

УДК 14.35.09

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ СКВОЗНОГО КОЛЛЕКТИВНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ В ЕДИНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ «ВУЗ-ОКБ-СЕРИЙНЫЙ ЗАВОД»**

**Кривошеев И.А.<sup>1</sup>, Сапожников А.Ю.<sup>1</sup>, Кузнецов А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», Уфа, Россия (450000, г. Уфа, ул. К. Маркса, 12), e-mail: krivososh777@mail.ru

---

Рассмотрены современные требования к специалистам авиадвигателестроительной отрасли в условиях появления интегрированных структур по созданию авиационных ГТД. Проведён анализ программного обеспечения, используемого при проектировании авиационных ГТД. Для повышения качества подготовки специалистов, удовлетворяющих требованиям предприятий двигателестроения, проведена формализация существующего учебного процесса. Определены способы совершенствования методологии подготовки студентов на основе современных информационных технологий. Предложена технология сквозного коллективного выполнения курсовых и дипломных работ в едином информационном пространстве «ВУЗ – ОКБ – серийный завод». Выделены основные этапы при переходе на новую концепцию обучения студентов. Модернизация образовательной деятельности представлена на примере подготовки специалистов кафедры «Авиационные двигатели» УГАТУ.

---

Ключевые слова: авиационные ГТД, модернизация учебного процесса в вузе, сквозное коллективное выполнение курсовых и дипломных работ.

**DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY OF END-TO-END TEAM EXECUTION OF YEARLY AND DEGREE PROJECTS IN EDUCATION PROCESS OF STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES IN THE UNITED DATA SPACE «THE INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION – THE EXPERIMENTAL DESIGN OFFICE – THE MANUFACTURER»**

**Krivosheev I.A.<sup>1</sup>, Sapozhnikov A.Y.<sup>1</sup>, Kuznetsov A.A.<sup>1</sup>**

FGBOU VPO "Ufa State Aviation Technical University", Ufa, Russia (450000, Ufa, street K. Marks, 12), e-mail: krivososh777@mail.ru

---

The modern demands have been considered for the air-engine branch specialists in conditions of appearance of integrated structures for development of gas-turbine engines. It has been carried out the analysis of the software that is used on air gas-turbine engines designing. The existing training formalization has been conducted for education improving of the specialists that satisfy the demands of the propulsion engineering enterprises. The improvement ways of students training strategy on the basis of modern information technologies have been determined. It has been suggested of end-to-end team execution of yearly and degree projects in the united data space «The institute of higher education – the experimental design office – the manufacturer». It has been described the main stages on adoption of a new concept of students study. The main stages on adoption of the new concept of students training have been singled out. Modernization of the educational activities is represented by an example of the specialists training of USATU sub department «Air engines».

---

Keywords: air gas-turbine engines, modernization of training in an institute of higher education, the end-to-end team execution of yearly and degree projects.

### **Введение**

Начиная с 2008 года в авиастроении России стали создаваться интегрированные структуры: ОАК (Объединенная авиастроительная корпорация), ОДК (Объединённая двигателестроительная корпорация), консолидирующие усилия ряда ОКБ и заводов при проектировании и производстве двигателей военной и гражданской авиации, энергетических установок и др. Формирование дивизионов и распределение полномочий между предприятиями привели к выработке определенных правил взаимодействия, следствием чего

стало изменение бизнес-процессов, формирование определенных требований к специалистам и используемым технологиям. Появилась острая проблема нехватки квалифицированных специалистов, отвечающих требованиям работодателя (таблица 1 [1]). Важную роль в решении этой проблемы играет новая организация обучения в вузах, целенаправленная подготовка к информационным технологиям CAD/CAM/CAE/PDM/PLM, создание ЕИП – единого информационного пространства «ВУЗ – ОКБ – серийный завод».

Таблица 1. Сравнение характеристик традиционного образования и требований, предъявляемых к выпускникам на рабочем месте

<b>Традиционное образование ориентирует учащегося на:</b>	<b>Требования к выпускнику на рабочем месте ориентированы на:</b>
познание фактов	умение выявлять, фиксировать и решать задачи (проблемы)
индивидуальную деятельность	развитие коммуникативных навыков работы в составе профессионального сообщества
выполнение контрольных тестов в виде сдачи зачётов и экзаменов	обучение тому, как нужно учиться (думать)
получение квалификации, учёной степени и званий	постоянное повышение квалификации, чтобы не отстать от текущих требований
познание отдельных дисциплин	междисциплинарные знания
получение и хранение информации	обмен и обработку информации для принятия решений
технологии, отделённые от обучения	технологии, интегрированные с обучением

**Целями** данного исследования являются:

1. Повышение качества и уровня знаний выпускников, а также приближение их практических навыков к требованиям, предъявляемым к специалистам на предприятиях.
2. Стимуляция студентов к проведению исследовательских работ в процессе обучения.
3. Создание единого электронного архива работ, выполняемых в университете.

#### **Материалы и методы исследования**

Переход к новой технологии обучения предполагает модернизацию структуры деятельности преподавателей, интенсификацию использования электронных (в т.ч. дистанционных) образовательных ресурсов и переход от проведения аудиторных занятий в традиционном формате к формату «Модернизированная учебная работа». Её основу должны составить принципы сквозного обучения (результаты, полученные студентом при выполнении самостоятельных работ на младших курсах, используются им в курсовых работах на старших курсах) и коллективной работы в ЕИП.

Первоначально принцип коллективной работы реализуется в виде совместной разработки заданий и методических пособий выпускающей кафедры и кафедр, где у студентов предусмотрены курсовые работы. Наибольшее внимание уделяется востребованности знаний на последующих этапах обучения. На старших курсах акцент

обучения направлен на интеграцию образовательного процесса и научных исследований при активном участии специалистов ОКБ и серийного завода. Предлагаемая методика сквозного обучения студентов позволит решить перечисленные проблемы, повысить качество обучения, обеспечить работодателя квалифицированными специалистами.

Переход на новую концепцию обучения осуществляется в 2 основных этапа:

- 1) реализация «пилотного» проекта;
- 2) модернизация образовательной деятельности.

Пилотные проекты реализуются на отдельных специальностях кафедр и затрагивают определенные этапы жизненного цикла авиационного ГТД. С учётом полученного опыта «пилотных» проектов, накопленных материалов и знаний новые формы и методы реализации учебного процесса распространяются затем на всю образовательную деятельность факультетов и кафедр университета.

Основными исполнителями «пилотного» проекта при подготовке инженеров специальности 160700 – «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» являются:

- УГАТУ (выпускающая кафедра «Авиационные двигатели», кафедры вуза, вовлеченные в учебный процесс (таблица 2), вечерний факультет при УМПО);
- ОАО «УМПО» (технопарк, ДИТ, ОГК, техбюро);
- ОАО «НПП «Мотор» (ОКБ, ОГТ, УИТ, техбюро).

Базовыми методологическими основами для подготовки специалистов становятся:

- 1) реинжиниринг бизнес-процессов, обеспечивающий переход к «безбумажной» технологии проектирования авиационных ГТД;
- 2) аппарат компьютерного моделирования, базирующийся на теоретических основах АД и ЭУ, технологии машиностроения и т.д.;
- 3) аппарат трёхмерной графики, обеспечивающий возможность решения сложных пространственных задач (конструирования, механической обработки на станках с ЧПУ);
- 4) принцип ассоциативности при создании чертежей на основе трёхмерных моделей (конструирования, технологической подготовки производства);
- 5) аппарат управления информацией об изделии, обеспечивающий консолидацию знаний и материалов, накопленных при разработке и модернизации авиационных ГТД.

Таблица 2. Перечень дисциплин с курсовыми работами (курсовыми проектами) для студентов специальности 160700 – «Проектирование авиационных и ракетных двигателей»

<b>Учебная дисциплина</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Семестр</b>	<b>Форма контроля</b>
Информатика	Информатика	2	Курсовая работа
Теоретическая механика	Теоретическая механика	3	Курсовая работа

Сопротивление материалов	Сопротивление материалов	3	Курсовая работа
Теория механизмов и машин	Основы конструирования механизмов и машин	4	Курсовая работа
Механика жидкости и газа	Прикладная гидромеханика	5	Курсовая работа
Агрегаты и механизмы авиационных двигателей и летательных аппаратов	Авиационные двигатели	6	Курсовой проект
Теория и расчет лопаточных машин	Авиационные двигатели	7	Курсовая работа
Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок	Авиационные двигатели	8	Курсовая работа
Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок	Авиационные двигатели	10	Курсовая работа
Технология производства авиационных и ракетных двигателей	Технология машиностроения	10	Курсовая работа

Для модернизации образовательной деятельности проведено формализованное описание методики с помощью методологии IDEF0 в моделях «как есть» и «как должно быть». На рисунке 1 представлены основные информационные потоки, управление которыми ведется с использованием PDM-системы в едином информационном пространстве.

*Входными данными* на представленной IDEF0-диаграмме являются: задание на сквозное курсовое компьютерное проектирование (СККП) авиационного двигателя, информация из хранилища данных (БД PDM [2; 4]) по выполненным проектам (основные параметры ГТД, атлас конструкций, 3D-модели и т.д.), а также сведения по летательным аппаратам.

*Выходные данные:* утверждённые курсовые работы, задание на дипломный проект, последовательно сформированное из задания на СККП, защищённый дипломный проект.

*Механизмы:* преподаватели, студенты; техническое и программное обеспечение (ПО).

*Управляющие воздействия:* ГОСТы, ОСТы, СТП УГАТУ, учебно-методические материалы [5], учебный план-график выполнения работ, требования государственной аттестационной комиссии (ГАК).

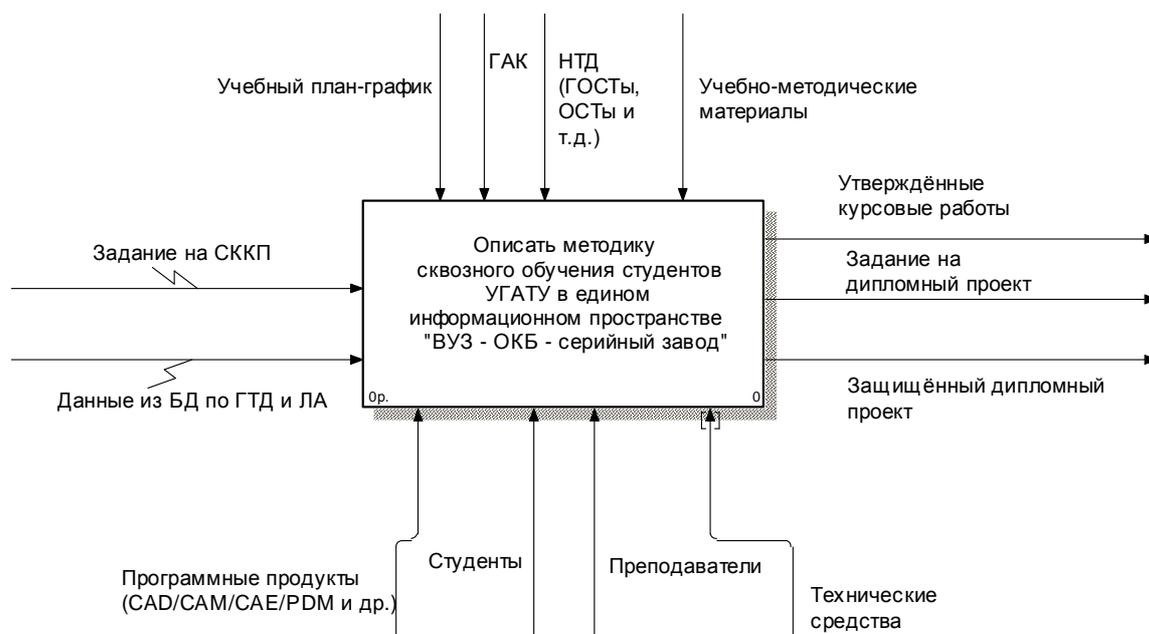


Рисунок 1 – Формализованное описание методики сквозного обучения специалистов на кафедре «Авиационные ГТД» (верхний уровень)

Дальнейшая декомпозиция, описывающая последовательность действий при выполнении курсовых работ, позволяет детализировать все информационные потоки данных, составы исполнителей, программных продуктов, технических средств. На рисунке 2 представлен первый уровень декомпозиции, отражающий процесс обучения студента с момента поступления в университет, получения задания на СККП до защиты дипломного проекта. На каждом курсе обучения происходит выполнение курсовых работ согласно утверждённому учебному плану для данной специальности. На рисунке 3 представлен второй уровень декомпозиции, описывающий выполнение и защиту курсовых работ на пятом курсе.

### Результаты исследования и их обсуждение

Сформированная IDEF0-модель позволяет построить информационную IDEF1X-модель, которая отражает структуру хранилища данных, содержит типы объектов (документ, расчет, деталь, сборочная единица и т.д.), наборы атрибутов объектов, отражает взаимосвязь между объектами.

Сформированная технология проектирования АД в ЕИП «ОКБ - серийный завод», позволяет выделить состав используемых программных средств (табл. 3), предусмотреть изучение данного ПО при подготовке специалистов в вузе.

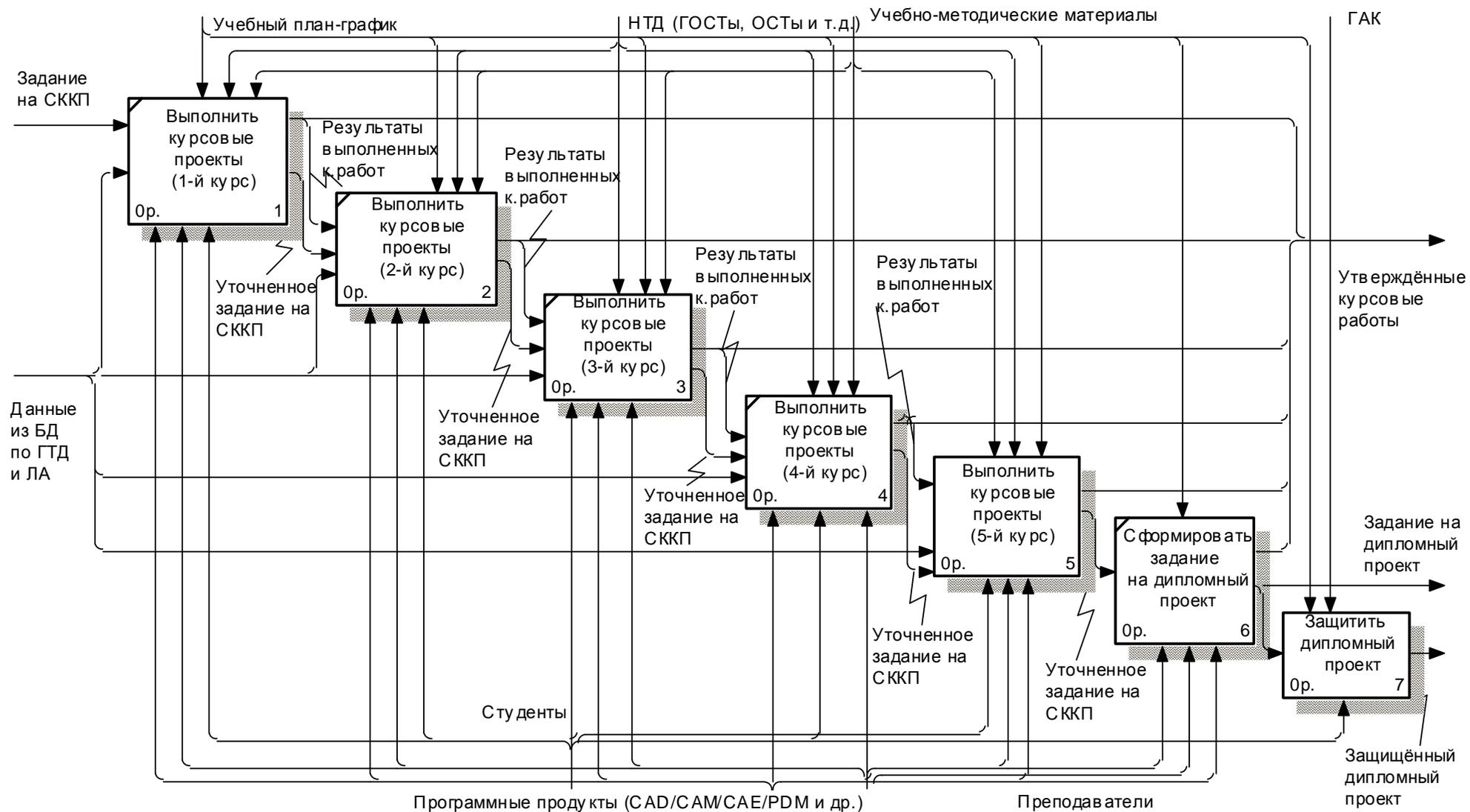


Рисунок 2 – Формализованное описание процесса сквозного обучения специалистов на кафедре «Авиационные ГТД» (первый уровень декомпозиции)

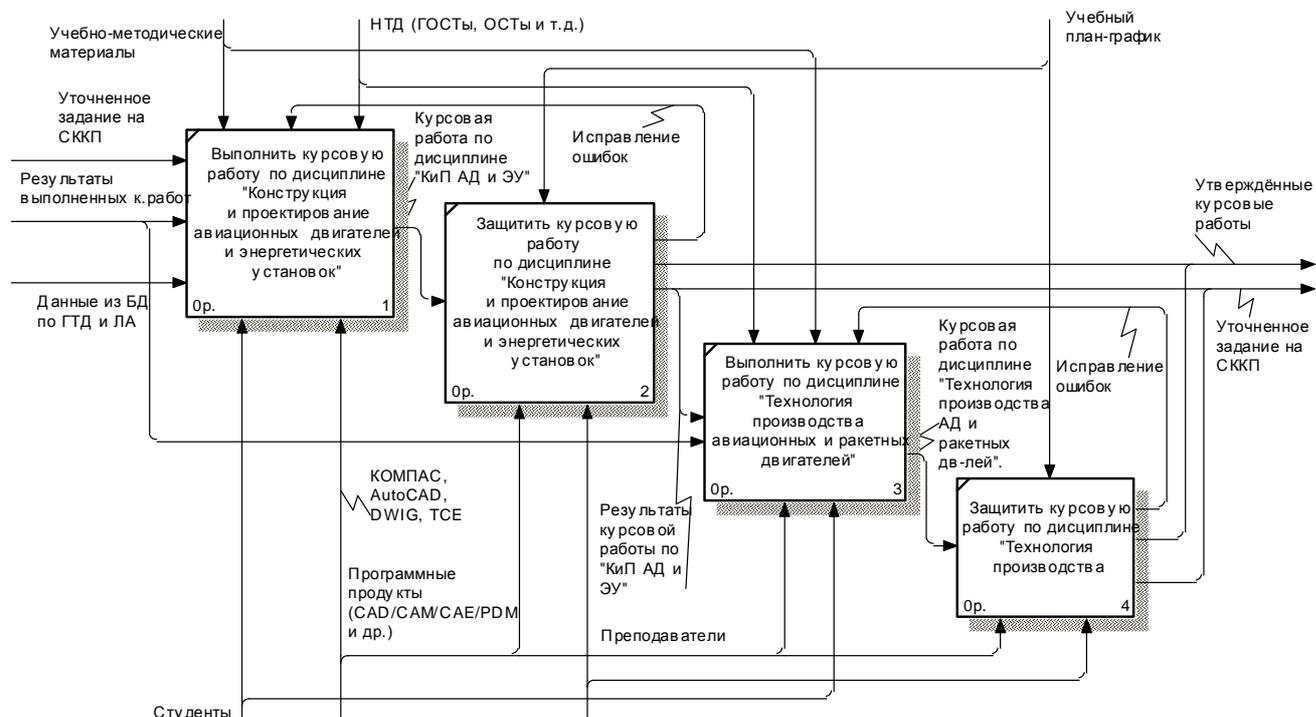


Рисунок 3 – Декомпозиция блока «Выполнить курсовые проекты (5-й курс)» (второй уровень декомпозиции)

Таблица 3. Перечень программных продуктов, используемых при конструкторско-технологических работах в ОАО «НПП «Мотор» и ОАО «УМПО».

Вид ПО	Наименование ПО	Применение в подразделениях ОКБ и завода
CAD	NX, Cadmech, Компас, Autodesk Mechanical,	ОКБ, Технологические бюро цехов, Бюро программной обработки
CAM	Вертикаль, TechCard	Технологические бюро цехов, БНМ
CAE	Ansys, DWIG, Gastub, T1D, T2D, THA	ОКБ
PDM	Teamcenter	ОКБ, ОГТ, Технологические бюро, ОГМет,
Прочие	MS Office, 1С-предприятие, и др.	Используются повсеместно или не задействованы в конструкторско-технологических работах.

## Выводы

Внедрение методики СККП, инициированной кафедрой «Авиационные двигатели», является инновационным проектом и заключается в обеспечении принципиально нового качества образования за счёт системной интеграции теории, эксперимента, опыта и знаний в смежных предметных областях на основе моделирования и использования возможностей современных информационных технологий для совершенствования существующих образовательных программ и создания новой методики обучения студентов [3].

Совершенствование методологии подготовки студентов на основе современных информационных технологий характеризуется:

- разработкой методического обеспечения для организации учебного процесса на основе сквозного использования современных информационных технологий;

- внедрением концепции объёмного моделирования АД в рамках курсового проектирования (дисциплина «Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок»);
- использованием базы данных параметрических моделей деталей ГТД, сведений о летательных аппаратах;
- развитием современной концепции коллективного проектирования АД в PDM-системе (интеграция с кафедрами «Технология машиностроения», «Информатика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Основы конструирования механизмов и машин», «Прикладная гидродинамика»).

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.*

### Список литературы

1. Васильева И.Б., Воеводина К.В., Рыбаков А.В. Влияние информационных технологий на процесс профессиональной подготовки специалистов по обслуживанию оборудования с ЧПУ // CAD/CAM/CAE Observer. - 2012. - #4 (72). - С. 80-86.
2. Кривошеев И.А., Сапожников А.Ю., Карпов А.В. Организация базы данных для системного автоматизированного проектирования авиационных ГТД на этапе эскизного проекта // Авиационная техника. – 2004. - № 1. - С. 69-71.
3. Применение системы поддержки принятия решений для выбора конструктивно-силовой схемы авиационного ГТД на этапе эскизного проектирования / Сапожников А.Ю., Кривошеев И.А., Зрелов В.А., Проданов М.Е., Цой А.Ю., Миронов А.С. // Вестник УГАТУ. — Уфа: РИК УГАТУ. - 2010. - Т. 7, № 3 (16). - С. 11-20.
4. Разработка методики формирования структуры хранилища данных о газотурбинных двигателях / Проданов М.Е., Цой А.Ю. // Вестник СГАТУ. — Самара : РИК СГАУ, 2006. – Ч. 2. - С. 183-187.
5. Сапожников А.Ю., Карпов А.В. Компьютерная реализация технологии формирования силовой схемы ГТД для учебного процесса УГАТУ // Исследования и перспективные разработки в авиационной промышленности : сборник статей 4-й Научно-практической конференции. 24-25 октября 2007 г. – М., 2007. – С. 147-152.

### Рецензенты:

Ахмедзянов Д.А., д.т.н., профессор кафедры авиационных двигателей ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа.

Кульга К.С., д.т.н., доцент, профессор кафедры мехатронных станочных систем ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет», г. Уфа.