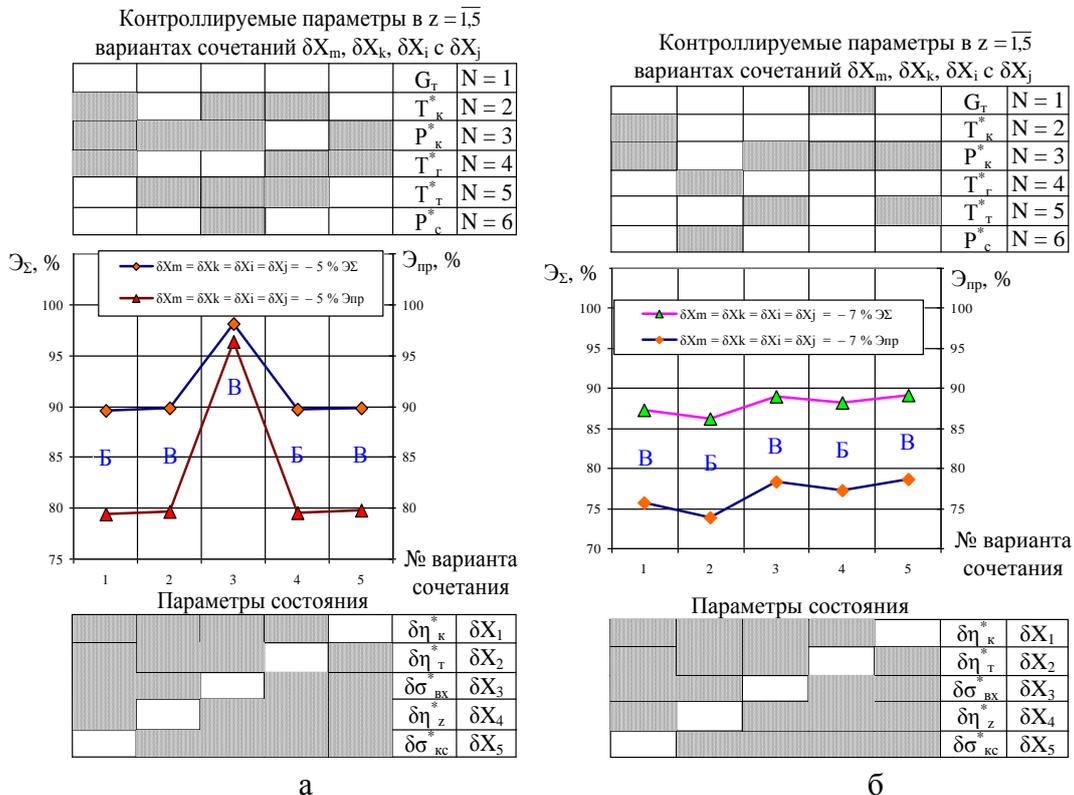


Рис. 5. Зависимость максимальной суммарной (общей) эффективности и эффективности по производству при четырехмерном диагностировании состояния узлов

ГВТ ВСУ ТА-6А от сочетания параметров состояния:

а – $(\delta X_m = \delta X_k = \delta X_i = \delta X_j = -5\% ; m \neq k \neq i \neq j ; m, k, i, j = \overline{1,5})$;

б – $(\delta X_m = \delta X_k = \delta X_i = \delta X_j = -7\% ; m \neq k \neq i \neq j ; m, k, i, j = \overline{1,5})$

Выводы:

1. Исследование эффективности методов параметрической диагностики состояния ГТД в зависимости от:

- глубины дефектного состояния узлов установки;
- количества и номенклатуры контролируемых параметров;
- количества и номенклатуры параметров состояния

показало, что более предпочтителен аддитивный показатель эффективности $\mathcal{E}_{\text{общ.}\Sigma}$.

2. Наиболее эффективным для диагностики состояния ГВТ (входного устройства, компрессора, камеры сгорания и турбины), показало, что наилучшим является метод, основанный на нелинейной оптимизации критерия, характеризующего состояние узлов ГВТ двигателя. Метод позволяет с высокой точностью оценивать состояние и является инвариантным к глубине и сочетанию дефектных состояний ГВТ. В отличие других, данный метод позволяет получать однозначное решение в условиях плохой обусловленности решаемых при диагностировании систем уравнений.

3. При $N^{\text{КП}} \neq N^{\text{ПС}}$ методом диагностических матриц имеем нулевую эффективность.

4. Методы уравнивания по квадратичной и модульной целевым функциям оказались наименее эффективными.

5. Исследования с учетом:

- перечня (сочетания, количества и номенклатуры) контролируемых параметров;
- вида дефекта и степени его развития (глубина дефектного состояния);
- для диагностики состояния в данном исследовании наиболее информативными оказались контролируемые параметры P_k^* и T_t^* .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Машошин О.Ф.** Диагностика авиационных газотурбинных двигателей с использованием информационного потенциала контролируемых параметров. – М.: МГТУ ГА, 2006. – С. 233.

2. **Гишваров А. С., Приб И. В.** Оценка технического состояния двигателей в условиях ограниченной информации по термогазодинамическим параметрам. // Сб. тезисов докладов VI Международного научно - технического симпозиума “Авиационные технологии XXI-го века: новые рубежи авиационной науки”, ЦАГИ, Жуковский, 2001. – С. 253.

ОБ АВТОРАХ



Алгушаев Айнур Гафурович, аспирант каф. авиац. двигателей УГАТУ, степень бакалавра техники и технологии (УГАТУ, 2009), степень магистра техники и технологии в авиа- и ракетостроении (УГАТУ, 2011). Исследования в области параметрической диагностики авиационных ГТД.



Гишваров Анас Саидович, научный руководитель, проф. каф. авиац. двигателей, зав. каф. АД УГАТУ. д-р техн. наук.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 338

ПУТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕСПУБЛИКУ БАШКОРТОСТАН В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Мардганиева Ю.А., Янбекова Р.Р.

О состоянии дел в экономике весьма уверенно можно судить по характеру процессов, происходящих в инвестиционной сфере. Очевидно, что только за счет внутренних ресурсов в РБ невозможен устойчивый экономический рост. Изменить ситуацию может только приток денег в страну, а обеспечить его могут два фактора: иностранные инвестиции и экспорт.

На протяжении ряда лет республика по объемам инвестиций в основной капитал уверенно входит в первую десятку среди регионов Российской Федерации. В номинации «Минимальный экономический риск инвестирования» Республике Башкортостан присуждено первое место в Российской Федерации.

Республика Башкортостан традиционно занимает одно из ведущих мест в инвестиционном рейтинге среди регионов Российской Федерации. По основным характеристикам инвестиционной привлекательности республика занимает 15 место. В то же время республика вошла в пятерку наиболее недооцененных иностранными инвесторами регионов России.

Более того, после финансового кризиса вновь приобрели актуальность проблемы привлечения прямых иностранных инвестиций в Башкортостан. Это обусловлено сокращением внутренних вложений и приостановкой иностранных инвестиционных потоков.

В последнее десятилетие республика характеризовалась высоким уровнем инвестиционной активности. Среднегодовой темп роста объема инвестиций в основной капитал с 1999- 2009 годы составил 112,3%. Всего за 10 лет объем инвестиций вырос в реальном выражении в 3,0 раза. Однако, финансово – экономический кризис внес свои негативные коррективы в общую тенденцию динамического роста объема инвестиций, направленных в экономику республики.

В 2009г. объем инвестиций в основной капитал за счет всех источников финансирования, по предварительным данным, составил 139,7 млрд.рублей, 69% от уровня 2008г.

Объем привлеченного капитала из-за рубежа в экономику республики в 2010 году составил 169,2 млн. долларов США. Динамика объема иностранных инвестиций, поступивших в республику, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Объем иностранных инвестиций, поступивших в республику Башкортостан за 2003 – 2010
годы (тыс. долларов США)

Наименования показателя	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Всего инвестиций	40187,7	91073,2	242734,1	61276,6	319617,1	178004,6	169248,6

в % к предыдущему году	в 2,0 раза	в 2,3 раза	в 2,7 раза	25,2	в 5,2 раза	55,7	95,1
прямые инвестиции	766,0	89004,5	51464,9	32230,1	125154,5	105448,1	68674,7
портфельные инвестиции	1,7	1528,5	3788,8	4548,9	3952,7	3605,9	16271,4
прочие инвестиции	39420,0	540,2	187480,4	24497,6	190509,9	68950,6	84302,5

Доля прямых инвестиций в накопленном иностранном капитале составляет 9,6%, портфельных инвестиций – 40,6%, прочих инвестиций, осуществляемых на возвратной основе (торговые и прочие кредиты) – 49,8%.

К основным странам – инвесторам Республики Башкортостан на 2010 год относятся Великобритания, Австрия, Ирландия, Турция, Кипр и Чехия. Суммарная доля этих стран в общем объеме накопленных в РБ инвестиций составила 89%.

Инвестиционные проекты, привлекательные для иностранных инвесторов: техническое перевооружение нефтеперерабатывающих предприятий, экологические мероприятия, развитие агропромышленного комплекса и перерабатывающей промышленности и т. д.

Одна из основных проблем при привлечении инвестиций - неправильное понимание менеджментом большинства российских предприятий основных принципов работы с инвесторами, мотивов, по которым принимается решение о вложении денег в тот или иной проект. До сих пор многие руководители мыслят категориями советского периода: не «инвестиции», а «капиталовложения», не понимая сути инвестиционного процесса как взаимовыгодного сотрудничества инвестора и получателя инвестиций. При этом отношение к бизнес-плану и расчету экономических показателей проекта чисто формальное, чем пользуются различные фирмы, которые получают деньги за составление бизнес-планов, оторванные от действительности, составленные без участия менеджмента.

Многочисленные барьеры на пути иностранных инвестиций в Россию уже давно стали привычными - это «белые пятна» в законодательстве, весьма далекое от идеала функционирование финансового рынка, «непрозрачное» корпоративное управление, отсутствие государственных приоритетов в области инвестиционной политики. И этот перечень можно продолжить. Законодателям и Правительству РФ есть над чем поработать. Между тем существует и ряд проблем, связанных с отсутствием необходимой деловой инфраструктуры.

В действительности же необходим жесткий и реалистичный подход к финансовым показателям проекта, составлению бизнес-плана должна предшествовать кропотливая работа профессиональных финансистов с менеджментом предприятия. Это позволяет в процессе совместной работы детально проработать концепцию проекта и переориентировать руководителей предприятий на такие подходы к финансированию проектов, которые приняты во всем мире.

Иностранные инвесторы, желающие делать бизнес в России, сталкиваются со множеством министерств и ведомств, действия которых часто не согласованы и не профессиональны.

У потенциальных инвесторов зачастую отсутствует представление о потенциале страны в

целом и ее регионов в частности, об условиях ведения бизнеса в России. Проблема информационного обеспечения потенциальных инвесторов стоит очень остро. И дело даже не в количестве информации, а в ее качестве и способе подачи, который у нас сильно отличается от общепринятого. Мы, например, априори полагаем, что иностранцы, опираясь на данные Госкомстата, чуть ли не обязаны знать о нас все необходимое. Без сомнения, Госкомстат является ценным источником информации, но ее надо совершенно иначе структурировать и подавать, т.е. говорить с инвесторами на привычном для них языке.

Надо хорошо понимать бизнес-логику инвестора, в которую входят такие аспекты, как выгода, скорость внедрения проекта, сведение до минимума рисков. Инвестора интересуют даже не столько льготы по налогообложению, сколько сроки от времени подписания контракта до выпуска готовой продукции, — поделился опытом калужский вице-губернатор. И привел такой пример: компания «Самсунг», входя со своим бизнесом в область, смогла оформить право на отвод земли в течение одного дня.— У нас в республике отвод земельного участка пока процесс длительный: в среднем он занимает до 540 дней, главным в нем являются не финансовые меры, а кардинальное изменение отношения к привлечению инвестиций и культуры работы с инвесторами.

А все потому, что там правильно организована работа с инвесторами, — считает Владимир Балабанов. Сегодня в плане инвестиций у нас 82 конкурента, то есть все субъекты Российской Федерации. Инвестор избалован и требует хороших условий. А мы пока еще не научились сами зарабатывать. Не научились привлекать инвесторов. Тут нам приходится догонять даже Татарстан, который в 1990-е и 2000-е годы мы опережали по многим показателям, — поделился своим мнением глава экономического ведомства республики.

- По объему инвестиций на фоне других регионов России мы выглядим неплохо, но по размеру инвестиций на душу населения серьезно отстаем, — говорит в интервью журналу «Эксперт» министр экономического развития РБ Владимир Балабанов. — После взлета в 2008 году из-за общего финансово-экономического кризиса снизились и объемы вложений в республику.

Вместе с тем обвал цен на внешнем и внутреннем рынках, усиление в связи с этим конкуренции на внутрироссийском рынке, сокращение объемов банковского кредитования и инвестиционное сжатие оказали существенное влияние на экономику республики. В текущем году инвестиционный поток заметно сократился. Так, за 1-е полугодие в экономику республики вложено 55,6 млрд. руб., что на 18,2% ниже соответствующего периода прошлого года.

Притоку в инвестиционную сферу частного национального и иностранного капитала препятствуют политическая нестабильность, инфляция, несовершенство законодательства, неразвитость производственной и социальной инфраструктуры, недостаточное информационное обеспечение. Взаимосвязь этих проблем усиливает их негативное влияние на инвестиционную ситуацию. Так, за I полугодие 2010 г. инвестиционный поток сократился на 18,2% по сравнению с соответствующим периодом прошлого года.

В Республике Башкортостан ведется активная комплексная работа по привлечению инвестиций в развитие экономики и социальной сферы.

Привлечение иностранных инвестиций является очень трудным, конкурентным бизнесом, поскольку многие страны мира объявляют обеспечение притока инвестиций своим государственным приоритетом. И решить эту проблему можно только комплексно.

В целях активизации инвестиционной деятельности и формирования эффективной инвестиционной политики постановлением Правительства республики утверждена Концепция инвестопроводящей системы на период до 2015 г., определившая приоритетные задачи развития инвестиционной инфраструктуры, инвестиционной среды и механизмов организации межведомственного взаимодействия.

Принят План действий по развитию частно-государственного партнерства в республике на 2008-2010 гг. Целью вышеуказанного Плана действий является не только повышение уровня инвестиционной привлекательности, но и более эффективное взаимодействие с бизнес-сообществом по привлечению частного капитала для развития экономической и социальной сферы. При этом государство остается активным участником процесса путем предоставления бизнесу транспортно-инженерной, энергетической инфраструктуры, разведанных месторождений, земельных участков и т.д.

В целях стимулирования инвестиционной деятельности на территории республики Указом Президента Республики Башкортостан от 3 июля 2008 года №УП-304 учреждены ежегодные премии Президента Республики Башкортостан «За эффективную инвестиционную деятельность».

С каждым годом все больший объем финансовых инвестиционных ресурсов привлекается в кредитно-финансовых учреждениях, путем государственных займов на внешнем и внутреннем рынках, а также выпуска корпоративных облигаций.

Успешно внедряются предлагаемые Правительством РФ инструменты стимулирования инвестиционной деятельности. Действуют технопарки и бизнес-инкубаторы. Созданы Фонд содействия развитию венчурных инвестиций в малые предприятия в научно-технической сфере.

Республика принимает активное участие в реализации федеральных целевых программ. В настоящее время финансируются мероприятия 14 федеральных целевых программ. Кроме того, действуют 99 республиканских программ, в том числе 48 целевых. Финансирование программ осуществляется за счет средств бюджета республики, федерального бюджета и местных бюджетов, а также за счет внебюджетных источников.

Нынешний этап развития инвестиционной деятельности требует создания межрегионального, межотраслевого и межведомственного интегратора, который, с одной стороны, обеспечит информационными ресурсами по инвестиционным проектам и инструментам их реализации, а с другой - будет способствовать взаимодействию регионов с федеральными структурами.

Одним из шагов по созданию инфраструктуры привлечения иностранных инвестиций явилось создание государственного учреждения - Агентства Республики Башкортостан по иностранным инвестициям (далее - Агентство). Координацию деятельности Агентства осуществляет Министерство внешних связей и торговли Республики Башкортостан.

Создание специализированного Агентства по иностранным инвестициям - это осознание того факта, что для иностранного инвестора очень важно наличие одного профессионального партнера, с которым инвестор может решить все свои проблемы. В свою очередь нашим предприятиям, желающим привлечь инвесторов, тоже важно иметь местного компетентного партнера.

Следует отметить, что создание агентств по привлечению иностранных инвестиций является распространенной мировой практикой. Достаточно упомянуть Ирландию, которая практически на «пустом месте» за счет иностранных инвестиций построила мощную экономику. Государственную политику в области иностранных инвестиций в этой стране реализует Ирландское агентство по промышленному развитию (IDA Ireland).

Всего в мире насчитывается около 300 подобных агентств. Правительственные агентства являются основными партнерами иностранных инвесторов, проводниками государственной политики в области иностранных инвестиций, «технологами» реализации инвестиционных проектов с участием иностранного капитала.

Основными задачами Агентства РБ по иностранным инвестициям являются:

- отбор и продвижение инвестиционных проектов предприятий республики;
- помощь иностранным инвесторам при реализации проектов на территории Башкортостана;

- поддержка осуществления программы ЮНИДО по Республике Башкортостан;
- продвижение Башкортостана как региона, благоприятного для иностранных инвесторов.

Особое место в деятельности Агентства занимает работа над такими приоритетными для Башкортостана проектами, как проект развития международного аэропорта в Уфе, завершение строительства полиэфирного комплекса в г. Благовещенске, завершение строительства завода по производству катализаторов в г. Ишимбае. Кроме того, в разработке постоянно находятся от трех до пяти проектов, инициированных как нашими, так и зарубежными партнерами.

Обеспечение выполнения программы ЮНИДО по Республике Башкортостан тоже является одной из задач Агентства. Сотрудничество с ЮНИДО началось в 1999 г. и направлено на решение таких важнейших задач, как формирование промышленной политики и инфраструктуры поддержки промышленности и предпринимательства, поддержка инвестиционного сотрудничества и охрана окружающей среды.

В настоящее время работа всех органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях нацелена на нивелирование возможных последствий мирового финансово-экономического кризиса.

Следует подчеркнуть, что своевременно проведенные диверсификация и модернизация экономики, ввод в действие новых производств и освоение современных технологий, грамотное управление собственностью и ресурсами в период десятилетия экономического подъема создали надежный запас прочности, который позволяет нам с меньшими потерями, чем в других регионах страны, преодолевать кризис.

Башкортостан относится к группе регионов, имеющих лучшие значения макроэкономических показателей по Приволжскому округу и стране в целом. По результатам исследований журнала «Финанс», проведенных в июле 2009 г., по степени негативного влияния мирового финансово-экономического кризиса на экономику субъектов РФ наша республика вошла в число 25 регионов, наименее пострадавших от кризиса.

Руководством республики принимаются все возможные меры по преодолению кризисных явлений. С октября 2008 г. запущена система еженедельного мониторинга развития важнейших процессов в экономике республики. Работает Правительственная комиссия по поддержке и стабилизации экономики и финансовой системы. Реализуется Комплексная программа антикризисных мер на 2009-2010 гг. Общий объем средств на реализацию намеченных мероприятий составит 155 млрд. руб.

В целях поддержки предприятий и организаций осуществлена реструктуризация предоставленных бюджетных кредитов, объем которых составил 9,5 млрд руб. Реализуются дополнительные меры по стимулированию спроса и получению государственных заказов на производимую продукцию. Ряд крупных промышленных предприятий вошли в общероссийский перечень системообразующих организаций, которым может быть оказана поддержка за счет федеральных средств. Оказывается помощь по диверсификации производства и освоению новых рынков сбыта.

В условиях кризиса приобретают особую актуальность вопросы обеспечения продовольственной безопасности республики, стабильности на внутреннем рынке продовольствия. Объем государственной поддержки по Республиканской программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в 2008 г. составил почти 16 млрд. руб., а на 01.09.2009 - 8,5 млрд руб.

Все антикризисные меры направлены на сохранение экономического потенциала республики, создание прочной основы для устойчивого развития в посткризисный период, безусловное обеспечение обязательств, касающихся уровня и качества жизни населения.

В Башкортостане разрабатывается новый комплекс мер поддержки инвесторов и ожидают увеличения притока денег в республику уже в 2011 году. В числе наиболее

перспективных сфер инвестирования — переработка, добыча полезных ископаемых, сектор высоких технологий, строительство. В регионе низкая бюджетная обеспеченность в расчете на душу населения. А чтобы увеличить доходы, республике нужно модернизировать экономику, более активно привлекать инвесторов. Но прежде необходимо создать условия: изменить инвестиционное законодательство и убрать административные барьеры.

Законы предусматривают создание благоприятных условий для развития инвестиционной деятельности, в том числе путем предоставления субъектам инвестиционной деятельности налоговых льгот по уплате налогов и иных обязательных платежей, зачисляемых в бюджет Республики Башкортостан в соответствии с законодательством.

В 2009-2010 гг. в части поддержки и развития инновационной деятельности принято более 50 нормативно-правовых и распорядительных актов. Инвестиционная деятельность в Республике Башкортостан регламентируется нормативными документами, представленными в Приложении А.

Для достижения поставленных инновационных целей в республике принят и реализуется ряд концептуальных документов, таких как Закон «Об инновационной деятельности в Республике Башкортостан», Указ Президента Республики Башкортостан «О мерах государственного стимулирования инновационной деятельности в Республике Башкортостан».

В соответствии с Законом Республики Башкортостан «Об иностранной инвестиционной деятельности в Республике Башкортостан» разработана система мер, позволяющая коммерческим организациям с иностранными инвестициями, зарегистрированным на территории республики, получать льготы по налогу на прибыль и налогу на имущество в части, подлежащей зачислению в республиканский бюджет, а также возмещать часть процентных ставок по привлекаемым кредитам.

Коммерческие организации, реализующие приоритетный инвестиционный проект Республики Башкортостан, в течение 5 лет с момента государственной регистрации уплачивают налог по ставке, сниженной на 4 процентных пункта.

В отношении приоритетных инвестиционных проектов республики установлено возмещение части процентной ставки по кредитам, полученным в банковских и иных кредитных организациях, в размере 1/4 ставки рефинансирования Центрального банка Российской Федерации за счет средств бюджета Республики Башкортостан в соответствии с законом о бюджете Республики Башкортостан на очередной финансовый год.

Наряду с механизмом государственного и рыночного регулирования эффективно используется механизм частного – государственного партнерства, основными документами по применению и развитию которого являются план действий по развитию частного – государственного партнерства в Республике Башкортостан на 2009 – 2010 годы, а также Положение о частном государственном партнерстве в Республике Башкортостан, закрепляющее принципы, формы и механизмы партнерства.

Для создания системы привлечения инвестиционных ресурсов в приоритетные для республики сферы, а также для координации взаимодействия всех участников инвестиционного процесса и формирования эффективной инвестиционной политики постановлением Правительства Республики Башкортостан от 27.11.2009г. № 422 принята Концепция инвест проводящей системы в Республике Башкортостан на период до 2015 года, а Постановлением Правительства Республики Башкортостан от 07.07.2010г. № 257 утвержден План мероприятий по ее реализации.

Для формирования благоприятного инвестиционного климата рекомендуется:

- 1) определить набор существенных параметров, которые учитываются инвесторами при принятии решений об инвестициях в тот или иной регион. За основу можно взять структуру Доклада о мировой конкурентоспособности Всемирного экономического форума;

- 2) определить «узкие места», сформировать программу мероприятий по повышению инвестиционной привлекательности региона, с выделением приоритетов;
- 3) создать эффективные механизмы реализации указанной программы;
- 4) активизировать работы по привлечению в регион фондов прямых инвестиций (в т.ч. азиатских и ближневосточных);
- 5) регулярно проводить инвестиционный форум «Урал–Поволжье» (с мощным маркетинговым обеспечением, приглашением широкого круга отечественных и зарубежных инвесторов);
- 6) создать и фондировать региональный ипотечный банк, обеспечить низких % ставок по ипотечным кредитам.

В настоящее время на территории Республики Башкортостан реализуется порядка 76 проектов республиканского значения с общей суммой привлекаемых инвестиций около 600 млрд. руб., а также готовится к осуществлению инвестиционные проекты, рассчитанные до 2014 г., на сумму около 1 трлн. руб.

Подытоживая все вышесказанное, можно отметить, что привлечение иностранных инвестиций, являющееся одним из необходимых условий выхода региона из экономического кризиса, требует значительных нормотворческих и организационных усилий как от российских федеральных и региональных властей, так и от отдельных предприятий и финансовых институтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Инвестиционная деятельность в Республике Башкортостан»// <http://www.minpromrb.ru/investment/>.
2. Маковецкий М. Ю. Инвестиции как основной фактор экономического роста. //Финансы и кредит.- 2007г.-N 2- С.8-18.
3. Дворецкая А. Е. Инвестиционный потенциал экономики России.// Финансы и кредит. - 2007 г.- N 16- С. 2-18.

ОБ АВТОРАХ



Мардганиева Юлия Айратовна, к.э.н. доцент. каф. ФДОиЭБ УГАТУ.



Янбекова Регина Рафисовна, студ. гр. ФДО-404. ФИРТ, каф. «Финансы, денежное обращение и экономическая безопасность»

РАЗРАБОТКА МАРКЕТИНГОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУВИ «CAMPER»**Камалова А.З.**

Маркетинг — вид человеческой деятельности, направленной на удовлетворение нужд и потребностей посредством обмена. Разработка маркетингового обеспечения — процесс, требующий комплексного анализа деятельности предприятия, внешней и внутренней среды его функционирования, выявления особенностей и, наконец, формирования маркетинговой стратегии с учетом результатов исследования.

Обувная компания «Camper» была открыта в 1975 году в Испании (Мальорка). С 1992 года началось ее международное развитие, и на данный момент 150 монобрендовых магазинов «Camper» открыты в 60 странах мира, в том числе в России. Компания производит высококачественную, экологичную, удобную обувь с оригинальным дизайном для взрослых и детей. Девиз «Camper» - «Немного лучше, но все еще не совершенство», что отражает стремление к постоянному совершенствованию, определяя план деятельности. Интерьеры каждого из магазинов разрабатываются приглашенными дизайнерами, поэтому нет ни одного похожего на другой. Магазины «Camper» располагаются в Москве и Санкт-Петербурге, но необходимо произвести экспансию в регионы России.

Исходя из вышесказанного, целью данной работы является оценка потенциала обувного рынка г. Уфы, анализ текущей ситуации и на основе полученных данных разработка стратегии открытия магазина «Camper» в Уфе.

Также в ходе работы предполагается исследовать закономерности формирования потребительских предпочтений и проанализировать основы поведения потребителей.

Предметом данной работы является разработка маркетингового комплекса для обуви «Camper» с целью обеспечения эффективной деятельности компании в мире и в Уфе, в частности.

Задачами работы являются: разработка методики исследования рынка обуви, анализ маркетинговой среды фирмы, разработка товарной, ценовой, коммуникационной политики, системы распределения и товародвижения, расчет конкурентоспособности товара.

На первом этапе было смоделировано маркетинговое исследование: разработаны вопросы для анкеты, выбрана целевая аудитория. Анкетирование проводилось в городе Уфа — специально подготовленные интервьюеры проводили опросы в крупных торгово-развлекательных комплексах Уфы. Стимулом к ответу на вопросы являлась выдача в подарок купона, дающего право на 10% скидку при открытии магазина «Camper». Опрашивались жители Уфы старше 18 и младше 65 лет. Объем работ — 520 успешных интервью. Респондентами были 37% мужчин и 63% женщин. Распределение респондентов по возрасту: до 25 лет — 42%, 26–39 лет — 22%, 40–54 лет — 20%, старше 55 лет — 16%; по социальному положению: студенты — 36%, занятые физическим трудом — 10%, занятые умственным трудом — 30%, пенсионеры — 6%, домохозяйки — 18%.

Анализ спроса и предложения на обувном рынке РФ (таблица 1) свидетельствует о том, что спрос на обувь (объем продаж) в стоимостном выражении вырос с 40361 млн. руб. в 2009 г. до 67948 млн. руб. (на 68,4) в 2010 при одновременном снижении индекса физического объема.

Расчеты показали, что потребность в обуви по РФ составляет 260,0 млн. пар, а степень ее удовлетворения за счет отечественного производства — 11,4%, импортного — 88,6 %. Прогнозируется рост рынка обуви в 2011 году на 3-5 % в результате роста среднего уровня жизни.

Таблица 1

Баланс спроса и предложения на обувном рынке РФ

Наименование показателя	В 2009 г. (млн. пар)	В 2010 г. (млн. пар)
1. Потребность в обуви	260,0	260,0
2. Объем продаж (спрос на обувь)	120,0	110,0
3. Импорт	12,0	13,0
4. Экспорт	3,9	4,5
5. Товарные запасы	20,4	9,8
6. Производство обуви	29,3	33,0
7. Предложение по рынку (п. 6 + п. 3 – п. 4 + п. 5)	57,8	51,3
8. Избыток/дефицит (п. 2 – п. 7)	62,2	58,7

На основе проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1) качество, удобство, дизайн стоят на первом месте среди критериев, предъявляемых к обуви, значит на эти черты необходимо делать упор при разработке системы формирования спроса и стимулирования сбыта (ФОССТИС);

3) у большинства потребителей маленький гардероб и «Campeg» может занять свою нишу, заявляя о себе, как о высококачественной обуви, которая может долго прослужить;

4) о «Campeg» в Уфе знают единицы. Недостатком, по их мнению, являются завышенные цены, это будет учтено при формировании ценовой политики;

5) в связи с тем, что большинство потребителей в Уфе достаточно консервативны и пока не готовы к покупкам в сети Интернет, «Campeg» будет делать упор на продажи в обычных магазинах;

6) традиционное средство связи производителей обуви с потребителями – пресса и телевидение, а также каталоги. Но «Campeg», чтобы заявить о себе, необходимо перейти от консервативных установок в сфере рекламы к новым, необычным, т.е. применять «провокационный маркетинг».

На следующем этапе был произведен анализ маркетинговой среды фирмы: макро- и микросреды. При анализе макросреды были рассмотрены следующие факторы: демографические, экономические, природные, технологические, политические (законодательные) и социальные (культурные). К факторам, положительно влияющим на деятельность «Campeg», были отнесены: рост численности населения и уровня образования, увеличение среднего возраста вступления в брак, миграция людей из сельской местности в города, увеличение доступности кредитов, снижение импортной пошлины, рост спроса на экологичные продукты. К негативным факторам отнесли: кризисные явления в мире, сокращение запасов природных ресурсов и удорожание энергоносителей, ужесточение государственных мер по охране окружающей среды. Был сделан вывод, что большая часть факторов оказывает положительное влияние, то есть для «Campeg» существуют положительные предпосылки расширения деятельности.

Если анализировать микросреду с позиции сильных и слабых сторон «Campeg», то лучше всего налажены отношения внутри фирмы – эффективно функционирующая система подбора и мотивации сотрудников, единая философия. Также существуют устойчивые связи с поставщиками – доверие основано на многолетнем сотрудничестве. На высоком уровне и отношения с контактными аудиториями – это заслуга службы PR. На что следует обратить особое внимание – это конкуренты, клиентура и маркетинговые посредники. Нельзя сказать, что это слабые стороны «Campeg», скорее это те сферы, которые наиболее важны, а значит, всегда требуется совершенствоваться в этих областях. Выводы по микросреде и макросреде необходимо учитывать при обосновании товарной, ценовой политики, ФОССТИС и т.д. – то есть, всего комплекса маркетинга для «Campeg».

На третьем этапе была рассмотрена товарная политика. Обувь является товаром широкого потребления, предварительного выбора, неоднородным, т.е. приобретает для

личного пользования, потребители затрачивают время и силы на сбор сведений о товаре, а также на сравнение различных марок с точки зрения их пригодности, качества, цены, внешнего оформления и в силу неоднородности необходимо иметь широкий ассортимент, чтобы удовлетворить индивидуальные вкусы. Первым элементом товарной политики является рассмотрение товара с учетом трех уровней. Основной уровень - уровень товара по замыслу, на котором дают ответ на вопрос: что в действительности будет приобретать покупатель? Основная выгода от использования обуви – защита ног во время ходьбы. Следующий уровень - товар в реальном исполнении. Результатом рассмотрения стала следующая информация. В компании «Camper» знают, что качество – один из самых мощных инструментов, с помощью которого позиционируют товар на рынке. Философия «Camper» - «Little Better, Never Perfect» предполагает постоянное совершенствование. В качестве сырья используется кожа высшего сорта, применяются такие современные технологии, как круговое склеивание. Всё это позволяет сделать обувь одновременно качественной и лёгкой. Свойства обуви «Camper»: удобная, качественная, многофункциональная, высокотехнологичная (технологии Waterproof, P87 Cushioning System, The Hybrid, Lightweight), яркая, оригинальная, стильная, модная, креативная, легкая, экологичная, износостойкая, водоотталкивающая и не скользящая. «Camper» выдвигает дизайн на первый план, привлекая талантливых дизайнеров к разработке каждой новой коллекции в рамках проекта «Camper Together». Компании была вручена Испанская Национальная Награда в области дизайна. Индивидуальность «Camper» заключается в её Средиземноморском характере: пересечение многих культур, наполненных как различными противоречиями, так и похожими качествами: современность и простота, креативность и строгость, традиция, уважение, свобода действия и скромность. Марка играет важную роль, «работает» на компанию, и в сознании потребителей за 35 лет существования марки понятия «высокое качество, оригинальный дизайн, технологичность» ассоциируются со свойствами товара. Марочное название «Camper» (рис. 1) в переводе значит «сельский» или «крестьянин».



Рис. 1. Марочный знак (эмблема) «Camper»

Последний уровень – товар с подкреплением. Это, в первую очередь, обслуживание потребителей на высшем уровне, предоставление гарантии на год, полной и своевременной информации о наличии моделей, услуги по подбору модели, неизменная любезность, доброжелательность продавцов-консультантов, ведь они проходят тщательный отбор, стажировки и семинары в испанском офисе компании. Предоставление карт постоянного клиента, подарков во время специальных акций также является приятным дополнением для клиентов «Camper».

Второй элемент товарной политики – определение стадии жизненного цикла товара. В Европе, где «Camper» существует уже 135 лет, товар находится на стадии зрелости. Поэтому темпы роста продаж падают, прибыль также растет медленнее из-за увеличения расходов на маркетинговые мероприятия. В Уфе, где пока нет ни одного магазина «Camper», товар будет находиться на стадии внедрения, а в этом случае торговля обычно убыточна, объем продаж незначителен, маркетинговые расходы (особенно на рекламу) велики.

Третий элемент товарной политики – марочный подход. Марочный знак (эмблема) узнаваемая и яркая, была окончательно сформирована в 1981 с появлением первых монобрендовых магазинов в Испании. Белые буквы на красном фоне хорошо выделяются. Красный цвет - символ энергии, активности, непосредственности и уникальности, стремления «выделиться». «Camper» - марка производителя. Высокое качество в основе – основное орудие позиционирования компании. «Camper» легко произносится и быстро

запоминается, несет в себе намек на свойства товара. Марка имеет единый «средиземноморский» дух – такие качества, как «простота, дизайн, уют, удобство» применимы к обуви.

Четвертый элемент товарной политики – позиционирование товара на рынке. «Camper» использует целевой маркетинг. В этом случае продавец производит разграничение между сегментами рынка, выбирает из них один или несколько и разрабатывает товары и комплексы маркетинга в расчете на каждый из отобранных сегментов. Было проведено сегментирование рынка, выбраны следующие группы:

1) сегмент 1. Мужчина или женщина 20-30 лет, человек активный, стремящийся добиться успеха, он постоянно в движении, спешит, много дел, ему очень важен комфорт при передвижении, поэтому необходима максимально удобная обувь, но, в то же время дизайн также играет роль. Доходы его ограничены 3000\$. Он руководитель среднего звена, принадлежит к среднему классу, честолюбивая натура. Любит активный отдых, общение, экстраверт. Имеет в гардеробе, как правило, около 7-12 пар обуви (женщина) и 7-10 пар (мужчина), меняет их по мере износа;

2) мужчина или женщина 20-30 лет, активный, реформатор, творческая натура, эстет, более всего ценит дизайн. Доход до 5000\$ или выше. Всегда в курсе новых идей, веяний, стремится увидеть мир, попутешествовать во время отпуска. Любит оригинальность, легко переходит от одной марки к другой, если привлечет что-то необыкновенное. Часто обновляет обувь, имеет большой обувной гардероб;

3) мужчина или женщина 30-40 лет, имеющие семью или без нее, состоявшиеся люди, преуспевающие, доход до 10000\$. Руководители высшего звена, творческие люди. Покупают качественные продукты, одежду, обувь. Это настоящий средний класс и даже выше. Не часто ходят пешком, в выходные любят выезжать в свои загородные дома. Любят общение, встречи с друзьями. Путешествуют стабильно 1-2 раза в год. Имеют хорошо подобранный гардероб, покупают только качественную и красивую обувь, обновляют часто, мода большой роли не играет – полагаются на собственный вкус, их обувь должна заявлять об их статусе даже во время отдыха, в уикенды.

Затем было разработано позиционирование «Camper» для выбранных сегментов. В целом образ «Camper»: оригинальная обувь, в которой легко «шагать по свету» и легко встречаться с друзьями. Для сегмента 1 «Camper» позиционируется, как обувь комфортная, стильная и небрежно-элегантная. В целом, у молодых людей должно создаться впечатление, что, надев кеды или ботинки «Camper», они смогут быть причастны к миру «уже состоявшихся», а это как раз то, к чему они стремятся. Для сегмента 2 позиционируется, как обувь невероятно оригинальная, дизайнерская, вручную изготовленная; обувь, которая помогает творить, дает возможность подчеркнуть свою индивидуальность. Для сегмента 3 «Camper» позиционируется, как обувь комфортная, удобная, качественная, статусная – обувь для отдыха успешных людей.

Далее была проанализирована ценовая политика «Camper». На первом этапе установили минимальную цену, которая покрывает затраты на производство продукции – 3 000 рублей. Второй этап - установление максимальной цены. Максимальная цена – это цена, при которой прекращается спрос - 40 000 рублей. На третьем этапе была обоснована задача ценовой политики. Так как «Camper» с одной стороны находится на этапе зрелости, а с другой стороны выпускает совершенно новый товар, то была выбрана политика «снятия сливок». Она заключается в том, что предприятие устанавливает максимально высокую цену, которая обеспечивает норму прибыли, во много раз превышающую среднюю для данной отрасли. Так как на европейском рынке существует достаточно много конкурентов из Италии, Испании и Великобритании, то выбрали административный метод ценообразования, а именно ориентацию на средние рыночные цены товаров данного рода (отраслевые). На четвертом этапе установили ориентировочную цену. Средняя наценка составляет около 100-200 % для производителей кожаной брендовой обуви. Установили цену 15 000 рублей для европейских магазинов и

20 000 рублей для Уфы. Далее провели рыночный тест цены, чтобы узнать, является ли данная цена приемлемой для покупателей. Был сделан вывод, что продажи при такой цене обеспечивают нормальную прибыль, и поэтому окончательную цену оставили на том же уровне.

На следующем этапе исследования была рассмотрена система распределения и товародвижения. Был сделан вывод, что имеет место управляемая вертикальная маркетинговая система, т.е. координация осуществляется на основе размера и мощи «Camper», а не из-за общей принадлежности одному владельцу. При выборе числа посредников «Camper» руководствуется распределением на правах исключительности, когда ограниченному числу дилеров предоставляют исключительные права на распределение товаров фирмы в рамках их сбытовых территорий. При этом ставится условие исключительного дилерства, т.е. дилеры, продающие товары «Camper», не торгуют товарами конкурентов. «Camper» управляет тесным сотрудничеством посреднических фирм, контролируя открытие новых магазинов, интерьер, размещение товаров, СТИС, ценовую политику. Мотивирование дистрибьюторов осуществляется путем совместного планирования распределения. «Camper» имеет отдел по планированию работы с дистрибьюторами, который занимается выявлением нужд дистрибьюторов, а также разработкой программ стимулирования сферы торговли, призванных помочь каждому дистрибьютору наиболее полно использовать свои возможности. «Camper» сотрудничает с испанскими фирмами по организации товародвижения: испанские авиалинии по грузоперевозкам – «LTE International Airways SA», находящиеся в Майорке, и «Murias Mudanzas y Guardamuebles» - компания-специалист по товародвижению и складированию.

Товар в пределах Европы перевозится в трейлерах, так как скорость доставки в этом случае высока. За пределами Европы, к примеру, в России, Японии, товар отгружается самолетом, вследствие этого высоки транспортные расходы фирмы, но явным достоинством является высвобождение оборотного капитала, более быстрое поступление платежей со стороны клиентов и рост спроса.

На шестом этапе был произведен расчет конкурентоспособности товара. Для сравнения «Camper» и одного из их конкурентов – «Hispanitas», были выбраны модели из коллекции осень-зима 2010-2011. Технические показатели приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение по потребительским параметрам

Параметры	«Camper»	«Hispanitas»	Идеал
Дизайн	9	8	10
Удобство (комфорт)	9	8	10
Износостойкость	3 сезона	2 сезона	4 сезона
Соответствие модным тенденциям	5	6	10
Экологичность	9	7	10
Качество материалов	9	9	10
Технологичность (анатомическая стелька, P87 и т.д.)	9	9	10

Относительные показатели приведены в таблице 3.

Таблица 3

Относительные показатели

Показатели «Camper» \ идеал	Показатели «Hispanitas» \ идеал
$9/10 = 0,9$	$8/10 = 0,8$
$9/10 = 0,9$	$8/10 = 0,8$
$3/4 = 0,75$	$2/4 = 0,5$
$5/10 = 0,5$	$6/10 = 0,6$

9/10 = 0,9	7/10 = 0,7
9/10 = 0,9	9/10 = 0,9
9/10 = 0,9	9/10 = 0,9

В таблице 4 эксперты оценили значимость параметров изделия.

Таблица 4

Оценка экспертами весов параметрических индексов изделия

Предел	1	2	3	4	5	Cj	Aj
Дизайн	0,4	0,2	0,1	0,1	0,2	1	0,2
Удобство (комфорт)	0,1	0,3	0,3	0,4	0,3	1,4	0,28
Износостойкость	0,05	0,3	0,2	0,05	0,2	0,8	0,16
Соответствие модным тенденциям	0,3	0,03	0,05	0,07	0,1	0,55	0,11
Экологичность	0,005	0,02	0,05	0,03	0,1	0,205	0,041
Качество материалов	0,005	0,05	0,1	0,05	0,03	0,235	0,047
Технологичность	0,14	0,15	0,2	0,3	0,07	0,86	0,172

В таблице 5 производился расчет интегрального показателя качества.

Таблица 5

Интегральные показатели качества

	«Camper»	«Hispanitas»
	$0,9 \cdot 0,2 = 0,18$	$0,8 \cdot 0,2 = 0,16$
	$0,9 \cdot 0,28 = 0,252$	$0,8 \cdot 0,28 = 0,224$
	$0,75 \cdot 0,16 = 0,12$	$0,5 \cdot 0,16 = 0,08$
	$0,5 \cdot 0,11 = 0,055$	$0,6 \cdot 0,11 = 0,066$
	$0,9 \cdot 0,041 = 0,0369$	$0,7 \cdot 0,041 = 0,0287$
	$0,9 \cdot 0,047 = 0,0423$	$0,9 \cdot 0,047 = 0,0423$
	$0,9 \cdot 0,172 = 0,1548$	$0,9 \cdot 0,172 = 0,1548$
Сумма	0,841	0,7558

Интегральный показатель качества = $0,841 / 0,7558 = 1,11273$. Так как показатель больше единицы, то был сделан вывод, что по техническим параметрам «Camper» превосходит конкурента.

В таблице 6 производилось сравнение по экономическим параметрам.

Таблица 6

Сравнение по экономическим параметрам

Параметры	«Camper»	«Hispanitas»	Идеал
Цена изделия, руб	15 000	17 000	13 000

«Camper»: $15000 / 13000 = 1,15385$. «Hispanitas»: $17000 / 13000 = 1,3077$.

Интегральный показатель экономического параметра равен 0,88235. Значит, «Camper» имеет превосходство по экономическому параметру.

Интегральный показатель качества разделили на интегральный показатель экономического параметра и получили 1,2611. Так как $1,2611 > 1$, значит «Camper» обладает большей конкурентоспособностью, чем «Hispanitas».

Заключительным этапом исследования являлась разработка коммуникационной политики. Были определены следующие мероприятия по формированию спроса (ФОС):

1) размещение в городе за месяц до открытия магазина крупных, ярких плакатов с забавными персонажами, сайтом «www.camper.com»;

2) выпуск мини-журнала «The walking society» в Уфе. Журнал будет распространяться в качестве бонуса при покупке билетов на самолет, туристических путевок, в бутиках дизайнерской одежды, в некоторых кафе, в спортклубах – в тех местах, где предположительно бывает целевая аудитория;

3) размещение серии роликов о «Camper» в социальных сетях «YouTube» и «Facebook». Темой таких роликов станут некоторые качества обуви «Camper»: водонепроницаемость, прочность, амортизация и, самое главное, – креативность;

4) приглашение звезд шоу-бизнеса России, руководителей крупных и успешных компаний Уфы, СМИ, творческой элиты города на открытие магазина.

Разработаны следующие мероприятия по стимулированию сбыта (СТИС):

1) традиционные приемы: сезонная распродажа, скидки постоянным клиентам. Акция, что каждому, кто назовет секретный пароль, предоставляется скидка 30% на всю коллекцию. Пароль можно расшифровать, следя за новостями «Camper»;

2) для реализации тех товаров, которые по некоторым причинам не могли быть представлены в обычных магазинах – товары с небольшими изъянами, или товары, оставшиеся после предшествующих сезонов, «Camper» продает по сниженной цене в магазинах «Re-Camper»;

3) запуск блога «Camper» в России.

При разработке рекламной политики было решено, что «Camper» необходимо использовать информативную рекламу в Уфе, на этапе введения товара на рынок, когда стоит задача создания первичного спроса. В остальных странах, где товар находится на стадии зрелости, можно использовать напоминающую рекламу для поддержания полной осведомленности о товаре. Возможное рекламное обращение «Camper»: «Пока вы ходите в Camper, ваши ноги отдыхают», «Ходить, а не бежать», «Camper – это путешествие. Хочешь путешествовать с нами?», «Обувь, которая может служить вечно».

Передачу рекламного обращения необходимо осуществлять следующими путями:

1) новые средства информации - Интернет (блог, сайт, «YouTube», «Facebook»);
2) классическая реклама - креативные печатные издания, телевидение;
3) путеводители по бренду, которые могут выпускаться самой компанией – для утверждения фирменного стиля;

4) пресс-конференции при открытии новых магазинов;

5) выставки дизайнерских работ;

6) спонсирование спортивных соревнований – парусные гонки «Volvo Ocean Race», социальные проекты.

Общий вывод: рекламные кампании «Camper» - это всегда хорошо продуманные, креативные, эффективные проекты, которые окупают вложенные в них средства, обеспечивая постоянное поддержание заинтересованности со стороны покупателей и положительный имидж компании.

В заключение были выделены следующие направления деятельности по установлению связей с общественностью (PR):

1) связи со СМИ. На открытие магазина «Camper» обязательно приглашаются представители СМИ. Во-первых, вся концепция, интерьер продумываются каким-либо известным дизайнером, то есть это творческая выставка. Во-вторых, приглашаются звезды шоу-бизнеса, есть возможность собрать больше материалов о них. В-третьих, всем гостям «Camper» дарит пару обуви в подарок – ту, которая им придется по вкусу. В-четвертых, на открытие приезжает сам Антонио Флюкса - Президент компании или его заместитель, который делится интересной информацией. И, наконец, обязательно устраивается мини – фуршет;

2) позиционирование себя, как борца за экологию. В 1998 году «Camper» начала изучать вопрос обработки отходов и экологии и по сей день подчеркивает свой статус, как экологичной обуви;

3) позиционирование себя, как компании, заботящейся о здоровье человека. Для

выделки кожи используются натуральные, гипоаллергенные вещества. Подкладка выполнена из органического хлопка, выращенного без применения пестицидов, гербицидов или инсектицидов;

4) позиционирование себя, как компании, занимающейся благотворительностью. Примером служит проект «Съедобные Сады» (с 1999г.). В течение учебного года дети учатся, как пересаживать маленькие растения, заботиться о них и собирать плоды. Затем они используют собранные фрукты для красок, джемов, чаёв и лекарственных настоек. Программа также включает обучение правильному использованию воды и правильной обработке домашних отходов, а также практические занятия по ботанике и восстановлению энергии;

5) отношения с сотрудниками компании, которые основаны на доверии, донесении до них философии компании, мотивирования, общей творческой рабочей атмосферы. Имеется психологическая служба, которая оценивает состояние сотрудников, помогает эффективно решать и рабочие, и личные проблемы;

6) пресс-релизы, финансовые отчеты – это помогает поддерживать устойчивые отношения с финансовыми кругами;

7) англоязычный блог и сайт компании – как уже упоминалось, являются в некотором смысле «творениями искусства». Это способ связи с контактными аудиториями под лозунгом: «Мы предоставляем Вам наиболее полную информацию о компании, но так, чтобы Вы получали удовольствие при ее просмотре»;

8) связи с местными контактными аудиториями реализуются путем утверждения, что работа фабрики не вредит окружающей среде, а магазины украшают город – и это в действительности так.

Таким образом, мы видим, что тонкое воздействие на психологию человека, на его потребность в удовлетворении чувства собственной значимости, проводимое работниками PR, приводит к хорошему отношению журналистов, прекрасным отзывам в СМИ, признанию «Samreg», как социально ответственной, «честной» компании и, как результат, к повышению спроса на товар и увеличению прибыли.

Итак, в ходе данной работы была произведена оценка потенциала рынка Уфы, и разработана стратегия открытия магазина «Samreg», а также запуск коллекции осень-зима 2011-2012. Для осуществления цели были разработаны следующие разделы: методика исследования рынка обуви, анализ маркетинговой среды фирмы, разработка товарной, ценовой, коммуникационной политики, системы распределения и товародвижения, расчет конкурентоспособности товара. По итогам работы был сделан основной вывод – условия для выхода «Samreg» на обувной рынок Уфы с применением разработанного маркетингового комплекса в настоящее время благоприятные. В целом, для любой компании при выходе на новый рынок необходима разработка полного маркетингового комплекса, и только такой подход приводит к удовлетворению потребностей, постоянному спросу на продукцию, а, следовательно, к хорошим коммерческим результатам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котлер Ф., Армстронг Г., Сондерс Дж., Вонг В. Основы маркетинга: пер. с англ. – 2-е европ. изд. – М.; СПб.; К.: Издательский дом “Вильямс”, 2000. – 944 с.
2. Лекционный материал Родионовой Л.Н. 2009-2010.
3. Матешук Т. «Тройка по поведению» // Линии торговли. – 2010. - №8. – 12-13 с.
4. Борнякова И. «Живые бренды. Новый подход к созданию и продвижению брендов» // Маркетинг Pro. – 2009.- № 11. – 18-21 с.
5. Набоких У. «Возможности развития бизнеса на базе Facebook» // Маркетинг Pro. – 2010.- № 5. – 5-7 с.

6. Имшинецкая И. «Что такое скидки и как с ними бороться» // *Маркетинг Про.* – 2010.- № 4. – 30-32 с.
7. www.camper.com – официальный сайт компании «Camper».

ОБ АВТОРЕ



Камалова Айгуль Зуфаровна, студент каф. ФДОиЭБ УГАТУ. Исследования в области инфляционных процессов в России, механизмов функционирования теневой экономики в мире, переходной экономики, маркетинга.

УДК 33

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ПОЛОЖЕНИЯ РОССИЙСКОГО БАНКОВСКОГО СЕКТОРА

Валитова Г.Р.

Точная оценка способности банков противостоять финансовым шокам представляет сегодня особенный интерес. Прежде всего, она влияет на инвестиционные решения и слаженную работу экономики. Наиболее очевидные последствия нестабильности в финансовом секторе наблюдаются в том, что население перестает доверять банкам и, как следствие, забирает свои депозиты. Это, как правило, приводит к панике на финансовых рынках, повышению инфляции и обесценению национальной валюты. Характерными чертами российского банковского сектора являются: подверженность сильному влиянию взлетов и падений на международных рынках, проблемы с ликвидностью, политическая нестабильность и слабое институциональное регулирование. Неудивительно, что американские рейтинговые агентства в своих недавних отчетах дали чрезвычайно низкую оценку стабильности российской банковской системы – не просто ниже уровней развитых стран, но по соседству с наименее развитыми экономиками мира. Однако, на мой взгляд, ситуация не настолько драматична. Посудите сами: в то время, как мировые банковские системы страдали от нехватки поддержки центральными банками ликвидностью, ведущие российские банки демонстрировали довольно неплохую работу системы риск-менеджмента, зачастую показывая положительные финансовые результаты. Кризис ликвидности показал способность и готовность Банка России правильно использовать механизм рефинансирования, блокируя таким образом негативные тенденции.

Так что же представляет собой российская банковская система сегодня? Сумела ли она противостоять финансовому кризису и с какими результатами продолжает двигаться дальше? Какова роль государства в этом бизнесе? Каковы наиболее серьезные проблемы банковского сектора и их пути решения? В этой статье я попытаюсь ответить на эти вопросы, проанализировав факты, статистику и имеющуюся официальную информацию.

Негласно точкой отсчета многих мировых экономических событий стал финансовый кризис 2008 года. МВФ в своих отчетах отмечает, что, несмотря на то, что кризис заметно ударил по российской экономике, она, все же, находится на пути оздоровления. Как же получилось, что экономика, объективно являющаяся не самой сильной и ладно функционирующей, удержалась на плаву, не свалившись в долговую яму?

Существует мнение, что это произошло благодаря низкому уровню заемных средств и относительно малым присутствием на международных рынках капитала. В начале 2008 года уровень иностранных кредитов в российских банках составлял всего 20%. В течение кризиса обанкротились только 8 банков, причем не жизненно важных для банковской системы в целом. На сегодняшний день в России функционируют около 1000 банков, которые, очевидно, не охватывают и не пронизывают экономическую и социальную жизнь страны в необходимом объеме. Соответственно, зависимость от малейших изменений в данном секторе существенно ниже, чем, к примеру, в европейских странах. Ипотечные кредиты, признанные главным виновником финансового кризиса, составляли в России всего 3% от ВВП, в то время как в развитых экономиках их доля доходила до 50%. 70% совокупных активов российского банковского сектора также являются низким показателем (рис.1) [8].



Рис.1. Активы банковского сектора и банковские кредиты, % ВВП

Эти характеристики, в периоды подъема экономики откидывающие Россию назад, «на руку» при противостоянии мировым финансовым шокам.

Российская банковская система страдает практически полным отсутствием диверсификации кредитных портфелей. Например, Газпромбанк, Газэнергобанк, Альфа-Капитал тесно связаны с ведущими нефтяными и газовыми корпорациями. Таким образом, кредитная активность российских банков сконцентрирована, в основном, в этих секторах, которые все еще играют доминирующую роль в экономике. Соответственно, кредитный риск тесно коррелирует с колебаниями цен на газ и нефть. Это также объясняет довольно быстрое оздоровление российского банковского сектора, т.к. он выигрывает за счет высоких цен на энергоресурсы.

Необходимо отметить, что функционирование российских банков стало также возможным благодаря государственной поддержке, а именно, благодаря своевременным и решающим откликам властей и Банка России, которые продемонстрировали тесную кооперацию в наиболее «пиковые» моменты. Дополнительная ликвидность (в период кризиса власти потратили 3,4 трлн. рублей) была предоставлена в быстрые сроки, что помогло поддержать межбанковский рынок [2]. Примечательно, что ЦБР расширило спектр инструментов регулирования объема денежной массы, что соответствует принципам и действиям монетарных властей в развитых странах.

Во время острой фазы кризиса горячо обсуждался вопрос о поддержке реального сектора экономики вместо финансового. Аркадий Дворкович в одном интервью выразил мнение: «...если не работает одна фабрика - это, конечно, плохо, но, все же, это «точечная проблема» [9]. Банки будут в состоянии финансировать реальный сектор в том случае, если у них самих будет доступ к долгосрочному, стабильному и прогнозируемому капиталу по приемлемой процентной ставке. Этому же мнению придерживается Руслан Хвесьюк, председатель Альфа-Банка: «...банки в первую очередь испытывают негативные последствия от «сжатия» экономики». Вероятно, это и служило причиной предоставления

банкам в 2011 году транша размером 200 млрд. рублей на случай финансовой дестабилизации на межбанковском рынке.

Однако, согласно агентству Reuters, во время кризиса правительство в основном делает денежные «инъекции» банкам, где высока доля государственного владения. Так, согласно отчету, Сбербанк получил денежные средства в размере 500 млн. рублей, ВТБ – 200млн. рублей, и еще 200 млн. были распределены между оставшимися коммерческими банками [10]. Встает вопрос о справедливости такого распределения: очевидно, что государство защищает, прежде всего, свои интересы (в нашем случае, банки с большой долей государственной собственности). Но российская банковская система зиждется не только на четырех госбанках – существует множество других, достаточно крупных и перспективных, чтобы иметь возможность получить свою денежную «подушку безопасности».

Тем не менее, наряду с обеспечением банков существенным объемом капитала в форме займов, государство проводило также «психологическую» поддержку, давая понять, что в случае системного кризиса они готовы «взять под крыло» банки. Это сыграло огромную роль в формировании отношения как клиентов, так и инвесторов.

Говоря о текущем положении в банковской сфере, вице-председатель Банка России Геннадий Меликян сообщил, что в 2010 году консолидированная прибыль банков составила 13,7 млрд евро, что на 1,3 млрд. больше, чем в докризисном 2007. Но, так как некорректно оценивать эффективность банков в абсолютных показателях, то в динамике банковские активы возросли лишь на 60% (по сравнению с 2007 годом). Это подтверждается статистикой агентства Moody's: российским банкам необходимо заработать еще по меньшей мере 1,3 млрд. евро, чтобы достичь результатов 2007 года [6]. Однако позитивные изменения, все же, нельзя не отметить.

Другая тенденция: количество банков постоянно сокращается (в 2011 году планируется оставить лишь 910 банков). Это наблюдалось еще до кризиса, как только регуляторы приняли меры для устранения недобросовестных банков. Президент Альфа банка Петр Авен снова и снова повторяет, что для нашей страны оптимальным количеством является 300-400 банков[4]. Не больше, т.к. большинство из них, по сути, не являются банками или слишком беззащитны перед влиянием финансовых шоков. Например, испытывающие подобные трудности банки были куплены с помощью государственных властей другими, более крупными, или попросту реструктуризованы. Другими словами, это те банки, которые ликвидируют, теряют лицензии или те, чей уход с банковской «арены» принесет наименьшие потери для реального сектора экономики.

Представитель Центрального Банка Михаил Сухов утверждает, что причина уменьшения числа банков заключается в их консолидации [11]. Однако, существует версия, что банки с капиталом меньше 180 млн. рублей в 7,5 раз менее рентабельны. Поэтому, это пороговое значение и предполагается ввести как минимальное требование к величине капитала банка с целью оздоровления банковского сектора. С одной стороны, в России на один банк приходится 151 383 человек. В то время как в странах Еврозоны, на одну КО приходится в среднем 30-40000 человек [7]. Т.е. мы имеем недостаток банков, и по логике их число нужно было бы, напротив, увеличить. Но с другой стороны, меньшее число банков теоретически увеличит конкуренцию между ними, улучшит их надежность и качество предлагаемых услуг.

В отчете МВФ от апреля 2011 года говорится, что финансовая система России будет подвержена значительным рискам из-за колебаний на международных рынках товаров и капитала [3]. Кроме того, в «сердце» финансовой системы – банковской сфере, качество долговых обязательств может быть переоценено, в то время как уровень их обеспечения ниже необходимого. Поэтому, несмотря на хорошие и сильные финансовые индикаторы и результаты стресс-тестов, которые предполагают, что система выдержит значительные макроэкономические и финансовые шоки без помощи государства или ЦБР, необходима бдительность.

Согласно бывшему министру финансов Алексею Кудрину, главная проблема, перед которой стоят сегодня банки – это увеличение объема просроченных долгов, который растет в среднем на 14% каждый месяц. Председатель правления Сбербанка Герман Греф соглашается: по его мнению, реальный объем «плохих» долгов значительно выше, чем показывает официальная статистика (к примеру, рис.2) [5].

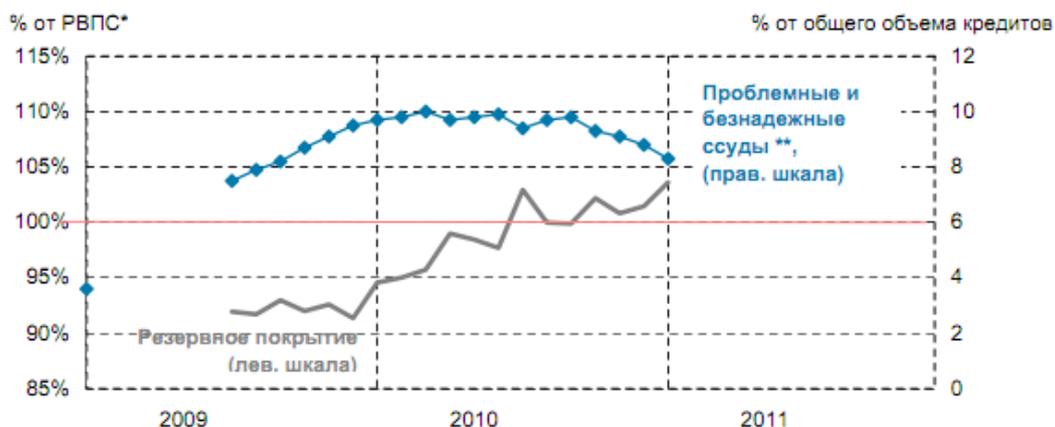


Рис.2. Динамика «плохих» долгов

Если такая тенденция будет продолжаться – а это более чем вероятно – государству придется вложить в банковский сектор миллиарды рублей, чтобы он продолжал свое функционирование [12].

Другая проблема, с которой столкнулись российские банки в начале 2011 года – это избыток ликвидности, оцениваемой, по меньшей мере, в 17 млрд. евро. Это положительно влияет на показатели ликвидности ЦБ, но уменьшает прибыльность коммерческих банков. Кроме того, высокий уровень ликвидности приводит к финансовым пузырям и скачкам инфляции. Будучи обеспокоенным этими проблемами, Банк России начал ужесточать монетарную политику, используя все доступные инструменты. В феврале 2011 года он повысил ставку рефинансирования впервые с 2008 г. и ставку резервирования для коммерческих банков (8,25%). В то же время, БР повысил ставки по операциям с депозитами, оставив на прежнем уровне процентные ставки по кредитам. Это увеличивает прибыльность депозитов, благодаря чему определенная доля денежной массы изымается с финансовых рынков. Как это ни странно, но «бегство» капитала (в первом квартале 2011 составило 21,3 млрд. долларов) в какой-то степени является своеобразной стерилизацией избыточной ликвидности [13]. Несомненно, российская экономика нуждается в деньгах, но инвестиционный климат оставляет желать лучшего. Пока же банки спасают свой капитал от обесценения в иностранных активах. Предполагается, что в случае «потепления» инвестиционного климата, он вернется назад. Поэтому проблема оттока капитала в то же время является и спасением при избыточной денежной массе в стране.

Как уже упоминалось выше, крупнейшие российские банки, например, Сбербанк, косвенно контролируются государством, которое обладает большинством акций. Недавние планы властей по продаже части акций были встречены неоднозначно. Очевидно, что даже имена, входящие в Советы Директоров этих банков являются своего рода гарантией того, что банки никогда не обанкротятся – государство поддержит их. Снижение доли государства ниже 50% создает риск, что банки в критических случаях не смогут ответить по своим обязательствам [1]. Этот теоретический риск повышает стоимость капитала. С другой стороны, это может создать здоровые конкурентные условия для эффективного функционирования банков.

Кроме того, российский банковский сектор страдает низким уровнем доверия со стороны населения. Наученные горьким опытом банковского и валютного кризиса 1998-

1999 годов, многие вкладчики до сих пор не пользуются услугами банков, предпочитая хранить деньги наличными. Например, согласно опросу газеты «Коммерсант», только 45% россиян владеют пластиковыми картами. В целом низкий уровень депозитов негативно влияет на объем капитала банка. Соответственно, далее сами банки могут предложить предприятиям меньший размер кредитов и, скорее всего, невыгодные для них условия. Поэтому, повышение доверия к банкам со стороны населения поможет больше аккумулировать и в дальнейшем выгодно размещать финансовые ресурсы. Это, несомненно, повысит инвестиционную привлекательность экономики.

Качество банковского регулирования остается относительно низким в сравнении с другими странами. Российскими банками не требуется исполнение критериев Базель II. Хотя поддержание более высокого соотношения капитала к активам банка обеспечило бы банк необходимыми денежными средствами в случае непрогнозируемых потерь и уменьшило бы риск банкротства банка. Кроме того, выполнение этого соотношения, нивелирующего риски, не оставило бы менеджерам повода для вовлечения в слишком рискованные проекты (которые не обеспечивают отдачи, необходимой для поддержания норматива).

На мой взгляд, приватизация банков является одним из главных способов улучшения российского банковского сектора. Доверие к банкам российских вкладчиков, наученных негативным опытом ведения дел с государственными КО, можно было бы повысить уменьшая долю госвладения в капитале банка. Это аккумулировало бы больше свободных денежных средств населения, увеличило бы размеры выдаваемых кредитов и их условия, уменьшило бы неэффективность и стоимость капитала банка. Кроме того, сокращения государственного контроля могло бы проявиться в формировании более строгих стандартов банковского регулирования и надзора, что существенно сократило бы риск неисполнения банком своих обязательств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. kommersant.ru – электронная версия газеты «Коммерсант», №108, 18.06.2011
2. cbr.ru – Интернет-сайт Центрального Банка РФ
3. asv.org.ru – Интернет-сайт Агентства по страхованию вкладов
4. banksdaily.ru – Международный справочник банков (International Directory of Banks)
5. sberbank.ru – Интернет-сайт «Сбербанка»
6. vtb.ru – Интернет-сайт «ВТБ»
7. imf.org – Интернет-сайт Международного Валютного Фонда (IMF)
8. gazeta.ru – электронная версия газеты «Газета»
9. reuters.com – Интернет-сайт информационного агентства Reuters
10. regnum.ru – Интернет-сайт информационного агентства REGNUM
11. ier.ru – Интернет-сайт Института экономической политики имени Е.Т. Гайдара
12. rg.ru – электронная версия газеты «Российская газета»

ОБ АВТОРЕ



Валитова Гузель Радиковна, студентка 5 курса каф. «Финансы, денежное обращение и экономическая безопасность».

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБИТ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ РОССИЙСКИХ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ

Валитова Г.р.

В условиях сегодняшней мировой финансовой нестабильности как никогда актуальной становится проблема адекватной оценки устойчивости коммерческих банков и их способности противостоять финансовым шокам. Это влияет на инвестиционные решения, рейтинги банков и в целом на слаженную работу финансового сектора. Но наиболее очевидные последствия нестабильности наблюдаются в том, что население перестает доверять банкам, и, как следствие, забирает свои депозиты. Это приводит к панике на финансовом рынке и повышению уровня инфляции.

Финансовый кризис 2008 года показал, что существующий банковский надзор требует совершенствования. Во-первых, до сих пор в России не существует адекватного экономико-математического инструментария анализа и оценки банковских рисков. Во-вторых, не уделяется должного внимания соответствию предъявляемых к банкам требованиям контексту меняющихся условий экономической среды, что особенно актуально для реформируемой российской экономики. В-третьих, существующий банковский надзор в значительной части ориентирован на обнаружение и констатацию текущих проблем у банков и не выполняет важного прогностического предназначения. И, наконец, в-четвертых, не уделяется должного внимания оценке финансовой устойчивости банковской системы как единого целого.

Задача повышения эффективности банковского надзора и совершенствования практики риск-менеджмента актуализирует поиски новых методов определения надежности кредитных организаций. Применяемые в мировой практике экономико-математические методы позволяют приблизиться к поставленной цели, обладая рядом преимуществ по сравнению с аналитическими или рейтинговыми методами анализа финансового состояния банка. Экономико-математические методы позволяют выявить скрытые недостатки в работе банков, провести группировки по надежности, а главное - получить числовые характеристики надежности банков в отличие от традиционных методов, выводная часть которых является словесно-описательной.

Существует множество экономико-математических методов, позволяющих с разной степенью точности оценить вероятность дефолта банка. Проблема для исследования зачастую заключается в ограниченности информационных ресурсов. Поэтому в работе была применена методика, основанная на пробит-модели с использованием публикуемой информации о деятельности коммерческих банков.

Итак, для оценки вероятности дефолта была применена пробит-модель на основе экспертных оценок, в которой вектор объясняющих переменных X_i сформирован из финансовых показателей деятельности банков: норматива достаточности капитала (H_1), норматива текущей ликвидности (H_3), норматива максимального размера риска на одного заемщика или группу связанных заемщиков (H_6).

В ходе исследования была взята выборка в 50 банков. Экспертным методом оценен параметр Y – устойчивость – по следующим параметрам: 0,05 – устойчивость по показателю; 0 – неустойчивость. Пример представлен в таблице 1 [2, с.12].

Таблица 1

Факторы, влияющие на устойчивость банка

Показатели, влияющие на устойчивость банка	Оценка
Достаточность капитала, мин. 10%	0,05
Ликвидность банка, мин. 50%	0,05

Кредитный риск	0,05
Политика в области управления	0,05
Портфель ценных бумаг	0,05
Возраст банка	Более 10 лет – 0,05; менее – 0
Рентабельность активов	0,05
Рентабельность собственного капитала	0,05
Валютный риск	0,05
Процентный риск	0,05
Риск потери ликвидности	0,05
Операционный риск	0,05
Правовой риск	0,05
Репутационный риск	0,05
Защищенность капитала	0,05
Доля участия государства	Более 50% - 0,05; менее - 0
Размер банка	0,05
Качество кредитного портфеля	0,05
Вовлеченность в операции на рынке межбанковских кредитов	0,05
Депозиты физических и юридических лиц	0,05

На основе оценок экспертов были установлены средние значения устойчивости по каждому банку. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты экспертного анализа

Банки	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Среднее значение экспертной оценки
ВТБ	1	1	1	1
Газпромбанк	1	1	1	1
Сбербанк	1	1	1	1
Россельхозбанк	1	1	1	1
Банк Москвы (в партнерстве с ВТБ)	0,75	0,6	0,75	0,7
Росбанк	0,7	0,75	0,75	0,75
Альфа Банк	0,7	0,7	0,7	0,7
Райффайзенбанк	0,85	0,7	0,85	0,8
МДМ-Банк	0,75	0,75	0,85	0,8
Промсвязьбанк	0,75	0,65	0,85	0,75
МБРР	0,8	0,8	0,8	0,8
Ренессанс	0,7	0,6	0,65	0,65
РусьБанк	0,75	0,8	0,7	0,75
Мой Банк	0,7	0,75	0,8	0,75
Номос	0,7	0,65	0,75	0,7
Банк Сосьете Женераль Восток	0,75	0,85	0,8	0,8
Петрокоммерцбанк	0,95	0,85	0,9	0,9
Транскредитбанк	0,8	0,85	0,75	0,8
Нордеа Банк	0,65	0,7	0,6	0,65
Уралсиб	0,7	0,8	0,6	0,7

Юниаструм	0,65	0,7	0,75	0,7
Зенит	0,8	0,75	0,7	0,75
Абсолют Банк	0,75	0,8	0,85	0,8
Русский Стандарт	0,75	0,7	0,8	0,75
БинБанк	0,75	0,75	0,75	0,75
Евроазиатский КБ	0,45	0,4	0,5	0,45
КБ Борский	0,45	0,45	0,45	0,45
Сахадаймондбанк	0,55	0,5	0,45	0,5
Роспромстройбанк	0,5	0,4	0,3	0,4
КБ Петровский	0	0	0	0
Супербанк	0,3	0,2	0,25	0,25
Универсал	0,35	0,3	0,4	0,35
МБ Сенатор	0,4	0,5	0,45	0,45
Либра	0,45	0,45	0,45	0,45
Кредит Европа Банк	0,45	0,35	0,4	0,4
Вымпел	0,4	0,35	0,3	0,35
Первый Капитал	0,45	0,35	0,4	0,4
Камабанк	0,4	0,4	0,4	0,4
Русь-Банк_урал	0,6	0,45	0,5	0,5
Микомс - Банк	0,35	0,4	0,3	0,35
Волгопромбанк	0,4	0,3	0,35	0,35
КБ Baltic Social	0,3	0,25	0,35	0,3
Колыма Банк	0,4	0,3	0,35	0,35
Городской банк Нижний Новгород	0,35	0,4	0,3	0,35
Анкор Банк	0,3	0,3	0,3	0,3
Арвеста Банк	0,2	0,15	0,25	0,2
Интеза	0,35	0,35	0,35	0,35
КБ Минераловодский	0,25	0,05	0,1	0,1
ТНГИБанк	0,25	0,35	0,3	0,3
Вест	0,35	0,3	0,25	0,3

На основании значений X и полученных экспертных оценок Y построено уравнение регрессии:

$$Y=0,574012-0,00718*X_1+0,002303*X_2-0,00077*X_3, \quad (1)$$

где X_1 – норматив H_1 ;

X_2 – норматив H_3 ;

X_3 – норматив H_6 ;

Y – экспертная оценка надежности банка.

Далее был проведен регрессионный анализ, чтобы оценить, значимы ли объясняющие переменные и уравнение в целом [3, с.7-9].

В ходе расчетов был получен коэффициент детерминации $R^2_{\text{расч}}=0,71$ или 71%. Таблица для тестирования на уровне значимости 5% в случае выборки $n=50$ и числа переменных $m=3$ дает критическое значение $R^2_{\text{крит}}=0,021$. Поскольку выполняется соотношение $R^2_{\text{расч}} > R^2_{\text{крит}}$, то с вероятностью 95% можно утверждать о наличии значимости данного уравнения регрессии.

Выполнив проверку по F-критерию Фишера, находим, что величина $F_{\text{расч}}$ составляет 20,75. По таблице значений при уровне значимости $\alpha=0,05$ $F_{\text{табл}}=2,80$. Сравнивая эти две величины, можно сделать вывод о статистической значимости

уравнения в целом, поскольку $F_{расч} > F_{табл}$.

С помощью t – критерия Стьюдента была проведена оценка статистической значимости параметров регрессии [1, с.16]. Анализируемые параметры считаются значимыми, если t – критерий по абсолютной величине превышает 2,00, что соответствует уровню значимости 0,05. В нашем уравнении имеем следующие значения t – критерия: 6,43; 3,00; 4,23. Из всего вышесказанного следует, что значимыми оказываются все коэффициенты нашего уравнения.

Подставив в уравнение регрессии значения нормативов Сбербанка, были получены следующие результаты (таблица 3).

Таблица 3

X_1	X_2	X_3	Y
23.22	115.1	16.05	0,66

Таким образом, оценка экспертами данного банка должна быть на уровне $Y=0,66$.

Однако, экспертные оценки являются концентрированным, усредненным мнением экспертов о стабильности банков. Поэтому для уточнения вероятности дефолта банка необходимо определить функцию распределения СВ Y .

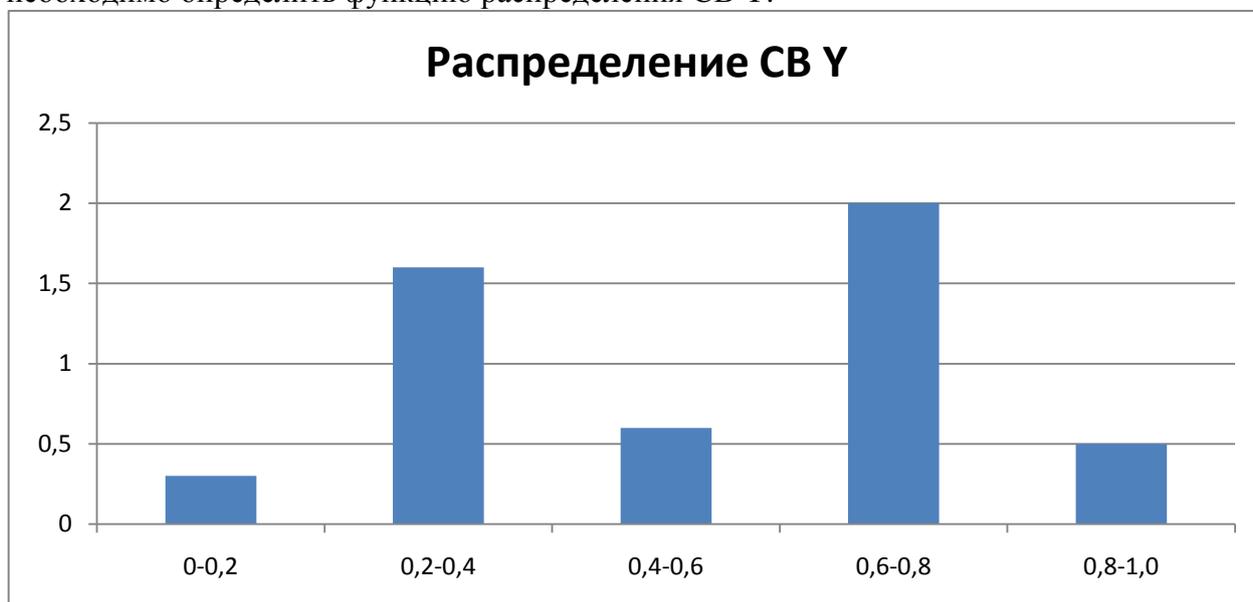


Рис.1. Распределение случайной величины Y

Случайная величина Y распределена по нормальному закону, ее функция плотности распределения вероятностей имеет вид (пробит-модель) [4, с.5-7]:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} * e^{-\frac{(y-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

где μ - математическое ожидание ($\mu=0.567$);

σ^2 – дисперсия ($\sigma=0.063$)

Вероятность попадания случайной величины в интервал (a,b) находится по формуле:

$$P(a < Y < b) = \Phi\left(\frac{b-\mu_y}{\sigma_y}\right) - \Phi\left(\frac{a-\mu_y}{\sigma_y}\right) = \Phi(z_2) - \Phi(z_1) \quad (3)$$

где $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ - функция Лапласа.

Пусть вероятность банкротства, согласно экспертным оценкам, лежит на

промежутке $(0;0,5)$ (так как значения для Y из данного интервала присваивались экспертами банкам-банкротам).

Тогда $P(0 < Y < 0,5) = 0,1438 = 14,38\%$ - вероятность попадания СВ (оценки эксперта) в интервал, соответствующий банкротству.

Соответственно, $P(0,5 < Y < 1) = 1 - P(0 < Y < 0,5) = 0,8562 = 85,62\%$

Т.е. вероятность попадания устойчивости банка в интервале $(0,5;1)$ (для оценок этот интервал значит "не дефолт банка", "надежность банка") равна 85,62%, то есть из этого следует, что по выборке в 50 банков в целом банки устойчивы.

Таким образом, если бы теоретически у нас была выборка по всем кредитным организациям и оценки экспертов по ним, то результаты проведенного исследования были бы гораздо точнее. Точнее можно было бы также определить характер распределения этих оценок (нормальное стандартное распределение, экспоненциальное и т.д.) с их математическим ожиданием и дисперсией. И на основе этого мы могли бы судить о вероятности попадания банка в категорию «устойчивый» $(0,5;1)$ в целом по всей банковской системе и об определенной стабильности в банковском секторе.

Однако, построенная пробит-модель, все же, не является идеальной. Поэтому разумны следующие рекомендации по ее улучшению:

1. Увеличить выборку. Включить в нее как можно больше «средних» банков, для правдивой оценки математического ожидания.

2. Увеличить число показателей, по которым эксперты оценивают устойчивость банка. Эти показатели должны быть как количественные, так и качественные, отражающие достаточность капитала, качество активов, эффективность менеджмента, оценку рисков (валютный, кредитный, операционный и т.д.)

3. Существует возможность применения этой методики по отношению к каждому банку. В этом случае, эксперты периодически (ежеквартально, ежегодно) оценивают устойчивость банка, и дальнейшие вычисления находятся по этим временным оценкам.

4. Было бы полезно провести кластеризацию банков, так как российские банки значительно отличаются друг от друга по размеру, направлению деятельности, степени участия на рынке ценных бумаг, объему депозитов физических лиц и так далее. Поэтому для моделирования вероятности дефолта может быть недостаточно одной общей пробит-модели. Поэтому для такого неоднородного набора банков требуется разбить их на кластеры и строить модели вероятности дефолта отдельно в каждом кластере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давнис В.В., Тиняков В.И. (2005, №1). Прогнозные модели субъективных предпочтений. Журнал Вестник ВГУ, серия : Экономика и управление.

2. Малюгин В., Пытляк Е. (январь, 2007). Оценка устойчивости банков на основе эконометрических моделей. Журнал Банковский вестник.

3. Носко В.П. Эконометрика для начинающих. Москва: ИЭПП, 323 с.

4. Пересецкий А.А., Карминский А.М. (2004, №40). Моделирование рейтингов российских банков. Журнал Экономика и математические методы.

ОБ АВТОРЕ



Валитова Гузель Радиковна, студентка 5 курса каф. «Финансы, денежное обращение и экономическая безопасность».

УДК 336

РОССИЙСКИЕ ФОНДОВЫЕ ИНДЕКСЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Кидрачев Р.Н., Дегтярева И.В.

Переход России от централизованной экономики к смешанной вызвал становление и развитие в начале 90-х гг. XX века такой важной сферы экономики как финансовый рынок, который является важнейшей и неотъемлемой частью рыночной экономики. Ведь именно в данной сфере происходит формирование капитала, концентрирование и распределение инвестиции и т.п.

В то же время финансовый рынок является сложнейшим многофункциональным экономическим институтом, развитие и регулирование которого (как подтверждает международный опыт), является очень сложным и долгим процессом.

В России вопросы, связанные с деятельностью фондовых рынков, занимают особое место.

Во-первых, данный интерес вызван прежде всего тем, что отечественный фондовый рынок появился лишь в конце прошлого столетия, в то время как в США фондовый рынок имеет более чем полутора вековую историю, а в странах Западной Европы фондовые биржи в полной мере функционировали уже в 18 веке.

Во-вторых, рынок ценных бумаг является одним из важнейших инструментов развития экономики.

В-третьих, нельзя не учесть того факта, что в последние годы в России начала формироваться потребность в наличии крупного международного финансового центра (в пределах стран бывшего СССР, а также стран восточной Европы) в городе Москва. Однако, для того чтобы удовлетворить данную потребность необходимо наличие многих институтов рыночной экономики, среди которых фондовые биржи занимают одно из главенствующих положений. Обобщая вышесказанное нельзя не задаться вопросом: являются ли отечественные фондовые индексы индикаторами экономического развития. Ответим на данный вопрос.

Но для начала вспомним, что в последнем десятилетии прошлого столетия в Российской Федерации произошла смена экономической и политической системы, которая повлекла за собой резкое снижение уровня и качества жизни населения, а также большинства макроэкономических показателей. Кроме того в середине 90-х годов уровень инфляции достигал порядка 300%, что свидетельствовало о колоссальной нестабильности экономики и выбранного экономического курса. Лишь с приходом на пост президента Российской Федерации Владимира Владимировича Путина, а в дальнейшем Дмитрия Анатольевича Медведева, в экономике Российской Федерации начался реальный подъем всех макроэкономических показателей, (в том числе и снижение

уровня инфляции, который впервые за более чем двадцатилетие стал менее 10%) в том числе ВВП, что показано на примере динамики ВВП (Рис. 1).

Кстати, в России в 2009 году данный показатель составил приблизительно 12000\$ в год, что позволяет характеризовать экономику России как развивающуюся.

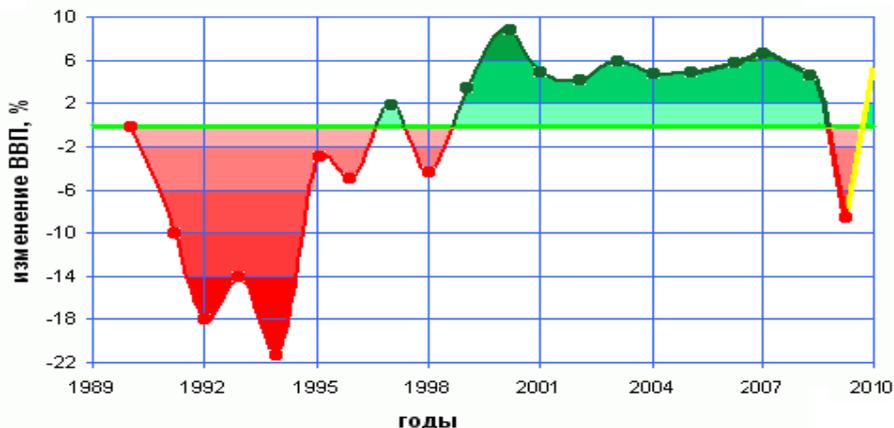


Рис. 1. Динамика ВВП России за 1989 – 2010 гг

Таким образом, за анализируемый период наблюдались следующие тенденции: до 2000г - снижение ВВП и соответственно падение значения фондовых индексов (что было вызвано кризисами в экономике России). Период с 2000 по 2008 гг. был отмечен относительно высоким (по сравнению с предыдущими годами) темпами роста ВВП. На торговых площадках фондовых бирж России в данный период также отмечался рост всех основных биржевых показателей: уровня капитализации, количества сделок, значений фондовых индексов (не случай но, что именно в данном периоде значения индексов РТС и ММВБ достигли своего исторического максимума) и т.д. Период с 2008-2010 гг. был охарактеризован как кризисный, поскольку темпы роста большинства макроэкономических показателей стали быстро снижаться, что влекло за собой нестабильность экономической конъюнктуры внутри России.

На фондовых площадках данный период также был охарактеризован как кризисный (кстати, именно фондовые биржи отреагировали на мировой финансовый кризис резким падением фондовых индексов), поскольку две крупнейшие фондовые биржи России резко упали по значению фондовых индексов.

Таким образом, динамика ВВП и фондовых индексов России (главным образом РТС и ММВБ) идентична, что позволяет говорить о том, что фондовые индексы России являются отражателями экономического развития, не являясь в тоже время индикаторами отражения рыночной конъюнктуры в конкретных сегментах рынка.

Таким образом, в данной статье будут выявлены основные причины, из-за которых индексы РТС и ММВБ не могут являться индикаторами отражения рыночной конъюнктуры в конкретных сегментах рынка, а также будут рассмотрены основные пути развития фондового сектора в России.

В ходе проведенных исследований выяснилось, что данные причины носят экономический, политический, социально-культурный и социально-экономический характер.

В частности, к экономическим причинам относятся: во-первых, высокий уровень волатильности (рискованности) ценных бумаг (к настоящему времени данный показатель несколько снизился по сравнению с 90-ми годами, однако все равно остается на высоком уровне, что не характерно для стран с развитым фондовым сектором).

Во-вторых, к экономическим причинам также относятся слабая маркетинговая и брэндинговая политика обеих фондовых бирж, малое количество иностранных и отечественных инвесторов (которых насчитывается по самым оптимистическим прогнозам всего лишь половина миллиона). Также к таковым причинам относится

чрезмерная концентрация рынка ценных бумаг и относительно невысоким (по сравнению с мировыми фондовыми биржами) уровнем капитализации. Поскольку 90% капитализации приходится на 10 компании ТЭК. Данный факт свидетельствует о наличии олигополии среди посредников на российском рынке ценных бумаг. Таким образом, отечественный фондовый рынок не само регулируем, а находится под патронажем нескольких крупных компании, что не характерно для стран с развитой фондовой сферой.

К политическим причинам относятся: высокий уровень коррумпированности государственного аппарата в центре и на местах, неформальные отношения власти и бизнеса, высокий уровень (46%) акции государственных компании в структурах обеих фондовых бирж России, существенное отставание нормативно – правовой базы, а также возможное обострение обстановки на Северном Кавказе и т.д.

К социально-культурным причинам относятся: во-первых, высокий уровень недоверия отечественных и иностранных инвесторов. Данная антипатия граждан России и иностранных инвесторов к отечественному фондовому рынку вызвана деятельностью фальсифицированных финансовых пирамид (наподобие МММ), которые крайне негативно повлияли на репутацию всего рынка ценных бумаг Российской Федерации. Азиатский кризис 1997 года, и повлекши за собой дефолт 1998 года, а также недавно разразившийся мировой финансовый кризис также повели за собой резкое снижение доверия со стороны населения. Поскольку данные кризисы повлекли за собой резкое снижение цен на нефть и соответственно понижение фондовых индексов России (в том числе РТС и ММВБ). Таким образом, показав, что рынок ценных бумаг России находится в прямой зависимости от мировых фондовых бирж, что является фактом отсутствия экономической независимости фондовых бирж России, что немаловажно для инвесторов.

Также к социально-культурным причинам относится высокий уровень экономической безграмотности среди граждан России (по данным исследовании, который проводил фонд «общественное мнение» было выявлено, что лишь каждый десятый россиянин знает о том, что такое фондовая биржа, и всего лишь каждый 25 следит за положение дел на фондовом рынке).

К социально-экономическим причинам относится: во-первых, невысокий уровень заработной платы в России (который по данным Федеральной службы государственной статистики составляет 13593 рублей). Поскольку заработная плата является одним из основных источников привлечения доходов для населения, а соответственно и основным инструментом инвестирования в фондовый рынок. В России данный уровень заработной платы физически не позволяет гражданам играть на фондовых биржах.

В какой-то мере первая социально-экономическая проблема порождает и вторую: отсутствие в России значительной прослойки среднего класса. А ведь именно средний класс является одним из основных инвесторов фондового рынка, становясь, таким образом, его фундаментом. В Российской Федерации лишь каждый пятый гражданин России относится к среднему классу. Большая же часть населения Российской Федерации люди с низким уровнем дохода (Рис. 2). Для сравнения: данный показатель в США составляет 70-80% от общего населения, в развитых странах центральной Европы – 60-70%, а в Японии данный показатель еще выше и составляет порядка 95 %.

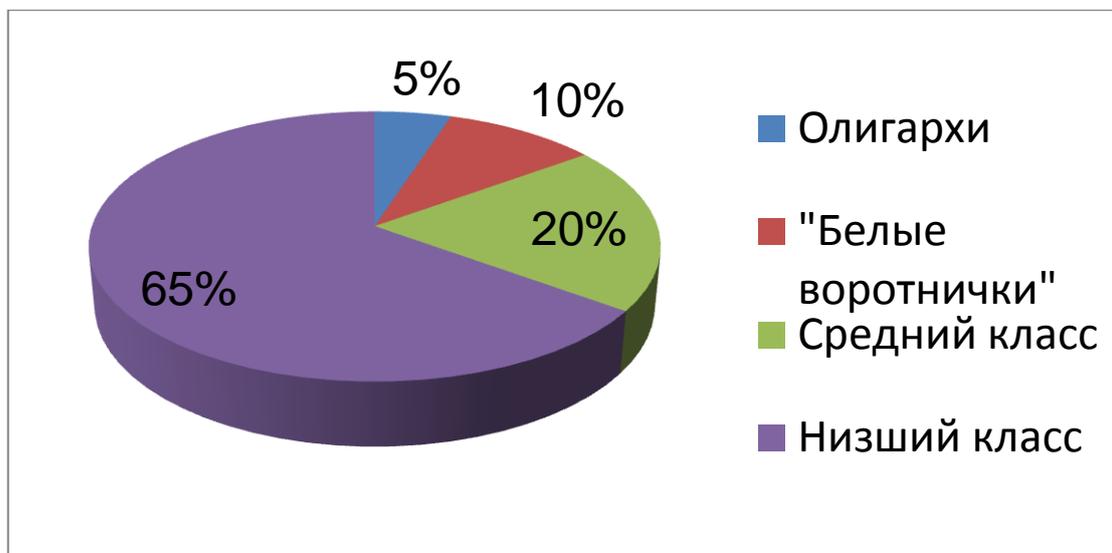


Рис. 2. Классовая структура российского общества по состоянию на 2009 – 2010 год

Теперь рассмотрим, основные пути развития фондового сектора в России. Ведь большинство проблем, носят экономический, политический и социальный характер. Таким образом, решение данных проблем должно проходить, прежде всего, в экономической, политической и социальной сферах жизнедеятельности российского общества.

Итак, во-первых, следовало бы объединить две крупнейшие фондовые биржи России (РТС и ММВБ) в одну единую. Поскольку их структура практически, идентична, так как основу данных фондовых индексов составляют компании нефтяной, газовой и банковской сферы. Соответственно обледенение РТС и ММВБ укрепило бы фондовый рынок России изнутри, сделав его более капитализированным и сплоченным. В то же время, данное обледенение укрепило бы международный финансовый авторитет не только Москвы (которая стремится стать экономическим центром), но и всей России, прежде всего в глазах отечественных и иностранных инвесторов.

Во-вторых, серьезного пересмотра требует нормативно правовая база рынка ценных бумаг. В данном случае имеется в виду недостаточно эффективная законодательная деятельность, что характеризуется, тем что в нашей стране нет законов о секьюритизации, о хеджировании и др, отсутствие которых замедляет сделки в ходе торгов. А также отсутствие полноценного и общедоступного глоссария российского рынка ценных бумаг. Поскольку все термины фондового рынка являются либо Западноевропейского, либо Американского происхождения.

В-третьих, следует увеличить в несколько раз количество отраслевых фондовых индексов наиболее капитализированных сегментов экономики России. Поскольку данное отраслевое дифференцирование фондовых бирж РТС и ММВБ увеличило бы как уровень капитализации на обеих фондовых биржах, так и сделало бы их более эффективными.

В-четвертых, серьезного пересмотра и реформирования требует инфраструктура (оборудование, здание, рабочий персонал и т.д.) фондовых бирж. Поскольку во многих многомиллионных городах России (в том числе в Уфе), которые экономически развиты и привлекательны для иностранных и отечественных инвесторов отсутствуют сами фондовые биржи (то есть отсутствует инфраструктура, без которой невозможна полноценная деятельность финансового рынка).

В-пятых, необходимо привлекать все большее количество инвесторов. Поскольку в России таковых насчитывается всего лишь 0,5 миллиона человек. Для сравнения в США только отечественных инвесторов насчитывается 70-80 миллионов человек.

В данном случае серьезного пересмотра требует маркетинговая и брендинговая

политика обеих фондовых бирж, которая нацелена лишь на привлечение инвесторов с высоким уровнем доходов. Решения данного вопроса требует немалых финансовых затрат, которая будет идти на создание новых отделов, найма новых сотрудников, персонально занимающихся рекламой, пиаром, торговой маркой. Не исключено также, что в ближайшем будущем обе фондовые биржи ожидает процедура ребрендинга (которую недавно провел Сбербанк России, потратив на данную процедуру порядка 120 млрд. \$).

В-шестых, более глубоко пересмотра требует список эмитентов на фондовых биржах России. Поскольку огромное количество высоко капитализированных компании, самых различных секторов и отраслей экономики России не котируются на фондовых биржах, что сильно тормозит деятельность фондовых бирж страны. Соответственно расширение списка компании прошедших процедуру листинга, и включение данных компании в структуру фондовой биржи, резко увеличил бы объём капитализации обеих фондовых бирж.

Таким образом, решение проблем связанных с фондовым рынком России требует целого комплекса адекватных экономических, административных, нормативно – правовых и социальных мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Бердникова Т.Б. Рынок ценных бумаг и биржевое дело:** Учебное пособие. –М.: ИНФРА-М, 2007, 270 с.
2. **Галанов В.А., Басов А.И. Рынок ценных бумаг:** Учебник.-2-е изд. перераб. и доп.-М.: Финансы и статистика, 2008, 448 с.
3. **Гусева И.А. Практикум по рынку ценных бумаг.** Учебное пособие: М.: Юрист,2009
4. **Колтынюк Б.А. Рынок ценных бумаг.** СПб.: Изд. Михайлова В.А., 2009
5. **Резго Г.Я., Кетова И.А. Биржевое дело:** Учебник. - М.: Финансы и статистика, 2008, 272 с.

ОБ АВТОРАХ



Кидрачев Руслан Наилевич, студент кафедры ФДОиЭБ ФИРТ УГАТУ. Исследования в области экономики.



Дегтярева Ирина Викторовна, зав. кафедрой экономической теории. Доктор экономических наук (2000 г.), профессор (2003 г.), действительный член Международной Академии наук о природе и обществе (МАНПО). Научное направление: Экономическая теория и методология экономической науки. Инвестиции. Инвестиционный бизнес. Рынок ценных бумаг. Финансовые институты.

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И ОБЪЕКТИВНЫЕ УСЛОВИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РФ

Лысенко Н.В.

Переход экономики России на рыночные отношения резко повысил значение денег, он так же сопровождается ростом цен, усилением действия инфляционных факторов. Россия богата ресурсами, трудовыми кадрами и казалось бы перспективы развития должны быть блестящими. Однако наша страна пребывает в кризисе, и для выхода из него должны быть решены проблемы совершенствования структуры производства. И это повлечет за собой решение других проблем экономики.

Анализируя состояние экономики РФ можно отметить, что объем валового внутреннего продукта (ВВП) России за 2010 год вырос на 4% к 2009 году и составил в текущих ценах 44 трлн 939,2 млрд рублей, сообщает Росстат. Ведомство опубликовало вторую оценку ВВП за 2010 год, актуализировало данные за три квартала минувшего года и выполнило первую оценку ВВП за IV квартал 2010 года. За последний квартал 2010 года главный макроэкономический показатель России вырос на 4,5% в годовом выражении. В III квартале 2010 года ВВП вырос на 3,1%, во II квартале — на 5%, в I квартале — на 3,5%. В сфере сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства ВВП в 2010 году сократился на 10,7% (на 7,1% в IV квартале), в сфере добычи полезных ископаемых — за год повысился на 4,7% (на 1,4% в IV квартале). Самый сильный рост (по итогам 2010 года) зафиксирован в сфере обрабатывающих производств (+12,3% за год и +13,3% за IV квартал). В строительной отрасли, напротив, зафиксирован спад на 0,7% (+6,1% за IV квартал). Схожие показатели — в финансовой сфере (-2,4% за год и +1,9% в IV квартале). Существенный рост показала сфера транспорта и связи (+7,7% за год и +7,5% за IV квартал), а также отрасль оптовой и розничной торговли (+5% за год и +4,5% за IV квартал).

Не смотря на то что, в настоящей исторической перспективе, наблюдаются положительные макроэкономические тенденции, общий уровень экономики страны похож, всё ещё, на колониальную экономику развивающихся стран, имеющих ресурсную ориентацию. Правда в отличие от этих стран Россия располагает весьма значительными мощностями в обрабатывающей промышленности и в сфере обороны. Российская экономика по-прежнему в мировом разделении труда отличается преимущественно сырьевой направленностью. По данным ФТС, доходы РФ от экспорта нефти в 2010г. по сравнению с 2009г. увеличились на 38% - до 129 млрд 25,5 млн долл. Сумма налогов, сборов и пошлин с нефтяного сектора составляет от 25 до 50% российского бюджета. Основной показатель, из-за которого каждый год идут ожесточенные споры - это стоимость барреля российской нефти, из расчета которой и считается весь бюджет.

В сложившейся ситуации существуют две возможные стратегии экономической политики, определяющие альтернативные траектории будущего развития страны. Первая реализовывалась до сих пор по принципам "Вашингтонского консенсуса", применяемым в целях подготовки развивающихся стран для свободного движения международного капитала. Вторая исходит из национальных интересов и основывается на создании максимально благоприятных условий для восстановления и развития отечественного научно-производственного потенциала и подъема народного благосостояния.

Этим двум стратегиям соответствуют и два сценария будущего развития страны. Первый состоит в продолжении сложившихся тенденций деградации научно-производственного и интеллектуального потенциалов страны и ее окончательного превращения в сырьевую периферию мирового рынка с дезинтегрированной и контролируемой извне экономикой, деморализованным населением и распавшимся на

антагонистические группы обществом. Второй предполагает быстрое восстановление имеющегося научно-производственного потенциала и его дальнейшее развитие на основе активизации конкурентных преимуществ российской экономики и ее модернизации путем широкого внедрения современных технологий, сочетая быстрый рост производства, инвестиций, оплаты труда и качества жизни населения. В настоящее время мы видим, что Россия идет по второму сценарию, взяв курс на модернизацию экономики и развитие научно – производственного потенциала.

Россия за последние чуть более 100 лет пережила немало потрясений от революций, войн, гонок вооружений, технических и технологических модернизаций, изменений в политике и экономике, и все это не могло не сказаться на качественном состоянии национального богатства, его понимании через призму тех или иных оценок. Тем не менее, здесь есть неоспоримые достижения. На этом пути происходили как взлеты, так и падения, нередко трудно поддающиеся рациональному объяснению. Например, в период 1941-1950 гг., благодаря огромной воле и затраченной цене советским народом Россия сумела достигнуть экономического роста в первые годы после Второй мировой войны. Страна здесь смогла, несмотря на огромные материальные и людские потери, сумела не только восстановиться, но и поддержать довоенный высокий уровень развития. Каждый последующий период характеризуется тем или иным достижением страны в деле приращения национального богатства. Исключением стали 90-е годы, потери после них стали восстанавливаться и мы приближаемся к цифрам начала 90-х вначале 2007-2008 годов.

Переход России к инновационному пути развития – это единственная возможность сделать нашу страну конкурентоспособной и войти в мировое сообщество на равных” - говорится в “Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу”. Переход к инновационному развитию страны определен в этом документе как основная цель государственной политики в области развития науки и технологий. И как одно из важнейших направлений государственной политики в области развития науки и технологий - формирование развития национальной инновационной системы.

Национальная экономика призвана обеспечивать высокий уровень качества жизни граждан страны на основе усиления ее экономического и военно-политического могущества. Главным критерием экономического могущества страны является степень использования национального богатства для решения стратегических целей экономического, политического и социального развития и обеспечения национальной, в том числе экономической, безопасности.

Рост ВВП России в 2010 году составил 4.0%, что превысило последний прогноз МЭР на 0.2 процентных пункта. Экономике РФ в 2010 году поддержали китайский спрос на сырьевые товары, бюджетные инвестиции в инфраструктурные проекты, программа утилизации автомобилей и эффект низкой базы. Но реализовать эти бонусы в полном объеме помешал климатический фактор. Жара выпарила почти процент от прогнозируемого роста, что очень немало, особенно если индексировать его в рублях. Практически во всех секторах экономики (за исключением сельского хозяйства и строительства) итоговые показатели были выше аналогичных показателей 2009 года. Особенно важны рост инвестиций и потребительского спроса, но они пока далеки от докризисного уровня. Также серьезный прирост отмечен в промышленности. Инвестиции в основной капитал выросли за год на 6%. Такой результат, во многом, был достигнут за счет инвестиций малых предприятий и благодаря реализации госпроектов. Кроме того, шестипроцентный рост выглядит довольно скромно на фоне семнадцатипроцентного спада в 2009 году. Иностранные инвестиции продолжают сокращаться, а отечественный крупный бизнес, по всей видимости, еще не совсем оправился от шока. Вкладывать собственные средства он пока не рискует, а банковский кредит не всем доступен. Российское правительство в первые месяцы кризиса оказало существенную поддержку

банковскому сектору и справедливо ожидало отдачи от него в виде кредитов реальному сектору. И хотя за год российские банки существенно нарастили ликвидность, однако, с их точки зрения, надежных заемщиков в экономике пока мало. Можно только надеяться, что в дальнейшем произойдет прорыв в отношениях между банками и реальным сектором. На потребительском рынке тоже наблюдался рост, но он пока не впечатляет. Увеличение объемов розничной торговли составило по сравнению с 2009 годом немногим более 4%. Население предпочитает накапливать, а не тратить. К тому же во второй половине года из-за засухи разогналась инфляция, что внесло еще большую нервозность в поведение потребителей. По этой причине доля непродовольственных товаров в расходах населения сохраняется на низком уровне. Промышленность прибавила в объемах за год более чем 8%. Это один из лучших результатов за последнее десятилетие. Но, в данном случае, высокий темп роста в немалой степени был обеспечен фактором низкой базы. Многие отрасли обрабатывающего сектора по-прежнему существенно отстают от объемов производства и продаж докризисного периода, хотя, надо отдать должное, некоторые из них уже превзошли этот уровень. В том числе за счет программы утилизации, высоких показателей во втором полугодии добилось автомобилестроение.

Цена нефти остается одним из основных индикаторов состояния российской экономики. В декабре 2010 она вырвалась за пределы \$90. Среднегодовая цена нефти увеличилась почти на треть. Примерно настолько же увеличился объем российского экспорта в денежном выражении и доходы федерального бюджета. Учитывая прогнозы участников рынка, которые утверждают, что нефть в 2011 году, по крайней мере, не будет дешеветь, можно предположить, что российской экономике нежелательные сюрпризы не грозят (если не будет очередной жары, аварии ГЭС или резкого торможения китайской экономики). Среднегодовая цена нефти в пределах \$75-80 за баррель позволит увеличить или хотя бы сохранить на прежнем уровне объемы госинвестиций, стимулирует кредитную активность банков, которая, в свою очередь, разогреет инвестиционный и потребительский спрос.

Путь развития национальной экономики РФ предполагает восстановление имеющегося научно-производственного потенциала и его дальнейшее развитие на основе активизации конкурентных преимуществ российской экономики и ее модернизации путем широкого внедрения современных технологий, сочетая быстрый рост производства, инвестиций, оплаты труда и качества жизни населения. Переход России к инновационному пути развития – это единственная возможность сделать нашу страну конкурентоспособной и войти в мировое сообщество на равных” - говорится в “Основах политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу”. Переход к инновационному развитию страны определен в этом документе как основная цель государственной политики в области развития науки и технологий. Россия может уверенно модернизировать свою - экономику. Для этого она располагает достаточными ресурсами, потенциалом и обширным внутренним рынком.

Более эффективное включение России в систему мирохозяйственных связей возможно при условии ориентации макроэкономического регулирования на перестройку структуры и повышение конкурентоспособности отечественного производства, концентрации усилий в управлении предприятиями на выпуске продукции, которая была бы сопоставима с зарубежными аналогами по качеству, ценам и издержкам производства.

Россия нуждается в аутентичном (самотождественном) модернизационном проекте, который в сжатые исторические сроки сможет реализовать незавершенные цели обновления. Сложившаяся ситуация заставляет задуматься о выборе новых подходов к развитию экономики страны, регионов, компаний. Проект модернизации России - это не сугубо национальный проект развития одной отдельно взятой страны; это общезначимая модель, альтернатива развития, позволяющие России оставаться на уровне мировых процессов и мировой компетентности.

Речь идет, во-первых, об освоении производства продуктов современного технологического уровня в масштабах, позволяющих российским компаниям занять достойные позиции на мировых рынках.

Во-вторых, это обновление производственного аппарата, замена устаревшего оборудования и технологий на современные, более производительные.

В-третьих, это органическое включение в новейшие мировые инновационные процессы, полная интеграция в мировую экономику, скорейшее использование всех важных нововведений, в том числе новинок в области организации и управления.

В-четвертых, это переподготовка, переквалификация или замена кадров, переобучение и перевоспитание людей, возможно даже усвоение иного образа мышления, соответствующего требованиям времени.

В-пятых, это осуществление структурных сдвигов в экономике, формирование производственной структуры, отвечающей критериям развитой индустриальной страны. Это предполагает повышение в ВВП и экспорте доли продуктов с высокой добавленной стоимостью, в том числе продуктов новой информационной экономики, уход от однобокой сырьевой ориентации экспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Е.Рыбалкина Анализ экономики.Страна, рынок, фирма.-М.:Международные отношения,2009.-С.21.

2. А.Ф.Пенкин Мировой финансовый кризис: причины, формы проявления, последствия для России-М.:Просвещение,2009.-С.97.

3. В.С.Горегляд, И.А.Подпорина Бюджетный кризис и пути его преодоления // Российский экономический журнал.- 2009. -№ 10.- С.18-23.

4. РосБизнесКонсалтинг [электронный ресурс]. URL: <http://quote.rbc.ru/commodities/news/2011/05/06/33276403.shtml> (дата обращения:11.12.2011).

5. О СТРАТЕГИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ [электронный ресурс]. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/Glazev100.htm> (дата обращения:13.12.2011).

ОБ АВТОРЕ



Лысенко Николай Валерьевич, студент 2 курса Калужского филиала РАНХиГС. Исследования в области современного состояния экономики РФ, путей её развития, условий и предпосылок модернизации экономики РФ.

Молодежный Вестник УГАТУ

Ежемесячный научный журнал

№ 1 (2) / 2012

Материалы публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 10.01.2012. Формат 1/8
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л.16,6. Уч.-изд. л 16,5.
Тираж 100 экз.

Отпечатано в Редакционно-издательском комплексе УГАТУ
450000, Уфа, ул.К.Маркса, 12.