

УДК 621.372

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ И ОБУЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВЩИКА³⁹

С.И. Бригаднов⁴⁰

Аннотация: Разработана обобщенная схема системы анализа проектных решений, выполненных в САПР КОМПАС-3D. Сформирован список компетенций обучаемого проектировщика в области автоматизированного проектирования трехмерных машиностроительных объектов. Приведен пример многоуровневой матрицы компетентности проектировщика. Описаны основные компоненты разработанной автоматизированной комплексной системы.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование; автоматизированное обучение; САПР КОМПАС-3D; компетенции проектировщика.

DEVELOPMENT OF COMPLEX AUTOMATED SYSTEM OF INTELLECTUAL ANALYSIS OF DESIGN SOLUTIONS AND TRAINING DESIGNER

S.I. Brigadnov

Abstract: A generalized scheme of the analysis system for design solutions implemented in CAD KOMPAS-3D is developed. The list of competences of the trained designer in the field of computer-aided design of three-dimensional engineering objects is formed. An example of a multilevel competency matrix of the designer is given. The main components of the developed automated complex system are described.

Keywords: computer-aided design; computer-aided training; CAD KOMPAS-3D; the competence of the designer.

³⁹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ульяновской области в рамках научного проекта № 16-47-732152.

⁴⁰ Ульяновск, УлГТУ, e-mail: sergbrig@yandex.ru.

Введение

В настоящее время системы автоматизированного проектирования (САПР) стали неотъемлемой частью работы конструкторов и проектировщиков, дизайнеров и архитекторов. Современные программные комплексы САПР позволяют выпускать проектную документацию, производить инженерные расчеты, осуществлять моделирование и визуализацию в 3D [1].

Важнейшей составляющей компетентности специалиста, кроме теоретических знаний, является умение применять эти знания в работе [2]. Современные производства накопили большой опыт решений определенных задач, к сожалению, большинство обучающихся систем не используют реальные задачи при подготовке специалистов, а также не интегрирует базу проектных решений предприятия [3, 4].

Основной задачей разрабатываемой комплексной автоматизированной интеллектуальной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика является управление процессом его обучения проектной деятельности в САПР КОМПАС-3D [5], используя базу проектных решений АО «Ульяновский механический завод».

1. Формирование списка компетенций проектировщика

Под термином компетенция проектировщика подразумевается набор теоретических знаний, умений и навыков, а также практического опыта, необходимого для выполнения задач в области автоматизированного проектирования машиностроительных объектов в САПР.

Для формирования списка компетенций проектировщика были проанализированы следующие профессиональные стандарты, рабочие программы, связанные с проектной деятельностью в САПР:

- профессиональный стандарт «Конструктор в автомобилестроении»;
- профессиональный стандарт «Специалист по компьютерному конструированию (автоматизированному производству)»;
- рабочая программа по направлению подготовки «Технологические машины и оборудование»;
- рабочая программа по направлению подготовки «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов»;
- сертификационные тесты от компании АСКОН по направлению «КОМПАС - 3D. Машиностроительное направление».

В результате анализа был сформирован следующий список компетенций проектировщика:

- знание общих сведений о САПР;
- знание предметной области автоматизированного проектирования;
- знание общих принципов моделирования;

- умение создавать рабочий чертеж;
- умение создавать сборочную единицу;
- умение создавать сборку изделия;
- умение создавать компонент в контексте сборки;
- умение создавать сборочный чертеж сборочной единицы;
- умение создавать сборочный чертеж изделия;
- умение создавать спецификации;
- навыки твердотельного моделирования в САПР;
- навыки добавления стандартных изделий;
- навыки использования тел вращения;
- использование методик проектирования в САПР;
- навыки коллективной работы над проектным решением;
- умеет использовать элементы по сечениям;
- умеет использовать пользовательские библиотеки трехмерных моделей;
 - навыки построения листовых деталей;
 - способен построить трехмерную модель по плоскому чертежу;
 - навыки построения кинематических компонентов и пространственных кривых.

Выделенные компетенции были структурированы в 3 основных блока: знания, умения и навыки проектировщика. Каждый блок является многоуровневым, имеется возможность освоения нового уровня знаний, умения и навыков проектировщиком (табл. 1).

Таблица 1. Пример матрицы компетентности проектировщика

	Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4
Твердотельное моделирование в САПР	Может произвести предварительную настройку САПР. Планирует процесс построения детали	Работает в режиме отображения эскиза. Применяет параметризацию в эскизах и проставляет размеры. Применяет операцию «выдавливание». Управляет ориентацией модели в трехмерном пространстве	Создает зеркальные массивы, добавляет скругления. Рассчитывает МЦХ сборки или детали. Рассечение модели плоскостями	Простанавливает размеры, обозначения, технические требования в проектном решении

2. Концептуальная схема архитектуры автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения

Обобщенная схема автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика представлена на рис. 1.

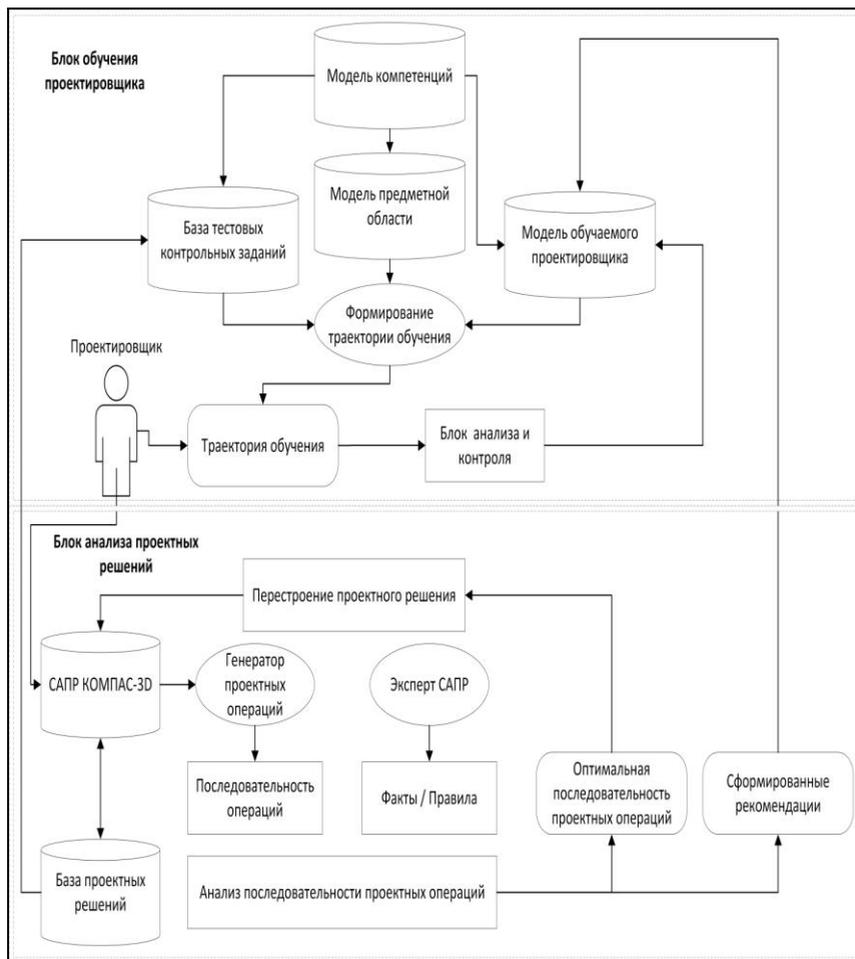


Рис. 1. Схема комплексной автоматизированной интеллектуальной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика

Система состоит из следующих блоков.

Блок обучения проектировщика – предназначен для обучения проектировщика автоматизированному проектированию машиностроительных объектов, выполненных в среде САПР КОМПАС-3D (формирование учебного материала, контрольных заданий, траектории обучения). Включает в себя следующие компоненты.

- База тестовых заданий – теоретический тестовый материал и практические задания для оценки степени усвоения обучаемым проектировщиком знаний, умений и навыков. Практические задания подбираются для обучаемого проектировщика из базы проектных решений.

- Модель предметной области – множество дидактических единиц учебного материала, тем и вопросов для изучения проектировщиком, набора компетенций и отношений между ними.

- Модель обучаемого проектировщика – хранит цель обучения, знания обучаемого внутри изучаемой дисциплины (текущее состояние процесса обучения), результаты выполнения контрольных заданий и т. д.

- Модель компетенций – набор необходимых компетенций для выполнения теоретических и практических заданий в области машиностроительного проектирования объектов САПР обучаемым проектировщиком.

- Формирование траектории обучения – формирование оптимального сценария обучения для конкретного обучаемого проектировщика с подбором тестового теоретического и практического материала на основе анализа модели обучаемого и данных из модели предметной области.

- Траектория обучения – предоставление обучаемому проектировщику необходимой учебной информации для изучения (в определенной последовательности) и набора теоретических и тестовых заданий для самостоятельного выполнения.

- Блок анализа и контроля – проверка степени усвоения обучаемым проектировщиком знаний, умений и навыков. Проверяет выполненные проектировщиком практические и тестовые задания, производится корректировка модели обучаемого.

Блок анализа проектных решений – предназначен для управления анализом проектного решения, выполненного в САПР КОМПАС-3D, с составлением рекомендаций [6, 7] и корректировки модели обучаемого проектировщика с учетом сформированных рекомендаций. Обеспечивает перестроение проектного решения на основе оптимальной последовательности проектных операций. Включает в себя следующие компоненты.

- САПР КОМПАС-3D – система автоматизированного проектирования, позволяющая проектировщику создавать двух-, трехмерные объекты машиностроительных изделий.
- База проектных решений – хранит информацию о проектных решениях, выполненных в САПР КОМПАС-3D.
- Генератор проектных операций – формирует и кодирует последовательность проектных операций обучаемого проектировщика для последующего анализа.
- Эксперт САПР – эксперт в области автоматизированного проектирования машиностроительных объектов, формирует правила для анализа проектных решений и подбора необходимых рекомендаций обучаемому проектировщику [8].
- Факты / Правила – база фактов, полученная из множества проектных операций и истории построения дерева модели проектного решения.
- Анализ последовательности проектных операций – механизм формирования оптимальной последовательности проектных операций на основе имеющихся фактов и правил анализа проектных решений.
- Сформированные рекомендации – рекомендации, подобранные обучаемому проектировщику на основе анализа проектного решения, выполненного в САПР КОМПАС-3D [9].
- Оптимальная последовательность проектных операций – последовательность проектных операций с меньшим количеством действий.
- Перестроение проектного решения – перестроение трехмерной модели проектного решения, выполненного проектировщиком в САПР КОМПАС-3D, на основе оптимальной последовательности проектных операций. Обновление проектного решения в базе проектных решений.

Заключение

Разработана концептуальная модель автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика, позволяющая формировать индивидуальную траекторию обучения с целью привить обучаемому проектировщику необходимые знания, умения и навыки в области автоматизированного проектирования трехмерных машиностроительных объектов.

Список литературы

1. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Интеллектуальная обучающая система концептуальному проектированию автоматизированных систем // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 4-2. С. 465-468.
2. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Компонентная автоматизированная обучающая система САПР на основе гибридной нейронной сети // Автоматизация и современные технологии. 2009. № 3. С. 14-18.
3. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Организация когнитивной автоматизированной системы (КАОС) промышленных пакетов САПР // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2009. Т. 16. № 1. С. 405.
4. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н. Разработка компонентно-сервисной платформы обучения: анализ и разработка компонента метода диагностики проектных характеристик обучаемого инженера с помощью диаграмм UML // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2012. № 4 (60). С. 43-46.
5. Войт Н.Н., Афанасьев А.Н. Разработка алгоритмического, методического и информационного обеспечения АОС для САПР КОМПАС-3D // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2005. № 3 (31). С. 50-56.
6. Афанасьев А.Н., Бригаднов С.И. Рекомендательная система для САПР КОМПАС // В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM - 2016) труды XVI-ой международной молодежной конференции. 2016. С. 33-36.
7. Бригаднов С.И. Разработка пользовательского интерфейса рекомендательной системы для САПР КОМПАС-3D // Электронное обучение в непрерывном образовании. 2017. № 1 (4). С. 48-53.
8. Бригаднов С.И. Анализ экспертных систем // В сборнике: Информатика, моделирование, автоматизация проектирования IX Всероссийская школа-семинар аспирантов, студентов и молодых ученых: сборник научных трудов. 2017. С. 93-100.
10. Афанасьев А.Н., Бригаднов С.И. Разработка экспериментальной компьютерной программы «Рекомендательная система для САПР КОМПАС-3D» // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2017. № 4 (80). С. 33-36.