

УДК 004.9
ББК 74.58

О СТРУКТУРНОМ И ОБЪЕКТНОМ ПОДХОДАХ К СОВРЕМЕННОЙ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

© 2012 Н. В. Безменова, М. Е. Проданов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Излагаются требования к современной подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли, приводится описание опыта такой подготовки на факультете двигателей летательных аппаратов СГАУ. Показана роль и сущность используемой системной методологии, сравниваются достоинства и недостатки структурного и объектного подходов к реализации этой методологии в учебном процессе. Делается вывод о перспективности использования объектно-ориентированного подхода.

Подготовка специалистов, единый методологический подход, системное моделирование, структурный подход, объектный подход, полное электронное описание изделия, новые учебные дисциплины, единое информационное пространство данных об изделии, «виртуальные» объекты.

Основные требования к современной подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли связаны с необходимостью обеспечения конкурентоспособности продукции, создаваемой ими на мировом рынке, за счёт реализации таких ключевых факторов, как инновационный характер продукции, высокая скорость её вывода на рынок, высокое качество этой продукции, соответствующее мировым стандартам, и более низкая, чем у конкурентов, цена.

Реализация перечисленных весьма сложных требований наталкивается, к тому же, на противоречие между объёмом знаний для освоения в вузе (непрерывно растущим) и ограниченным ресурсом времени обучения (имеющим тенденцию к сокращению).

В учебном процессе это приводит к необходимости применения единого методологического подхода в подготовке специалистов инженерно-технического, экологического и экономико-управленческого направлений в соответствии с концепцией жизненного цикла (ЖЦ) продукции. Научной основой такого подхода являются системный анализ и теория систем, обеспечивающие моделирование на теоретико-множественной основе сложных объектов произвольной природы: технических, экологических, экономико-управленческих [1, 2]. Полученные модели в дальнейшем представляются в информационной форме. При этом процесс системного моделирования представляет собой совокупность следующих взаимосвязан-

ных этапов – анализ, проектирование и программирование.

В настоящее время сформировались два подхода к системному моделированию: *структурный* (ему соответствует структурный анализ, структурное проектирование и структурное программирование) и *объектный* (ему соответствует объектный анализ, объектное проектирование и объектное программирование).

На начальном этапе освоения системных технологий в учебном процессе на факультете двигателей летательного аппаратов (ДЛА) СГАУ (1987 ... 2007г.) использовался структурный подход по причине его относительной простоты и методологической проработанности. Применительно к техническим объектам в рамках структурного подхода форма изделия (на инженерном языке называемая конструкцией) моделируется в виде иерархической структуры (на языке теории множеств в виде графа, называемого деревом). Самый верхний уровень иерархической структуры соответствует изделию в целом (сборке), а самый нижний уровень – элементам, не имеющим структуры, т.е. деталям. Промежуточные уровни иерархии описания конструкции изделия соответствуют агрегатам, узлам и подсистемам.

В информационной форме полученная иерархическая структура может быть представлена в виде CAD/PDM - модели конструкции изделия, называемой электронным описанием (ЭО). Аналогичным образом в

рамках структурного подхода может быть представлена функциональная модель изделия в виде CAE/PDM- модели (на инженерном языке – ЭО рабочих процессов изделия). Интеграция CAD/PDM-моделей конструкции изделия и CAE/PDM- модели рабочих процессов изделия позволяет получить CAE/CAD/PDM- модель – ЭО продукции, обладающей требуемыми свойствами. Аналогичным образом формируется CAD/CAM/PDM-модель – ЭО технологической подготовки производства, для которой CAE/CAD/PDM-модель – ЭО продукции является исходной, а также MRP/ERP-модель – ЭО промышленного предприятия, для которой исходными являются упомянутые выше ЭО продукции и ЭО технологической подготовки производства. В результате формируется модель, ко-

торая называется полным электронным описанием изделия (ПЭО) или «виртуальным» изделием.

Структура описания изделия (рис. 1) не зависит от подхода к моделированию. Меняются только процедуры обработки информации и организации процессов обучения, т.к. в процессе обучения участвуют сотрудники специализированных кафедр университета, владеющие знаниями и технологиями обучения с точки зрения различных стадий ЖЦ проектирования изделия: рабочих процессов ДЛА (кафедра ТДЛА), процессов конструирования и обеспечения прочности (кафедра КиПДЛА), подготовки производства и производственных процессов (кафедра ПДЛА).

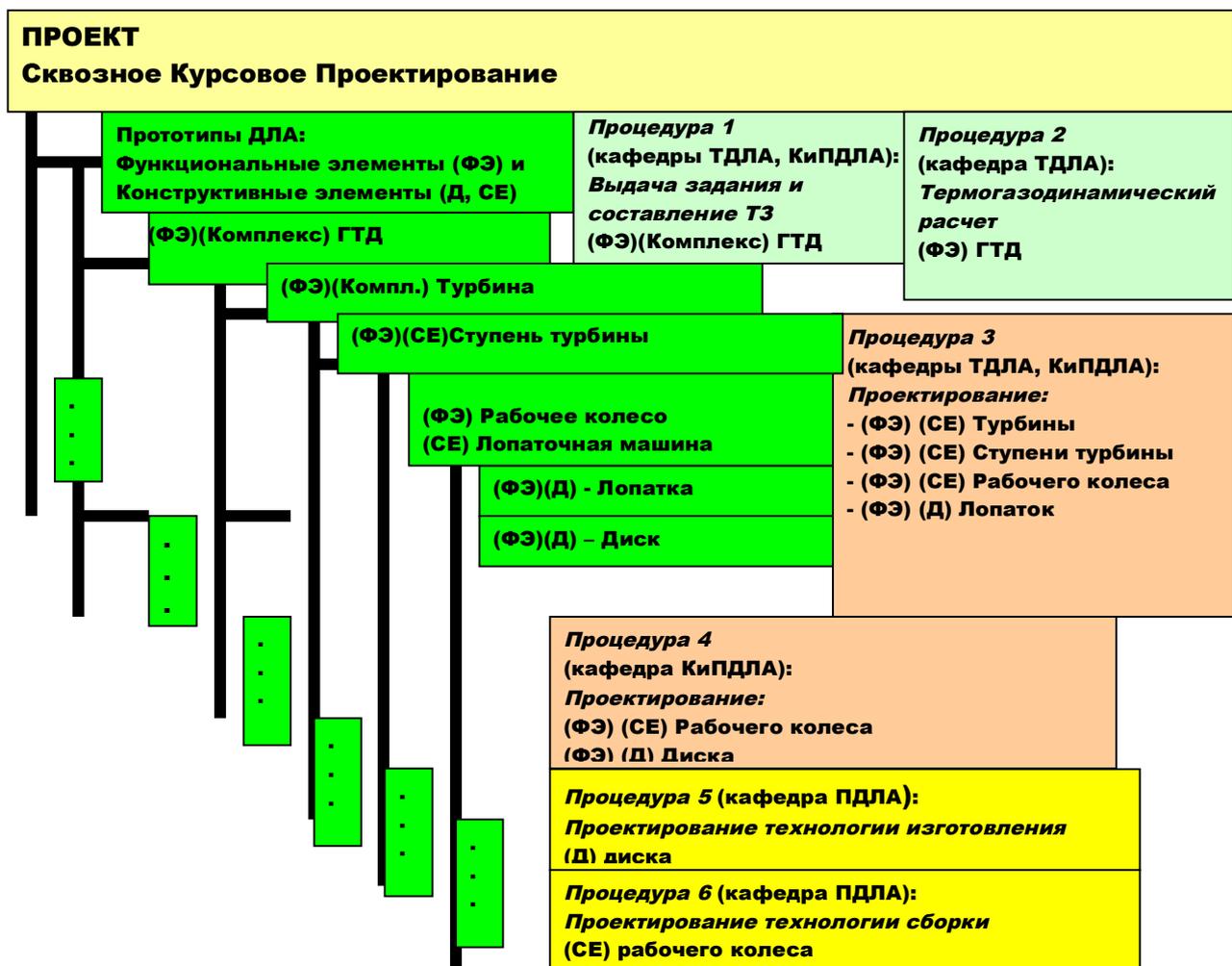


Рис. 1. Иерархическая структура данных об изделии, применяемая при обучении в рамках сквозного курсового проектирования на факультете ДЛА СГАУ

При структурном подходе методики расчёта направлены на учёт физических явлений, происходящих во всём изделии. От-

дельные элементы не рассматриваются как самостоятельные объекты, параметры которых можно доводить независимо от всего

изделия с дальнейшим их согласованием. Поэтому при структурном подходе необходимо каждый раз рассчитывать всё изделие. При объектном подходе появляется возможность независимо от общего описания изделия развивать (совершенствовать) информационные объекты: функциональные (ФЭ) и конструктивные элементы - детали (Д) и сборочные единицы (СЕ).

В результате на факультете ДЛА СГАУ на основе изложенной системной методологии была модернизирована система подготовки инженеров-конструкторов и инженеров-технологов по авиационным и ракетным двигателям, а также введена специализация «Организация производства» и открыта подготовка экономистов-менеджеров по специальности «Экономика и управление на предприятии аэрокосмической отрасли» [3]. Особенностью этой системы подготовки специалистов является единая методологическая база, основанная на CALS/PLM-технологии. В её рамках был разработан и апробирован в

учебном процессе ряд новых дисциплин, таких как «Системный анализ», «Теория сложных технических и экологических систем», «CALS-технологии в управлении предприятием», «CASE - технологии». Решены вопросы, связанные с проведением практических и лабораторных занятий, а также с проведением курсового и дипломного проектирования.

По мере роста сложности решаемых задач выявились ограничения структурного подхода, связанные, главным образом, с интеграцией структурного и функционального описаний. Анализ показал, что наиболее эффективным способом преодоления этих ограничений является объектный подход.

Различные направления подготовки специалистов в процессе обучения связываются в рамках объектной модели современного расширенного предприятия (рис. 2). Здесь, переходя от одной стадии ЖЦ изделия к другой, в рамках ПЭО можно применять все вышеописанные модели ЭО.

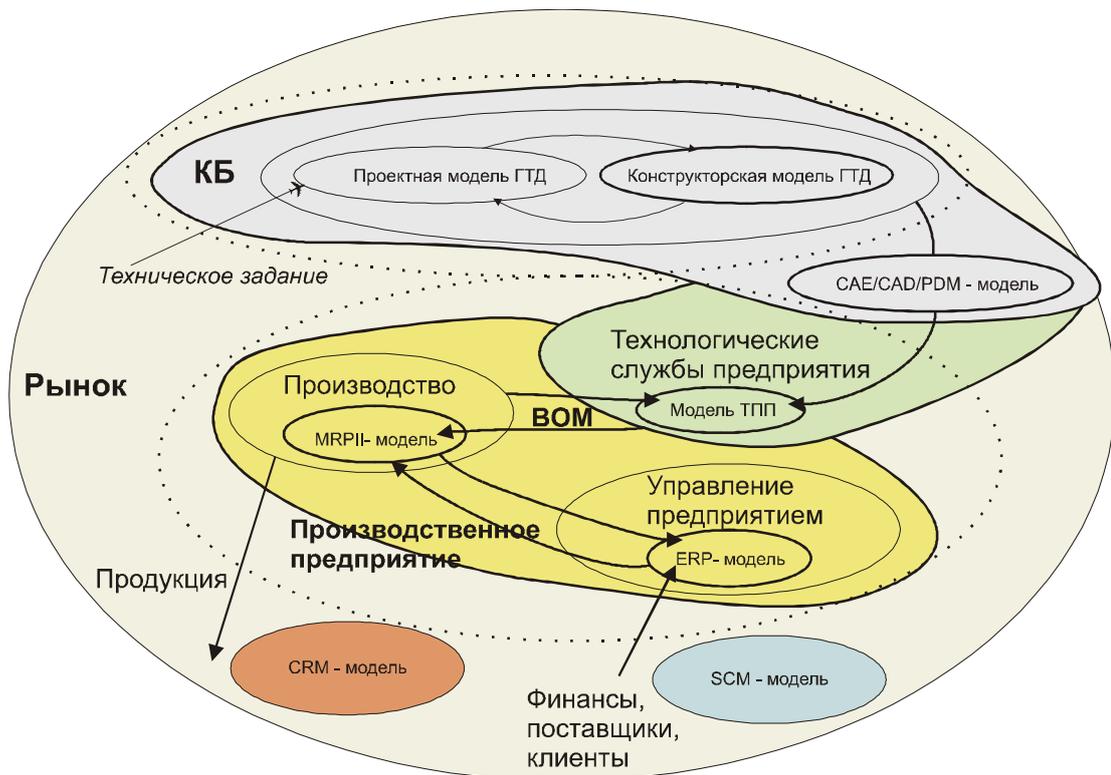


Рис. 2. Объектное представление расширенного предприятия

Объектный подход позволяет «распараллелить» процесс проектирования, что даёт возможность:

- рассматривать изделие в целом и его элементы с различных точек зрения (конструктора, технолога, экономиста, бухгалтера, менеджера коммерческого отдела);

- обмениваться элементами информационного описания изделия, находящимися на различных стадиях (проектирование, подготовка производства, производство или эксплуатация), используя механизм версии;
- решать управленческие задачи, т.е. обеспечивать качественный контроль всех участников процесса.

При этом каждый участник процесса ЖЦ формирует своё информационное про-

странство (ИП) объектов ЭО изделия, согласуя его с другими участниками. ИП различных участников общего процесса создания и совершенствования изделий (конструкторского бюро, производственного предприятия, вуза, школы) могут быть созданы и объединены в единое информационное пространство (ЕИП) данных об изделии только в рамках объектного подхода [4] (рис. 3).

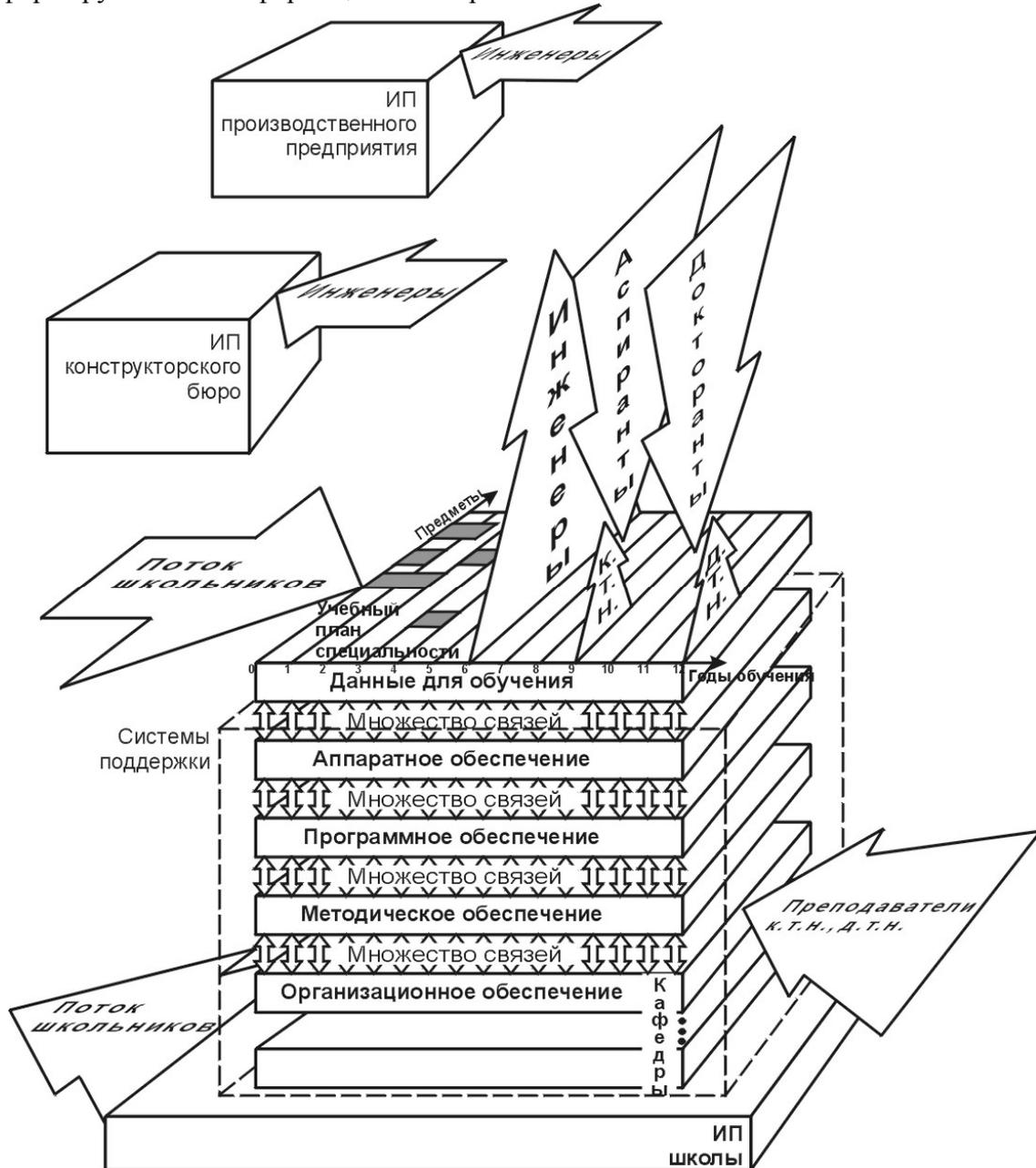


Рис. 3. Объекты ЕИП данных об изделии

В ИП вуза, используя системы поддержки на специализированных кафедрах в соответствии с учебным планом по годам

обучения, формируются знания и умения специалистов. На рис. 3 показаны потоки инженеров, аспирантов и докторантов, обра-

зованные в результате обучения потока школьников-абитуриентов. В дальнейшем большая часть потока специалистов-инженеров направляется на производственные предприятия и конструкторские бюро, а часть их возвращается в вуз в качестве преподавателей и научных работников.

Данные для обучения в ЕИП в первую очередь состоят из данных об изделии, к которым логическими связями привязываются все остальные данные описания ЕИП: данные систем поддержки (аппаратного, программного, методического и организационного обеспечения); данные информационных пространств: конструкторских бюро, производственных предприятий и школ. Каждый из представленных на рис. 3 объектов можно рассматривать и совершенствовать независимо от остальных, но при проектировании системы ЕИП в целом появляются необходимые ограничения, определяемые их логическими информационными связями.

Информационная поддержка организации обучения в вузе на факультете ДЛА в рамках ЕИП данных об изделии с использованием инструментария PDM-систем описана в работе [5].

Практическое освоение объектного подхода и его использование в учебном процессе факультета ДЛА СГАУ началось в 2007 году и продолжается по настоящее время. Накопленный за это время опыт показал значительные преимущества объектного подхода перед структурным.

Преимущества объектного подхода обусловлены более высоким уровнем абстрагирования по сравнению со структурным подходом и необходимостью решения дополнительных проблем как научного, так и методического характера, связанных с представлением в объектной форме информации об изделиях (авиационных и ракетных двигателях), процессе производства этой продукции и самом предприятии. Это соответствует представлению в объектной форме «виртуального» двигателя, «виртуального» производства и «виртуального» предприятия.

Преимущества возрастают по мере роста сложности моделируемых объектов и повышения требований к адекватности создаваемых моделей. Именно такая ситуация ха-

рактерна для задач, решаемых на факультете ДЛА СГАУ совместно с ОАО «Кузнецов» в связи с возобновлением на современной основе газотурбинного двигателя НК-32 для стратегического бомбардировщика Ту-160 и маршевого ракетного двигателя НК-33 для новой ракеты-носителя «Союз-1В».

В результате в процессе решения этих научно-методических проблем были разработаны специализированные курсы обучения: «Объектно-ориентированный анализ ДЛА», «Моделирование систем и процессов», «Объектно-ориентированное проектирование ДЛА», «Объектно-ориентированное моделирование промышленных предприятий на основе стандартов MRP/ERP» и сделаны первые шаги по использованию объектно-ориентированного подхода в дипломном проектировании. В рамках дипломного проекта студенты выполняют работы, используя методику проектирования, которая применяется в конструкторском бюро или при подготовке производства.

Знание возможностей PDM-систем, реализующих объектный подход и умение создавать и модифицировать создаваемые информационные объекты позволяет студентам еще в процессе обучения легко адаптироваться в среде современных предприятий.

Полученный опыт позволяет сделать вывод о перспективности использования объектно-ориентированного подхода в подготовке современных специалистов для отечественной аэрокосмической отрасли.

Библиографический список

1. Шустов, С.А. Опыт использования методологии системного анализа при подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли [Текст] / С.А. Шустов // Системный анализ в технике: тем. сб. науч. тр.. Вып. 6. – М.: МАИ, 2000. – С.83-92.
2. Безменова, Н.В. Опыт использования теории систем как междисциплинарного языка в решении проблем аэрокосмического образования [Текст] / Н.В. Безменова, С.А. Шустов // Современные научно-методические проблемы высшего образования: Сб. тр. Вып. 2.- Самара: СГАУ, 2002. – С. 179-183.
3. Опыт использования в учебном процессе современных CAE/CAD/CAM/PDM - технологий для подготовки специалистов

мирового уровня в сфере инновационного машиностроения [Текст] / А.И. Ермаков, М.Е. Проданов, С.А. Шустов [и др.] // Материалы V Всерос. науч.-практ. конф. Всероссийского форума «Образовательная среда 2008».- Москва., 2008.- С. 137..140

4. Зрелов, В.А. Технологии компьютерной поддержки и инженерное творчество при обучении конструированию ГТД [Текст]/ В.А. Зрелов, М.Е. Проданов // Современные научно-методические проблемы высшего

образования. сб. тр. Вып. 2.- Самара: СГАУ, 2002. – С. 132-143.

5. Проданов, М.Е. Организация обучения в едином информационном пространстве данных об изделии [Текст]/ М.Е. Проданов // Сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы и перспективы развития двигателестроения» 28-30 июня 2011 г., посвященной 100-летию со дня рождения генерального конструктора аэрокосмической техники академика Н.Д. Кузнецова. -Самара: СГАУ, 2011.- №3.- Ч.2.-С. 374-379

ON THE STRUCTURAL AND OBJECT APPROACHES TO MODERN TRAINING FOR THE AEROSPACE INDUSTRY

© 2012 N. V. Bezmenova, M. Ye. Prodanov

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

Requirements for modern training for the aerospace industry are set out. The experience of the training at the Faculty of aircraft engines SSAU are described. The role and nature of the system methodology is demonstrated. The advantages and disadvantages of structural and object approaches to the implementation of this methodology in the learning process are compared. It is concluded that the using of object - oriented approach is promoting.

Training for the aerospace industry, system methodology, structural and object approaches, object - oriented approach is promoting.

Информация об авторах

Безменова Наталья Витальевна, кандидат технических наук, доцент кафедры теории двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). Область научных интересов: менеджмент качества, управление жизненным циклом изделий.

Проданов Михаил Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры конструций и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: prodanov@mail.ru Область научных интересов: автоматизация проектирования, менеджмент качества, управление жизненным циклом изделий.

Bezmenova Natalia Vitalievna, Candidate of Technical Sciences, associate Professor at the sub-department of Engines Theory, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). Area of research: Workflow Automation, Quality Management, Product, Lifecycle Management.

Prodanov Mikhail Yevgenievich, Candidate of Technical Sciences, associate Professor at the sub-department of Engines Design, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: prodanov@mail.ru. Area of research: Computer Aided Design and Workflow Automation, Quality Management, Product, Lifecycle Management.