

# СЕКЦИЯ 1. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (РАЗВИТИЕ СФЕРЫ ED TECH)

УДК 378.4

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРОМОДЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

*Чемпинский Леонид Андреевич*

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева*

**Аннотация:** *С учётом вновь разработанной системы подготовки специалистов в институте двигателей и энергетических установок Самарского университета, предполагающей широкое использование в учебном процессе лицензионных CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM систем, в статье сформулированы требования к геометромодельной подготовке, основанной на использовании геометрических данных цифровых параметрических моделей стандартных и типовых деталей, а также задачи оригинальной комплексной работы, рассчитанной на выполнение студентами по индивидуальному заданию в течение 144 часов (9Z) учебных занятий в компьютерном классе кафедры инженерной графики; перечислены методики, используемые при реализации комплексной работы; сделаны выводы и указаны перспективы.*

**Ключевые слова:** *цифровизация, конструирование, геометромодельная подготовка, цифровые параметрические модели, методики.*

Конструирование в авиационном двигателестроении предполагает использование баз знаний, которые включают библиотеки геометрических, преимущественно параметрических, 2D и 3D моделей стандартных и типовых деталей и узлов изделий [1]. Существенные достоинства цифрового конструирования состоят в снижении трудоемкости объемного и плоского моделирования геометрии деталей за счет выбора из базы данных параметрических моделей с нужной конфигурацией и изменению их размеров до требуемых значений [2]; реализации актуальной задачи перерасчета геометрических параметров модели детали, например, на середину поля допуска для изготовления ее на оборудовании с ЧПУ [3]; параметрического технологического проектирования, когда элементы технологического процесса (заготовка, технологическая оснастка, управляющая программа) привязаны к параметрической модели объекта проектирования, и имеется возможность автоматического и/или автоматизированного их изменения в соответствии с изменением геометрии параметрической модели объекта [4].

Использование параметрических геометрических моделей стандартных и типовых деталей, количество которых во вновь разрабатываемых конструкциях порой превышает 80%, позволяет не только значительно снизить долю рутинного труда проектировщика, но нацелить его на реализацию не менее важных задач, связанных с необходимостью назначения технических требований на изготовление, сборку, доводку спроектированных изделий [5]. Новые условия конструирования ГТД требуют новых подходов к подготовке специалистов.

Преподавателями института двигателей и энергетических установок (ИДЭУ) Самарского университета на основе идеи параметризации разработана система сквозной конструкторско-

технологической подготовки специалистов для инновационного машиностроения [6; 7]. Такая система включает требование последовательного изучения студентами принципов параметризации геометрических объектов, способов построения 2D и 3D параметрических моделей, возможностей их редактирования и использования в практике учебной деятельности в среде CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM систем, начиная с кафедры инженерной графики [8].

Целью представляемой читателю работы является информация об опыте выполнения студентами ИДЭУ, проходящими подготовку на кафедре инженерной графики, оригинальной комплексной работы, включающей освоение методик цифрового моделирования объемной конструкции вертолетного редуктора в условиях ограничений, диктуемых использованием действующих стандартов, с учётом условий сборки – разборки отдельных модулей и редуктора в целом; технологических аспектов изготовления деталей и сборки; а также выпуск всей необходимой конструкторской документации на основе использования параметрических баз типовых и стандартных деталей редуктора и их элементов.

Реализацию комплексной работы: «Проектирование конструкции вертолётного редуктора» осуществляют в течение учебной практики (после второго семестра), третьего и четвертого семестров, в объёме 144 часов (9Z) аудиторных занятий в компьютерном классе, начиная с 2012-2013 учебного года. Задачи комплексной работы: освоить методики создания 2D и 3D параметрических моделей комплексных представителей типовых деталей вертолетного редуктора (втулок, заглушек, регулировочных колец); освоить методики и приобрести навыки построения 3D моделей каждой из деталей редуктора на основе использования баз комплексных представителей стандартных и типовых деталей редуктора и их отдельных конструктивных элементов; создать объемные модели деталей и их конструкции в виде 3D сборок (опор качения, уплотнений) на основе использования 3D параметрических моделей в CAD среде системы ADEM VX; создать объемные модели сборки каждого из модулей редуктора (входного вала, промежуточного вала, планетарной передачи и выходного вала); создать объемные модели корпусов методами прямого восходящего (снизу-вверх) и нисходящего (сверху-вниз) конструирования; создать объемную модель полной сборки редуктора; создать чертеж общего вида редуктора по объемной модели сборки в автоматизированном режиме; выполнить спецификации и чертежи сборочных единиц в соответствии с индивидуальным заданием (по чертежу общего вида); выполнить 3 – 4 рабочих чертежа деталей.

Для успешного выполнения комплексной работы создана оригинальная база цифровых 3D параметрических моделей типовых деталей в среде Microsoft Excel и CAD/CAM/CAPP ADEM VX. Для этого произведена классификация по конструктивно-технологическим признакам и выделены следующие типы деталей: валы, зубчатые колеса, подшипники, стаканы подшипников, крышки и т.п. Каждая группа деталей имеет свои особенности конструкции, определяющие выбор метода создания объемной параметрической модели.

Для методического обеспечения процесса объемного конструирования редуктора вертолета на основе использования цифровых параметрических моделей стандартных и типовых деталей и их элементов вновь разработаны и опубликованы учебные пособия [9, 10], содержащие: методику создания типовых 2D и 3D параметрических моделей деталей редуктора; методику конструирования сложного технического объекта с использованием библиотек параметрических моделей стандартных и типовых деталей и их элементов, пособий и сведений стандартов ЕСКД, которая, в свою очередь, включает: методику формирования геометрических

моделей деталей из отдельных параметрических элементов, в том числе методами прямого моделирования, позволяющую объяснить студентам процесс изготовления каждой детали конструкции; методику модульной сборки, имитирующей процесс реальной поузловой сборки и разборки отдельных узлов с освоением назначения и функционирования каждой детали конструкции; методику полной сборки 3D модели редуктора из сборочных модулей, а также конструирования корпусов отдельных ступеней и редуктора в целом методами восходящего (снизу-вверх) и нисходящего (сверху-вниз) конструирования; методику составления чертежа общего вида по модели 3D сборки сложной конструкции, состоящей из деталей более 80 наименований; методику детализирования чертежа общего вида – создание комплекта рабочих чертежей деталей и сборочных чертежей сборочных единиц в соответствии с современным состоянием стандартов ЕСКД.

Так как студенты ещё не имеют опыта конструкторской работы и в любых других случаях, когда необходимо сократить долю рутинной работы по скрупулёзному подбору из справочников геометрических параметров деталей сборок, используют параметрические модели валов, в которых особенности сборки – разборки предварительно учтены, но имеется возможность их коррекции, при необходимости, прямым редактированием, «вручную».

В соответствии с индивидуальным заданием, включающем данные о диаметрах шеек валов, устанавливаемых на них подшипниках, модулях зубчатых колёс и шлицев, межосевого расстояния между модулями входного и промежуточного вала и схемами конструкции модулей (входного, промежуточного и выходного вала), каждый студент последовательно выполняет свой вариант объемной модели типовой конструкции редуктора вертолёта.

Полученные знания с учётом особенностей цифрового конструкторского проектирования и аспектов, связанных с вопросами изготовления каждой детали, учётом особенностей сборки и разборки отдельных модулей и редуктора в целом, а также приобретённые навыки работы с базами данных параметрических и типовых деталей позволяют студентам эффективно, на современном уровне выполнять практические задания, курсовые работы и проекты на последующих кафедрах.

### ***Библиографический список***

1. Иноземцев А.А., Сандрацкий В.Л. Газотурбинные двигатели. – ОАО – Авиадвигатель. Пермь: 2006. – 398 с. – Текст: непосредственный.
2. Чемпинский, Л.А. Построение 3D и 2D моделей стандартных и типовых деталей ГТД: учебное пособие, Самара: Издательство Самарского университета, 2020. -168 с. – Текст: непосредственный.
3. Опыт практико-ориентированного обучения студентов с использованием оборудования с ЧПУ / А. В. Балякин, Е. С. Гончаров, А. М. Дарьина, Л. А. Чемпинский // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы Междунар. науч.-техн. конф. 23–25 июня 2021 г.: в 2 т. / Самар. ун-т, ОДК Кузнецов, НОЦ Инженерия будущего; редкол.: Е. В. Шахматов, А. И. Ермаков, техн. ред. В. Г. Смелов. – 2021. – Т. 2. – С. 63-64 – Текст: непосредственный.
4. Балякин, А. В. Содержание практикума по курсу «Информационные технологии в механообрабатывающем производстве» / А. В. Балякин, Л. А. Чемпинский // Проблемы и перспективы развития двигателестроения: материалы докл.: сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф.

23–25 июня 2021 г.: в 2 т. / Самар. ун-т, ОДК Кузнецов, НОЦ Инженерия будущего; редкол.: Е. В. Шахматов, А. И. Ермаков, техн. ред. В. Г. Смелов. – 2021. – Т. 2. – С. 71 – Текст: непосредственный.

5. Иноземцев, А. А., Нихамкин, М. А., Сандрацкий В. Л. Основы конструирования авиационных двигателей и энергетических установок: Учебник для студентов специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки». Серия: «Газотурбинные двигатели». Т.1. Общие сведения. Основные параметры и требования. Конструктивные и силовые схемы. – М.: Машиностроение, 2008. – 208 с. – Текст: непосредственный.

6. Ермаков А.И., Проничев Н.Д., Фалалеев С.В., Чемпинский Л.А. Система подготовки авиадвигателестроителей / Совершенствование системы подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса // VII Всероссийское совещание «Совершенствование системы подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса», 21-22 октября 2014, Ижевск, ИННОВА, 2014 г., С. 54-64 – Текст : непосредственный.

7. Образовательная технология геометро-модельной подготовки специалистов в институте двигателей и энергетических установок / А.И. Ермаков, С.В. Фалалеев, Л.А. Чемпинский // Геометрическое и компьютерное моделирование в подготовке специалистов для цифровой экономики: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию СГТУ – Саратов: Изд-во СГТУ, 2020. С. 181-188 – Текст: непосредственный.

8. Особенности подготовки авиадвигателестроителей в ИДЭУ Самарского университета / А. И. Ермаков, С. В. Фалалеев, Л. А. Чемпинский // Образование в современном мире: стратегические инициативы: сборник научных трудов всероссийской научно-методической конференции с международным участием (Самара, 14 апреля 2017 г.) / отв. ред. Т.И. Руднева. – Самара: Издательство Самарского университета, 2017. – С 584 – 590. – Текст: непосредственный.

9. Чемпинский, Л.А. Моделирование конструкции вертолётного редуктора в среде ADEM VX. Моделирование первой ступени: учебное пособие, Самара: Издательство Самарского университета, 2019. -75 с.: ил. – Текст: непосредственный.

10. Чемпинский Л.А. Моделирование конструкции вертолетного редуктора в среде ADEM VX. Моделирование выходной ступени. Составление чертежа общего вида: учебное пособие / Л.А. Чемпинский. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2020. -54 с.: ил. – Текст: непосредственный.

УДК 376

## **ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО И МУНИЦИПАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Дятлова Елена Николаевна*

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева*

**Аннотация:** *Востребованность проектного управления и цифровых технологий в профессиональной деятельности вносить изменения в подготовку будущих менеджеров государственного и муниципального управления. Рассмотрено влияние цифровых технологий на требования, предъявляемые к данным специалистам в рамках осуществления проектной деятель-*