

К ВОПРОСУ О НОВОМ ПОДХОДЕ ПРЕПОДАВАНИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ВУЗЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СКВОЗНОЙ ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО СПЕЦИАЛИСТА

© 2014 А.И. Ермаков, Л.А. Чемпинский

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

Переход на новые технологии проектирования и изготовления изделий связан с необходимостью формирования нового мышления специалиста. Особое место следует уделить вопросу обучения 3D моделированию. Описание процессов образовательной деятельности представлено в виде контекстных диаграмм IDEF0 – моделей подготовки специалистов на факультете двигателей летательных аппаратов СГАУ, их декомпозиций по видам подготовки. В задачи кафедры инженерной графики, помимо знаний по созданию 3D моделей и составлению чертежей, теперь входит обучение основам документооборота и способам параметризации моделей стандартных и типовых объектов и их использования. Одновременно решается ряд задач: постепенное ознакомление с возможностями и последовательное приобретение навыков работы в среде современной интегрированной CAD/CAM/CAPP системы; оптимальное решение задач предметной области начертательной геометрии, в частности, использование и развитие пространственного воображения, точное решение метрических и позиционных задач; достижение нового уровня геометро-графической подготовки за счёт освоения приёмов выполнения 3D моделей деталей с использованием параметрических моделей; автоматизированное построение чертежей на плоскости с соблюдением правил ГОСТов ЕСКД, что значительно сокращает долю рутинной работы при создании технической документации. Реализация такого подхода при подготовке специалистов позволяет использовать 3D модели конструкций для инженерного анализа их функционирования в условиях эксплуатации, а также осуществить моделирование процесса их изготовления в виртуальном пространстве.

Учебный процесс, начертательная геометрия, системный подход, опыт сквозной подготовки.

В среде научно-педагогических работников технических вузов продолжается дискуссия о месте и роли начертательной геометрии в геометро-графической подготовке современного специалиста, начатая профессором А.П. Тунаковым [1]. При этом коллеги придерживаются различных точек зрения, исходя из состояния науки, преподавания в условиях ограниченного количества часов учебного времени студентам, не имеющим предварительной довузовской подготовки использования различных CAD пакетов [2 - 8].

Двадцатилетний опыт использования средств информационной поддержки (CAD/CAE/CAM/PDM систем) для достижения современного уровня подготовки специалистов на факультете двигателей летательных аппаратов (ДЛА) СГАУ востребован как на базовом предприятии

(ОАО Кузнецов, г. Самара), так и на других промышленных предприятиях.

Поэтому вопрос, вынесенный в заголовок статьи, рассмотрим с учётом приобретённого опыта.

Современный уровень конструкторско-технологической подготовки производства предполагает широкое использование информационных технологий, в частности, для обеспечения совместной работы специалистов в среде единого информационного пространства (ЕИП).

Современный конструктор, работая в ЕИП, должен моделировать в CAE - средах условия работы нового изделия в целом, отдельных его агрегатов и деталей; в CAD - среде создавать объёмные (3D) модели создаваемых объектов, обоснованно назначать технические требования на сборку и изготовление отдельных деталей, выпускать комплекты документации.

С целью сокращения времени 3D моделирования конструкторы повсеместно используют параметрические 3D модели стандартных и типовых деталей, а также отдельных элементов.

Технолог использует 3D модели изделий, узлов, деталей, оборудования, средств технологического оснащения и инструмента. 3D модели являются основой при проектировании оптимальных технологических процессов изготовления деталей, заготовок, формообразующей оснастки на современном высокопроизводительном оборудовании. 3D модели позволяют осуществить инженерный анализ сопутствующих преобразованию заготовки в готовую деталь процессов силового, теплового и других процессов поведения технологических систем; контролировать геометрические параметры сложно-фасонных деталей с использованием современных контрольно-измерительных машин; реализовать автоматизированный выпуск необходимой технологической документации. Использование 3D параметрических моделей позволяет технологам реализовать сквозное проектирование процессов изготовления типовых деталей, что особенно актуально в условиях многономенклатурного производства.

Переход на новые технологии проектирования и изготовления изделий связан с необходимостью формирования нового мышления специалиста. Эта необходимость диктуется особенностями, при-

сущими работе с базами данных и параметрическими моделями, работе в среде ЕИП. Особое место следует уделить вопросу обучения 3D моделированию, так как объёмная модель постепенно становится основным носителем информации о геометрии изделия и отодвигает традиционный плоский чертёж на второй план.

Анализ учебных планов специальностей факультета показал, что их структура и объём часов по учебным дисциплинам позволяют обеспечить требуемый уровень подготовки. Подготовка такого специалиста может быть обеспечена усилиями различных кафедр университета при условии реализации системного подхода к интеграции знаний и умений студентов, формируемых на всех курсах.

При этом обязательным условием является интеграция учебного процесса кафедры инженерной графики с выпускающими кафедрами на основе разработки специальных заданий для студентов. Полученные знания по 3D и 2D моделированию закрепляются при выполнении проектов по основам взаимозаменяемости, теории машин и механизмов, деталям машин, а также в курсовых и дипломных проектах выпускающих кафедр.

Описание процессов образовательной деятельности представлено в виде контекстной диаграммы IDEF0 – модели подготовки специалистов факультета ДЛА (рис. 1).

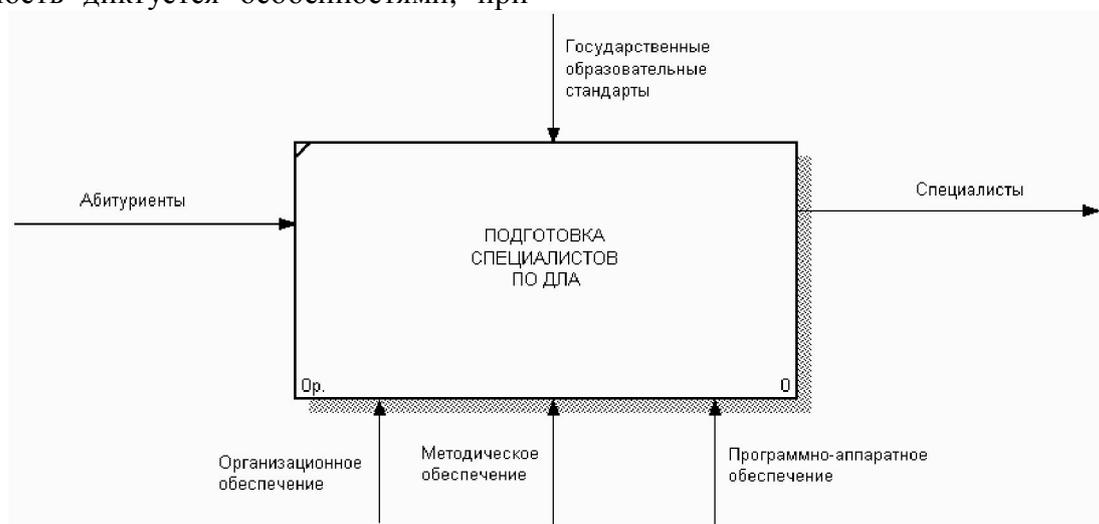


Рис. 1. IDEF0 – модель подготовки специалистов факультета ДЛА

Здесь государственные образовательные стандарты включают в себя требования предприятий по подготовке специалистов и учебный план специальности, в данном случае 16.03.01.65 «Авиацион-

ные двигатели и энергетические установки».

Декомпозиция контекстной диаграммы по видам подготовки представлена на рис. 2.

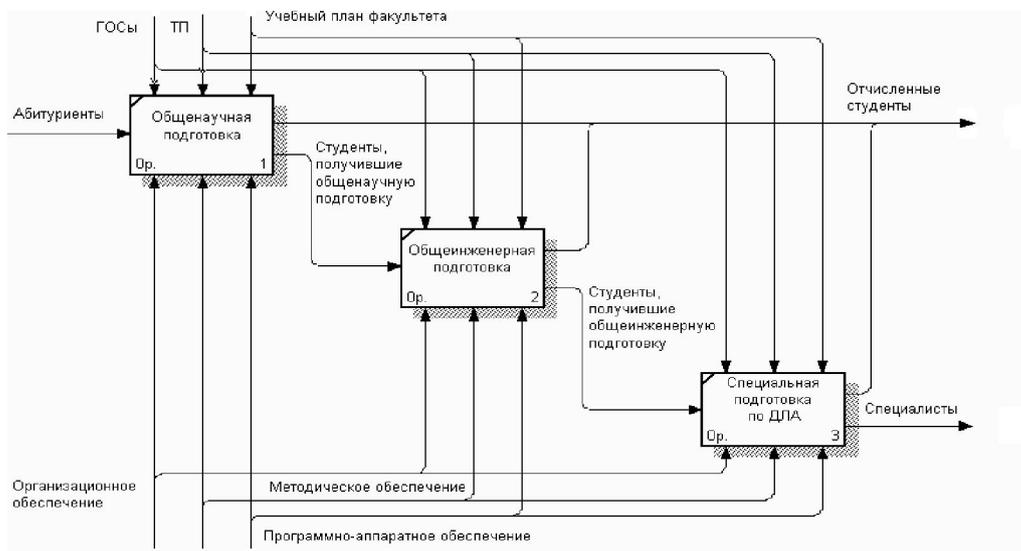


Рис. 2. Декомпозиция контекстной диаграммы по видам подготовки

Полный жизненный цикл газотурбинного двигателя (ГТД) представляет собой взаимодействие таких объектов, как проектирование, технологическая подготовка производства, производство, эксплуатация, модернизация и утилизация. Роль подразделения конструкторского бюро (КБ), отвечающего за формирование проектной (функциональной) модели, играет кафедра теории двигателей летательных аппаратов (ТДЛА), а роль подразделения КБ, отвечающего за создание конструкторской (структурной) модели играет кафедра конструкций и проектирования ДЛА (конструкторская подготовка специалистов). Роль заводских служб, отвечающих за формирование моделей технологической подготовки производства (ТПП), играет кафедра производства ДЛА (технологическая подготовка специалистов).

Функционируя в ЕИП факультета, кафедры, занимаясь своей предметной областью, должны обеспечить другим кафедрам условия для решения их прямых задач:

-кафедра инженерной графики должна нести ответственность за форми-

рование и развитие пространственного воображения, геометро-графическую подготовку студента в процессе его обучения в вузе, за умение создавать техническую документацию и вести документооборот в едином информационном пространстве, за умение создавать и использовать геометрические параметрические модели типовых деталей и сборочных единиц;

-конструкторские кафедры - заниматься вопросами проектирования, конструирования и оптимизации конструкций, вопросами формулирования технических требований на подлежащие изготовлению и сборке конструкции;

-технологические кафедры - давать глубокие знания по оптимизации технологической подготовки производства и сборке изделий с точки зрения экономической эффективности на основе сквозной параметризации с использованием современных информационных технологий.

С развитием информационных технологий к кафедре инженерной графики возникли новые требования по содержанию и процессу обучения.

Помимо знаний по составлению чертежей и созданию 3D моделей, которые

используются на кафедрах механической обработки материалов (МОМ), основ конструирования машин (ОКМ), автоматических систем энергетических установок (АСЭУ), ТДЛА, конструкции и проектирования ДЛА и производства ДЛА; по составлению сборочных чертежей (СБ) и

спецификаций, а также чертежей стандартных изделий и их соединений, теперь в задачи кафедры инженерной графики входит обучение основам документооборота в ЕИП и способам параметризации и использования параметрических плоских и объёмных объектов (рис.3).

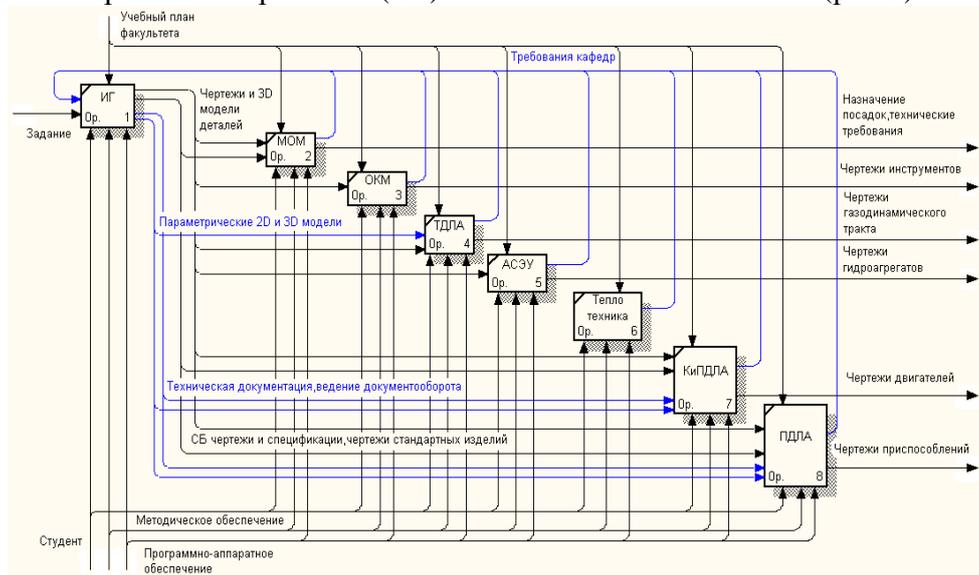


Рис. 3. IDEF0 – модель факультета с точки зрения требований к кафедре инженерной графики

В рамках ЕИП студенты на кафедре инженерной графики должны заниматься решением следующих задач (рис. 4):

- развить пространственное воображение;
- изучить основы составления 3D моделей и чертежей в электронном и бумажном виде;

-изучить стандарты ЕСКД, виды технической документации, а также уметь её оформлять и вести документооборот в ЕИП;

- составлять сборочные чертежи и спецификации;
- получить знания по созданию и использованию параметрических 2D и 3D моделей.

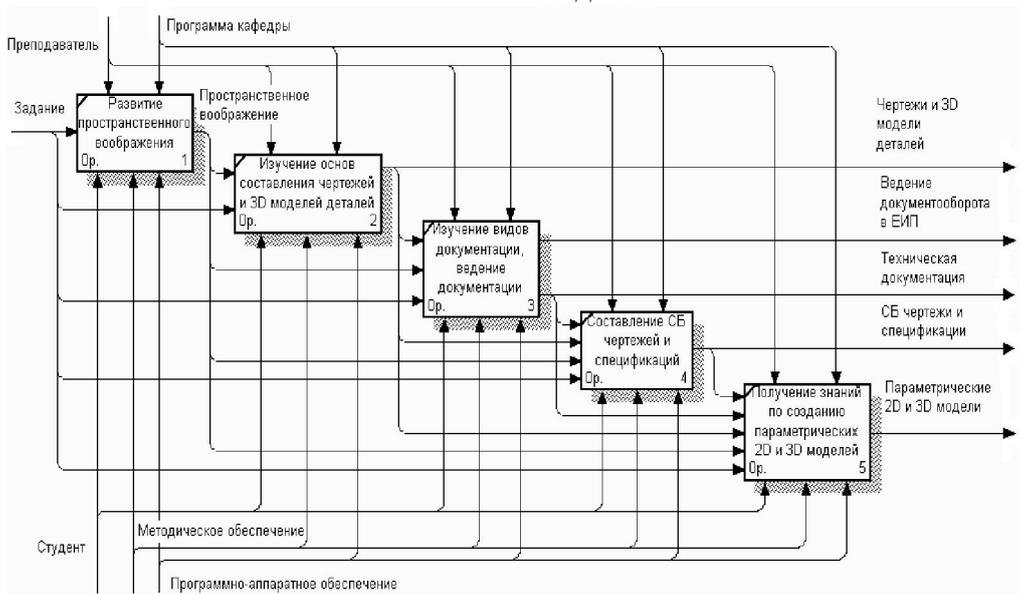


Рис. 4. IDEF0 – модель кафедры инженерной графики с точки зрения студента

В условиях ЕИП задачи кафедры инженерной графики (ИГ) должны формироваться в двух аспектах: с точки зрения этапов проектирования и с точки зрения требований выпускающих кафедр и кафедр инженерного цикла. Схема формирования задач кафедры с точки зрения этапов проектирования представлена на рис. 5.

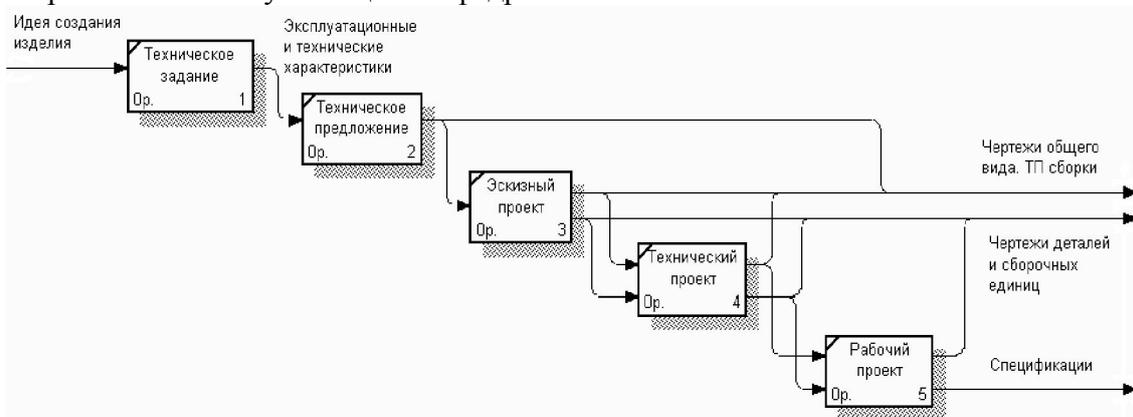


Рис. 5. Схема формирования задач кафедры по этапам проектирования

С точки зрения требований кафедр технического цикла новые задачи кафедры ИГ должны быть следующими:

- создавать 3D модели деталей и сборок любой сложности и ассоциативные 2D модели в виде чертежей;
- создавать базы данных параметрических 3D и 2D моделей;

- обеспечить студентов знаниями по созданию и ведению документации в ЕИП;

- обеспечить студентов навыками работы в ЕИП;

Результат синтеза этих двух аспектов представлен на рис. 6.

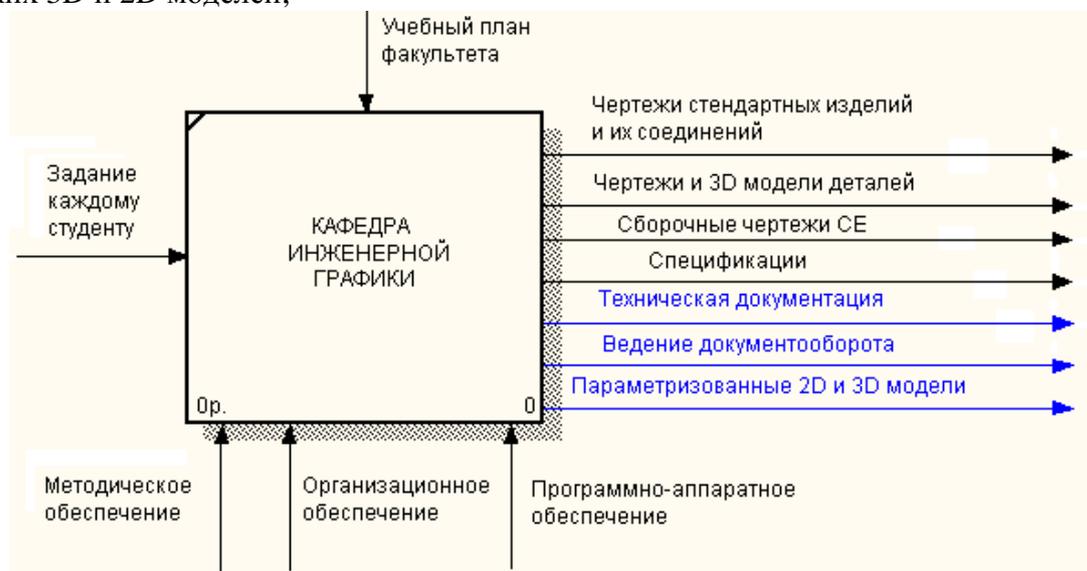


Рис. 6. Схема формирования задач кафедры ИГ

Реализация сформулированных выше задач в дисциплинах геометрического цикла осуществляется на основе использования возможностей отечественной лицензионной, свободно распространяемой для выполнения неком-

мерческих проектов CAD/CAM/CAPP системы ADEM v.8.1.

Каждый студент факультета с самого начала процесса обучения в течение четырёх семестров последовательно приобретает опыт работы с новым для него

инструментом, несмотря на изначальное отсутствие у большинства опыта черчения. Такая подготовка является базовой, и реализация последующих конструкторско-технологических проектов, связанных с созданием 3D и 2D моделей (документации в виде электронных документов), осуществляется на этой основе.

В частности, в первом семестре студенты, постепенно знакомясь с возможностями САД модуля, последовательно осваивают работу с базой 3D параметрических моделей базовых элементов формы

(БЭФ), включающей объёмные модели таких объектов, как сфера, цилиндр, конус, параллелепипед, призма, тор. Студенты по заданным ими геометрическим параметрам автоматически отображают на плоском экране монитора различные формы объёмных представлений этих объектов, например, различные цвета БЭФ и их граней; осваивают возможности аффинных преобразований БЭФ (перенос, поворот, масштабирование); по выданным заданиям создают пространственные композиции (рис. 7).

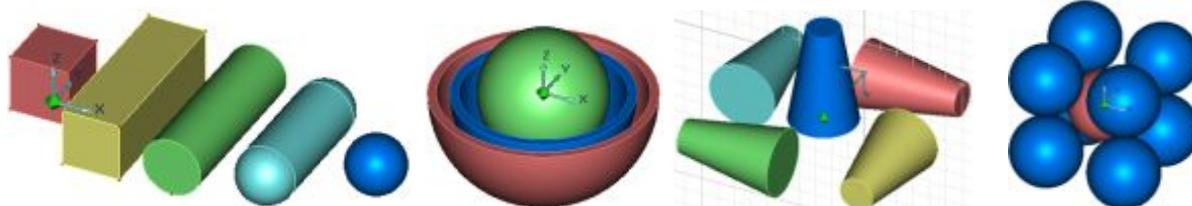


Рис. 7. Пространственные композиции 3D моделей

Затем, используя возможности системы по выполнению булевых операций между объектами и базу параметрических моделей БЭФ, студенты решают метрические и позиционные задачи (определяют расстояния между элементами пространственных объектов, вид и геометрию пространственных линий пересечения граничных поверхностей и поверхностей вращения при пересекающихся и скрещивающихся осях); в автоматизированном режиме строят точные модели развёрток (рис. 8-10). В то же время реализация тре-

бований ФГОСа средствами традиционного учебного курса начертательной геометрии путём, в частности, алгоритмического решения метрических и позиционных задач на плоскости, определения линий взаимного пересечения поверхностей по характерным точкам, построения развёрток с использованием карандаша, циркуля и линейки, позволяет дать лишь качественные, не точные решения, которые не могут быть использованы в реальном производстве.

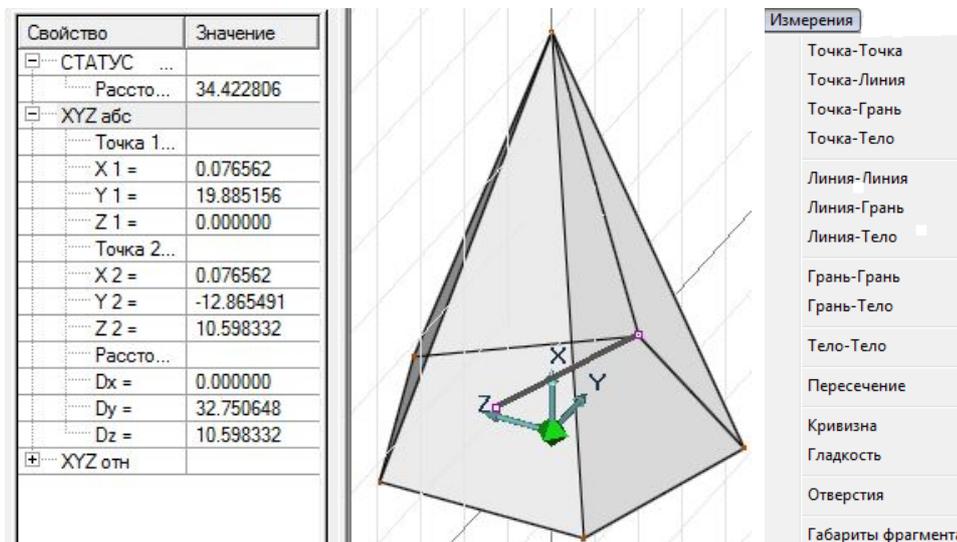


Рис. 8. Пример решения метрической задачи

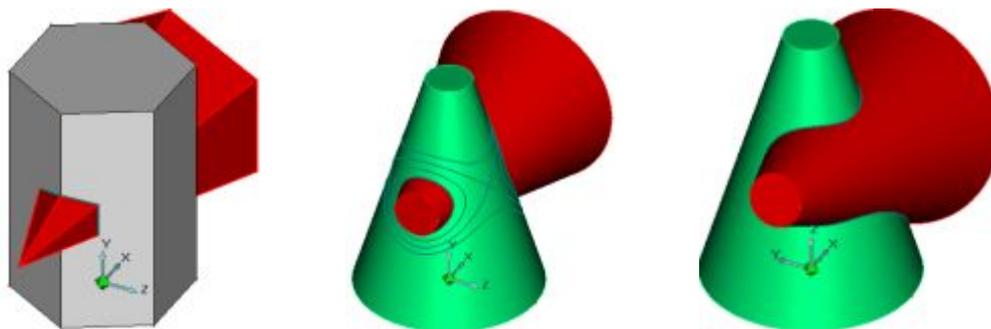


Рис. 9. Примеры решения позиционных задач

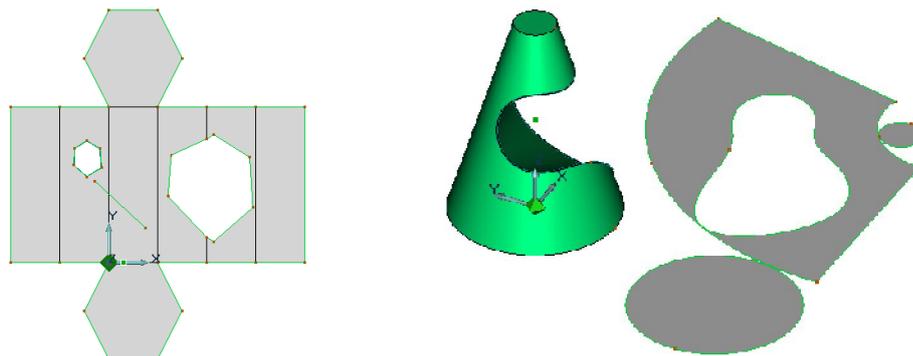


Рис. 10. Построение развёрток

На следующем этапе обучения студент осваивает возможности системы по автоматическому созданию 2D моделей (ортогональных и аксонометрической проекций на плоскости) по созданным им 3D моделям; приобретает опыт работы с 2D моделями (путём выполнения аффинных, булевых, неконформных преобразований на плоскости) для освоения правил, условностей и упрощений ГОСТов ЕСКД; решает обратные задачи: создаёт 3D модели по ортогональным проекциям и по плоским контурам в рамках возможностей системы. На основе приобретённых знаний и навыков в той же среде автоматизированного проектирования студент выполняет традиционные задачи геометрического и проекционного черчения, осваивает работу в среде электронного архива.

Таким образом, одновременно решается ряд задач: постепенное (с нуля) ознакомление с возможностями и последовательное приобретение навыков работы в

среде современной интегрированной системы; оптимальное решение задач предметной области начертательной геометрии, в частности, использование и развитие пространственного воображения, точное решение метрических и позиционных задач; достижение нового уровня геометрической подготовки за счёт освоения приёмов выполнения 3D моделей деталей с использованием параметрических моделей БЭФ; автоматизированное построение чертежей на плоскости с соблюдением правил ГОСТов ЕСКД и вывод их на печать, что значительно сокращает долю рутинной работы при создании технической документации.

Реализация такого подхода при подготовке специалистов на старших курсах [9] позволяет использовать 3D модели конструкций для инженерного анализа их функционирования в условиях эксплуатации, а также осуществить моделирование процесса их изготовления в виртуальном пространстве.

Библиографический список

1. Тунаков А.П. Начертили и забыли // Поиск. 2007. № 10-11.
2. Рукавишников В.А., Антонов В.В. Начертательная геометрия: от расцвета до заката // Сборник материалов Поволжской научно-методической конференции, посвященной 80-летию СГТУ «Проблемы геометрического компьютерного моделирования в подготовке конструкторов для инновационного производства». Саратов: СГТУ, 2010. С. 137-143.
3. Короткий В.А. Графический эксперимент в начертательной геометрии // IV межд. научно-практическая интернет-конференция КГП-2014 «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО» Пермь: ПермГТУ, 2014. <http://dgng.pstu.ru/conf2014/>
4. Горнов А.О., Касаткина Е.П. О компетентностном подходе в инженерном образовании // Материалы международной науч.-практич. интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки». Пермь: ПермГТУ, 2010. С. 70-74.
5. Волошинов Д.В. Начертательная геометрия. Есть ли у нее будущее в ВУЗе? // Материалы II международной науч.-практ. интернет-конференции. «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом ВУЗе в условиях ФГОС ВПО». Пермь: ПермГТУ, 2011. С. 103.
6. Хейфец А.Л. О перспективах нового теоретического курса как альтернативы начертательной геометрии // Материалы II международной науч.-практ. интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом ВУЗе в условиях ФГОС ВПО». Пермь: ПермГТУ, 2011. С. 106.
7. Тихонов-Бугров Д.Е. О проблемах преподавания начертательной геометрии и инженерной графики // Материалы II международной науч.-практ. интернет-конференции «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом ВУЗе в условиях ФГОС ВПО». Пермь: ПермГТУ, 2011. С. 111.
8. Лепаров М.Н., Попов М.Х. Инженерная графика- to be or not to be // III междунар. науч.-практ. интернет-конф. КГП-2012 «Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе в условиях ФГОС ВПО». Пермь: ПермГТУ, 2012. <http://dgng.pstu.ru/conf2012/>.
9. Ермаков А.И., Чемпинский Л.А. Роль объёмного моделирования в подготовке специалистов для инновационного машиностроения // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2012. № 3(34), ч. 2. С. 360-368.

Информация об авторах

Ермаков Александр Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры конструкции и проектирования двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: fdla@ssau.ru. Область научных интересов: динамика и прочность ГТД.

Чемпинский Леонид Андреевич, кандидат технических наук, профессор кафедры производства двигателей летательных аппаратов, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: chempinskiy@mail.ru. Область научных интересов: использование CAD/CAM/CAPP систем при подготовке специалистов.

A NEW APPROACH TO TEACHING DESCRIPTIVE GEOMETRY AT HIGHER SCHOOL FROM THE PERSPECTIVE OF THROUGH PREPARATION OF A MODERN SPECIALIST

© 2014 A.I. Ermakov, L.A. Chempinsky

Samara State Aerospace University, Samara, Russian Federation

The adaptation to a new design and manufacture technologies of products is related with necessity for forming a new of thinking of professionals. A more research should be given to learning 3D modeling. A description of processes of educational activities is presented in the form of contextual diagrams IDEF0 - models for preparing specialists at the Faculty of aircraft engines SSAU, its decomposition by type of training. The goals of the Engineering graphics department, in addition to knowledge of the creation 3D modeling, are learning the basics of document management and methods of standard models' parameterization and their using. At the same time a number of problems is being solving: a gradual (from the beginning) familiarization with capabilities and a consequent acquisition of skills in an environment of modern integrated CAD / CAM / CAPP systems; an optimal solution of descriptive geometry, in particular, using and development of spatial imagination, the exact solution of the metric and positional problems; achievement the new level of geometrical-graphic preparation by using parametric models for performing 3D details, automated construction the drawings on a plane with GOST rules ESKD, which significantly reduces the routine work in creating technical documentation for the following departments. Realization of this approach in training specialists allows to use a 3D model constructions for engineering analysis of their functioning in the conditions of use, as well as to model a manufacturing process in the virtual space.

Educational process, descriptive geometry, systematic approach, experience in the through training.

References

1. Tunakov A.P. Have drown and forgotten // *Poisk*. 2007. No. 10-11. (In Russ.)
2. Rukavishnikov V.A., Antonov V.V. Descriptive geometry: from flowering to sunset // *Problems of geometric computer modeling in preparation the designers of innovative production. Collection of materials Povolzhskaya Scientific Conference devoted to the 80th anniversary of SSTU*. Saratov: SSTU Publ., 2010. P. 137-143. (In Russ.)
3. Korotkiy V.A. Graphic experiment in descriptive geometry // *IV International Scientific-Practical Internet Conference PQGP 2014 "Quality problems of graphic preparation the students in the technical university in the conditions of FGOS VPO"*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ., 2014. <http://dgng.pstu.ru/conf2014/>.
4. Gornov A.O., Kasatkina E.P. About the competence approach in engineering education // *Problems of quality graphic preparation: Materials of the International Scientific-Practical Internet Conference*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ., 2010. P. 70-74. (In Russ.)
5. Voloshinov D.V. Descriptive geometry. Does it have a future in university? // *Problems of quality of graphic preparation the students in technical university in the FGOS VPO conditionals: Materials of the II International Scientific-Practical Internet Conference*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ., 2011. P. 103 (In Russ.)
6. Heyfets A.L. About the prospects of a new theoretical course as an alternative to descriptive geometry // *Problems of quality graphic preparation of students in technical university in the FGOS VPO conditionals: Materials of the II International Scientific-Practical Internet Conference*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ., 2011. P. 106. (In Russ.)
7. Tihonov-Bugrov D.E. About the problems of teaching descriptive geometry and engineering graphics // *Problems of quality graphic preparation of students in technical university in the FGOS VPO conditionals: Materials of the II International Scientific-Practical Internet Conference*. Perm:

Perm National Research Polytechnic University Publ., 2011. P. 111. (In Russ.)

8. Leparov M.N., Popov M.H. Engineering Graphics – to be or not to be // III International Scientific-Practical Internet Conference KGP-2012 “Problems of quality graphic preparation of students in technical university in the FGOS VPO conditionals”. Perm: Perm National Research Polytechnic Univer-

sity Publ., 2012.
<http://dgng.pstu.ru/conf2012/>.

9. Ermakov A.I., Chempinskiy L.A. Role of volume modeling in preparation specialists for innovative mechanical engineering // Vestnik of Samara State Aerospace University. 2012. No. 3(34), part 2. P. 360-368. (In Russ.)

About the authors

Ermakov Alexander Ivanovich, Doctor of Science (Engineering), Professor of construction and design of aircraft engines, Samara State Aerospace University. E-mail: fdla@ssau.ru. Area of Research: the dynamics and strength of GTE.

Chempinsky Leonid Andreevich, Candidate of Science (Engineering), Professor of production of aircraft engines, Samara State Aerospace University. E-mail: chempinskiy@mail.ru. Area of Research: using of CAD/CAM/CAPP systems for preparing specialists.