

Программа учебной дисциплины
«Автоматизация проектных работ»

Утверждена
Академическим советом ООП
Протокол № 4 от «23» мая 2018 г.

Автор	Гумковский С.Р., д.т.н., профессор, stumkovskiy@hse.ru Полесский С.Н., к.т.н., доцент, spolessky@hse.ru
Число кредитов	8
Контактная работа (час.)	92
Самостоятельная работа (час.)	212
Курс	4 курс
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн-курса.

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Автоматизация проектных работ» являются с основными принципами и методологиями современного автоматизированного проектирования проектных работ при создании электронных средств, овладение основными методами и приемами решения задач по основным разделам дисциплины с использованием средств автоматизации проектирования.

В процессе изучения курса студент должен изучить:

- современные системы автоматизированного проектирования (САПР), алгоритмы и формальные процедуры решения основных задач схемотехнического проектирования и моделирования на ЭВМ цифровых и аналоговых электронных схем ЭС;
- современные САПР, алгоритмы и формальные процедуры решения основных задач конструкторского проектирования ЭС – автоматизированного синтеза чертежей конструкций и деталей, расчета основных режимов конструкций (тепловых, механических и др.), автоматического проектирования конструкций печатных плат (компоновка элементов, размещение элементов, трассировка соединений), автоматизированного выпуска конструкторской документации;
- современные автоматизированные системы технологической подготовки производства (АСТПП), задачи и маршруты технологических процессов, методы решения основных задач технологического проектирования ЭС – моделирование иерархических уровней технологического проектирования, синтеза технологических процессов, подготовки управляющих программ для станков.

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин и является частью профессионального учебного цикла в структуре ОП 09.03.01 подготовки бакалавров (БЗ.В.1).

На входе от бакалавра требуются компетенции по следующим областям знаний:

- Математическая логика.
- Информатика.
- Математический анализ.
- Дискретная математика.
- Электротехника, электроника и метрология.
- Схемотехника.

Компетенции, полученные в результате изучения данной дисциплины, необходимы для изучения следующих дисциплин и выполнения видов деятельности:

- Преддипломная практика.
- Выпускная квалификационная работа.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
1	Классификация задач автоматизированного схемотехнического, конструкторского и технологического проектирования ЭС	Основные этапы и задачи автоматизированного проектирования ЭС. Иерархическое и сквозное проектирование ЭС	Решение задач автоматизированного проектирования электронных средств на системном уровне
2	Автоматизированное проектирование ЭС на системном уровне	Задачи автоматизированного проектирования ЭС на системном уровне. Методы моделирования цифровой и аналоговой ЭС на системном уровне проектирования: аналитический, событийный и имитационный	
3	Проектирование ЭС на функциональном уровне: основные задачи и методы	Задачи автоматизированного проектирования ЭС на функциональном уровне. Модели сигналов. Методы моделирования цифровой и аналоговой ЭС на функциональном уровне проектирования: аналитический, простой итерации, Зейделя и событийный	Решение задач моделирования электронных устройств на функциональном уровне проектирования с использованием событийного алгоритма
4	Проектирование ЭС на схемотехническом уровне: основные задачи и методы	Задачи проектирования ЭС на схемотехническом уровне. Алгоритмы моделирования электронных схем на основе метода узловых потенциалов и метода расширенного неоднородного координатного базиса. Функции параметрической чувствительности и учет влияния отклонений параметров на выходные характеристики ЭС	
5	Математические модели в задачах автоматизированного конструкторского проектирования	Автоматизированный синтез конструкций ЭС: основные задачи и методы. Процедуры синтеза геометрической структуры из примитивов	Построение математических моделей аналоговых электронных схем в частотной и временной области
6	Математические модели в задачах автоматизированного конструкторского проектирования	Математические модели в задачах конструкторского проектирования: монтажно-коммутационных пространств (дискретные, графовые, мультиграфовые), конструкций (взвешенные графовые, мультиграфовые, теплообмена, прочностные)	
7	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы компоновки конструктивных модулей (для покрытия -покрытия графа и линейного программирования, для разрезания-последовательный и итерационный)	Решение задач трассировки соединений с использованием алгоритмов автоматизированного геометрического и топологического синтеза
8	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы размещения конструктивных модулей (последовательный, итерационный, силовой, назначения)	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
9	Алгоритмы геометрического и топологического синтеза конструкций	Критерии и алгоритмы трассировки проводных соединений и печатного монтажа в ЭС (алгоритм Прима, лучевой, волновой и его модификации, эвристический)	Построение математических моделей монтажно-коммутационных пространств конструкций в виде графов
10	Анализ и верификация конструкций	Методы анализа и верификации конструкций: методы конечных элементов и конечных разностей и их применение для расчета тепловых и механических режимов конструкций	
11	Примеры конструкторских САПР и их взаимосвязь с системами технологического проектирования	САПР сквозного конструирования печатных плат Altium Designer и организация в ней технологического проектирования	Построение моделей разрабатываемых электронных средств с помощью конструкторских САПР и интеграция ее в систему технологического проектирования
12	Иерархические уровни технологического проектирования	Основные задачи автоматизированного проектирования при технологической подготовке производства: проектирование технологических процессов, проектирование технологической оснастки, проектирование управляющих технологических программ для станков с ЧПУ. Маршрутный и операционный иерархические уровни технологического проектирования. Структура АСТПП	
13	Информационное обеспечение АСТПП	Информационное обеспечение АСТПП: структура базы данных АСТПП, описание детали и перехода, формализация задачи базирования, унификация описаний технологической информации	
14	Синтез технологических маршрутов и операций обработки деталей и сборки изделий	Синтез технологических процессов: принципы и алгоритмы автоматизированного синтеза технологических процессов изготовления деталей и сборки изделий, математические модели технологических процессов	Построение модели электронных средств с применением современных прикладных средств автоматизированного проектирования
15	Синтез технологических маршрутов и операций обработки деталей и сборки изделий	Синтез технологических процессов: параметрическая и структурная оптимизация технологических процессов, формирование индивидуального и группового технологического процесса по типовому, таблицы решений, разработка оптимального технологического маршрута	
16	Подготовка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	Формирование управляющих программ для станков с ЧПУ: закон движения привода, методы подготовки УП	Построение формализованной модели детали для синтеза технологического процесса ее изготовления
17	Подготовка УП для станков с ЧПУ	Формирование управляющих программ для станков с ЧПУ: принципы построения и процесс проектирования управ-	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Наименование практических занятий
		ляющей программы, препроцессор и постпроцессор	и использование ее для подготовки
18	Автоматизация подготовки и выпуска конструкторско-технологической документации	Автоматизация подготовки и выпуска конструкторско-технологической документации: системы SolidWorks, Компас 3D, Altium Designer, T-Flex CAD и др.	

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Тип контроля	Форма контроля	1 год				Параметры **
		1	2	3	4	
Текущий	Домашнее задание	-	-	-		По темам самостоятельной работы
	Самостоятельная работа	*	*	*		Выполнение группового проекта
	Проект	*	*	*		Презентация из 15 слайдов, отчет по групповому проекту
Итоговый	Экзамен			*		Устный: Аналитическое заключение по выполненному проекту, презентация проекта, отметка о сдаче проекта по календарному плану, защита всех практических работ, дополнительно 2 вопроса в билете

Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает работу студентов на практических занятиях и самостоятельную работу в рамках выбранной темы по подготовке к каждому занятию. На оценку текущего контроля (за практическую работу) влияет:

- правильность выполнения работы;
- грамотность, аккуратность, понятность и последовательность изложения материала в отчетах по выполнению практических работ;
- знание базовых определений и терминов.

Оценки за работу на практических занятиях (семинарах) преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Накопленная оценка *Онакопленная* определяется по 10-ти бальной шкале по результатам текущего контроля (практические занятия) перед итоговым контролем и объявляется на последнем практическом занятии.

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$\text{Онакопленная} = 0,333 * \text{Отекущий} + 0,333 * \text{Оауд} + 0,333 * \text{Осам.работа}$$

где *Отекущий* рассчитывается как взвешенная сумма всех форм текущего контроля, предусмотренных в РУП.

$$\text{Отекущий} = 0,5\text{Окр} + 0,5\text{Одз}$$

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом (дисциплина преподается 3 модуля):

$$\text{Опромежуточная } i = 0,5 \cdot \text{Отекущая } i \text{ этапа} + 0,5 \cdot \text{Опромежуточный зачет}$$

где *Отекущая i этапа* рассчитывается по приведенной выше формуле.

Итоговая оценка по дисциплине оценивается по следующей формуле:

$$\text{Онакопленная итоговая} = (\text{Опромежуточная } 1 + \text{Опромежуточная } 2 + \text{Опромежуточная } 3) : \text{на } 3 \text{ модуля}$$

где *Опромежуточная 1 + Опромежуточная 2 + Опромежуточная 3* – промежуточные оценки этапов 1 и 2, а *Онакопленная 3* – накопленная оценка последнего этапа перед итоговым зачетом.

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине – арифметический.

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу), правильный ответ на который оценивается в 1 балл.

На лекциях, практических занятиях и семинарах студент должен проявить способность выбирать и разрабатывать модели проектирования в современных системах САПР, использовать методы исследования объектов на основе общих тенденций развития моделирования электронных средств с использованием современного САПР, а также использование современных технических и программных средств. При подготовке докладов, презентаций и домашнего задания студент должен продемонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования и способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования.

При выполнении домашнего задания в рамках выполнения группового проекта по выбранной теме в рамках изучаемой дисциплины студент должен показать способность к проектной деятельности в профессиональной сфере на основе системного подхода, умение строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных физических явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ. В соответствии с задачей, поставленной в теме задания студент должен показать умение формировать техническое задание и способность руководить вопросами моделирования объекта исследования.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Предусмотрены проведение интерактивных занятий, встречи с представителями российских компаний, использующие современные средства САПР, в том числе с представителями отделов «Автоматизированного проектирования», «Конструкторских отделов», «Системного проектирования», «Департаментов информационных технологий» и других аналогичных по тематикам отделов и подразделений.

Лекции, мастер-классы и практические занятия.

В учебном процессе, помимо чтения лекций, аудиторных занятий, широко используются интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, защиты домашних заданий и др.). В сочетании с внеаудиторной работой, это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучения.

Для закрепления и проверки знаний студентов по наиболее важным разделам курса проводятся контрольные работы.

Для формирования практических навыков проводятся практические занятия, выполняются домашние и проектные работы. Основной целью проведения практических занятий является приобретение опыта практической разработки и решения прикладных задач с помощью современных САПР. В домашней работе закрепляются навыки автоматизированного проектирования электронных средств.

Проектная работа предназначена для получения опыта интегрированного применения существующих компьютерных средств и собственных программных разработок для решения практических задач в области автоматизации проектирования.

В рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации предусмотрены выполнение и защита проектных работ.

Формирование оценки за практические занятия.

Оценка за практическую работу учитывает:

- Насколько точно студент выполнил задание, сформулированное в работе;
- Степень и полноту усвоенных навыков работы со средствами разработки проектов;
- Насколько правильно и аргументировано студент ответил на все вопросы при обсуждении выполненного задания.

Для текущей и промежуточной аттестации студентов выполняются контрольные работы и домашние задания. Домашнее задание подготавливается каждым студентом индивидуально в соот-

ветствии с вариантами заданий. Контрольная работа выполняется каждым студентом индивидуально в соответствии с вариантом контрольной работы. Домашнее задание защищается на практических работах.

Формирование оценки за домашнее задание, выполненное в рамках самостоятельной работы.

Оценка за домашнее задание учитывает:

- Точность и правильность полученных результатов;
- Качество оформления результатов;
- Насколько правильно и аргументировано студент ответил на все вопросы при обсуждении выполненного задания.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущего контроля и примеры заданий промежуточной аттестации размещены на сайте образовательной программы.

V. РЕСУРСЫ

5.1 Основная литература

- Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадёжных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1. // А.С. Шалумов, Н.В. Малютин, Ю.Н. Кофанов и др. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с. <https://www.twirpx.com/file/343662/>
- Иевлев В.И. Конструирование и технология электронных средств: Учебное пособие. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. - 217 с. <https://www.twirpx.com/file/467049/>
- Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. 2008 <http://window.edu.ru/resource/587/64587>
- Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. М.: Физматлит, 2002. – 176 с. <https://www.twirpx.com/file/1078087/>
- Алексеев О.В., Головков А.А., Пивоваров И.Ю. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. – М.: Высшая школа, 2000. - 479 с. <https://www.twirpx.com/file/724925/>
- Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: Учебное пособие. – Томск, 2004. - 186 с. <http://www.library.fa.ru/files/Tarasenko.pdf>
- Хайнеман, Р. Моделирование работы электронных схем : пер. с нем. / Р. Хайнеман. – М. : ДМК Пресс, 2008. http://publ.lib.ru/ARCHIVES/H/HAYNEMAN_Robert/Hayneman_R.html

5.2 Дополнительная литература

- Комплекс стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Серия ГОСТ 2.052.
- ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 1. Общие представления и основополагающие принципы. – М.: Госстандарт России, 1999.
- ГОСТ Р ИСО 10303-21-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 1999.
- ГОСТ Р ИСО 10303-31-2002. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 2002.
- ГОСТ Р ИСО 10303-41-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. – М.: Госстандарт России, 1999.
- ГОСТ РВ 39.304-98. КСОТТ. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.

- Кечиев Л.Н., Акбашев Б.Б., Степанов П.В. Экранирование технических средств и экранирующие системы. - М.: ИДТ, 2010. - 470 с.
- ОСТ 4ГО.012.032-79. Аппаратура радиоэлектронная. Блоки на микросборках, микросхемах и дискретных электрорадиоэлементах. Методы расчета тепловых режимов.
- Справочник Надежность ЭРИ, МО РФ, редакция 2006 г
- Справочник Надежность ЭРИ иностранного производства МО РФ, редакция 2006

5.3 Программные средства

- Программный комплекс АСОНИКА-К (www.asonika-k.ru);
- ALTIUM DESIGNER;
- Solidworks;
- КОМПАС- 3D;
- Система ТРИАНА;
- Система АСОНИКА (www.asonika-online.ru);
- MS Office (Word, Excel, Visio и др.);
- MathCad 14 (www.ptc.com).

5.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для успешного освоения дисциплины необходимо следующее материально-техническое обеспечение:

- Дисплейный класс, оборудованный современными персональными компьютерами;
- Интерактивная доска и/или проектор с экраном.