

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 10 » июля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Автоматизация проектирования схем и конструирования
элементов систем управления

(наименование)

Форма обучения: очная

(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 324 (9)

(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления)

Направленность: Управление в технических системах (общий профиль, СУОС)

(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: приобретение теоретических знаний и практических навыков работы с системами автоматизированного проектирования (САПР) Altium Designer и Solid Edge при сквозной разработке электронных агрегатов.

Задачи:

- сформировать понимание алгоритма разработки электронной аппаратуры при помощи САПР у обучающихся;
- раскрыть содержания каждого этапа автоматизированного проектирования;
- научить студентов выпускать конструкторскую документацию в среде TeamCenter.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- прикладные пакеты программ автоматизированного проектирования электронных плат и блоков;
- специфика работы в САПР Altium Designer и Solid Edge при разработке электронных устройств;
- специфика оформления чертежей по ЕСКД в САПР Altium Designer и Solid Edge.

1.3. Входные требования

Электроника, Цифровая схемотехника, Вычислительная техника и информационные технологии, Проектирование радиоэлектронных устройств

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-1пк-1.2	Знает подходы к проектированию радиоэлектронных компонентов элементов систем управления	Знает принципы передачи данных и архитектуры построения информационно-вычислительных и телекоммуникационных сетей	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2пк-1.2	Умеет работать с системами автоматизации проектирования радиоэлектронных компонентов систем управления	Умеет работать с различными информационными системами и базами данных; обрабатывать информацию с использованием современных технических средств.	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.2	ИД-3пк-1.2	Владеет навыками представления результатов автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств в структуре элементов систем управления	Владеет навыками составления аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	Курсовая работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	126	72	54
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	36	18	18
- лабораторные работы (ЛР)	52	36	16
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	16	18
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	162	72	90
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет	9		9
Курсовой проект (КП)	36		36
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	324	180	144

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Схемотехническое проектирование электронных компонентов	8	16	0	24
<p>Общий обзор сферы деятельности: разработка и производство электронной аппаратуры (ЭА). Области работы конструктора ЭА, поддающиеся автоматизации.</p> <p>Обзор систем автоматизированного проектирования (САПР) в электронике и механике. Сравнение текущих лидеров рынка, преимущества и недостатки. Анализ технического задания на разработку РЭА, определение сложности разработки и круга применяемых САПР.</p> <p>Система сквозного проектирования РЭА Altium Designer. Обзор встроенных редакторов и их возможностей.</p> <p>Altium Designer. Проектирование библиотек. Условно-графические обозначения и параметры.</p> <p>Altium Designer. Проектирование библиотек. Посадочные места и 3d модели.</p> <p>Altium Designer. Проектирование библиотек. Интегральные библиотеки и взаимодействие с НСИ в системе Semantic</p> <p>Altium Designer. Схемотехническое проектирование. Создание проекта платы, настройка правил проекта.</p> <p>Altium Designer. Схемотехническое проектирование. Создание листов схемы, добавление в проект. Задание параметров листа, форматки. Настройка сеток.</p> <p>Altium Designer. Схемотехническое проектирование. Синтез схемы: работа с библиотеками, трассировка соединений, особенности оформления по ЕСКД, перенумерация элементов.</p> <p>Altium Designer. Схемотехническое проектирование. Компиляция проекта, поиск и устранение ошибок схемы.</p> <p>Altium Designer. Схемотехническое проектирование. Сравнение схематических листов. Обновление проекта из библиотек. Шаблоны перечня элементов и ведомости покупных.</p>				
Расчет электронных компонентов	4	4	16	24
<p>Автоматизация расчётных работ при схемотехническом проектировании. MathCaD. Общие принципы работы.</p> <p>Автоматизация расчётных работ при схемотехническом проектировании. MathCaD. Редактор формул. Построение графиков.</p>				
Моделирование работы аналоговых и цифровых	6	16	0	24

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
схем				
<p>Моделирование работы цифровых схем на примере Altera Waveform Editor. Библиотеки стандартных элементов. Прорисовка эквивалентной схемы.</p> <p>Моделирование работы цифровых схем на примере Altera Waveform Editor. Компиляция и моделирование схемы. Анализ полученных диаграмм.</p> <p>Моделирование работы аналоговых схем на примере Spectrum Microcap. Библиотеки стандартных элементов. Прорисовка эквивалентной схемы.</p> <p>Моделирование работы цифровых схем на примере Spectrum Microcap. Компиляция и моделирование схемы. Анализ полученных диаграмм.</p>				
ИТОГО по 6-му семестру	18	36	16	72
7-й семестр				
Топологическое проектирование электронных компонентов	6	4	4	30
<p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Создание печатной платы. Редактирование геометрии и стека слоёв.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Добавление платы в проект. Настройка правил трассировки (ERC).</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Синхронизация схемы и платы.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Способы поиска и расстановки элементов. Основные критерии компоновки плат.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Инструменты трассировки. Ручная, автоматизированная, автоматическая трассировка.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Компиляция проекта, поиск и устранение ошибок платы.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Способы оформления чертежей топологии: классическая КД и безбумажная КД.</p> <p>Altium Designer. Топологическое проектирование. Оформление конструкторской документации печатных узлов: спецификация и сборочный чертеж.</p>				
Подготовка производства электронных компонентов	4	4	4	20
<p>Altium Designer. Подготовка производства. Обзор систем обеспечения подготовки производства.</p> <p>Altium Designer. Подготовка производства. Передача данных проектирования для подготовки производства.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3D-моделирование деталей Solid Edge. 3D-моделирование. Виды моделей. Общие настройки редактора построения моделей. Solid Edge. 3D-моделирование деталей. Способы построения 3D моделей деталей. Solid Edge. 3D-моделирование сборочных единиц. Способы построения 3D моделей сборочных единиц. Solid Edge. 3D-моделирование сборочных единиц. Проверка собираемости сборочных единиц. Solid Edge. 3D-моделирование. Расчеты 3D-моделей. Solid Edge. 3D-моделирование. Экспорт и импорт данных.	4	4	4	20
Разработка конструкторской документации	4	4	6	20
Solid Edge. Оформление конструкторской документации. Оформление КД на деталь. Solid Edge. Оформление конструкторской документации. Оформление КД на сборочную единицу: спецификация, сборочный чертеж. Solid Edge. Изменение в 3D-моделях. Синхронизация изменения в 3D-моделях и конструкторской документации.				
ИТОГО по 7-му семестру	18	16	18	90
ИТОГО по дисциплине	36	52	34	162

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Обзор и основы работы с САПр
2	Обзор и основы работы с пакетами для автоматизации расчетов
3	Обзор и основы работы с пакетами моделирования
4	Обзор и основы работы с системами разработки конструкторской документации

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Проектирование в САПр Altium Designer
2	Расчеты в пакете MathCAD
3	Моделирование в пакете Altera Waveform Editor
4	Моделирование в пакете Spectrum Microcap

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
5	Моделирование в САПр Solid Edge

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Разработка печатной платы изделия с помощью САПр

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Воскобойников Ю. Е., Задорожный А. Ф. Основы вычислений и программирования в пакете MathCAD PRIME : учебное пособие. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2021. 223 с. 18,20 усл. печ. л.	1
2	Макаров Е. Г. Mathcad : учебный курс. Санкт-Петербург : Питер, 2009. 381 с.	32
3	Сабунин А.Е. Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств. М. : СОЛОН-Пресс, 2009. 424 с.	3
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2013. 300 с. 24,510 усл. печ. л.	28
2	Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+plus II и Quartus II : краткое описание и самоучитель / Комолов Д. А., Мяльк Р. А., Зобенко А. А., Филиппов А. С. Москва : РадиоСофт, 2002. 355 с.	13
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Проектирование печатных узлов в ALTIUM DESIGNER	https://elib.pstu.ru/Record/ipr91690	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition (дог.№ L271113-83М от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
База данных компании EBSCO	https://www.ebsco.com/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Персональный компьютер	12
Лабораторная работа	Персональный компьютер	12
Лекция	Проектор	1
Практическое занятие	Персональный компьютер	12

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
**«Автоматизация проектирования схем и конструирования элементов
систем управления»**
Приложение к рабочей программе дисциплины

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение двух семестров (6,7-го семестров учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
З.1 Знает подходы к проектированию радиоэлектронных компонентов элементов систем управления		ТО1	ОП31 ОП32	КР		ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет работать с системами автоматизации проектирования радиоэлектронных компонентов систем управления			ОП33 ОП34	КР		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет навыками представления результатов автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств в структуре элементов систем управления			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5	КР		

С – собеседование по теме; *ТО* – коллоквиум (теоретический опрос); *КЗ* – кейс-задача (индивидуальное задание); *ОЛР* – отчет по лабораторной работе; *Т/КР* – рубежное тестирование (контрольная работа, курсовая работа); *ТВ* – теоретический вопрос; *ОПЗ* – отчет по практическому занятию; *КЗ* – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины) и курсовой работы (после изучения всех модулей учебной дисциплины).

Всего запланировано 5 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Всего запланировано 4 практических занятия. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Тема курсовой работы приведена в РПД. Курсовая работа содержит расчетную часть и практическое задание – разработать программную модель в указанной среде моделирования.

Защита курсовой работы проводится индивидуально каждым студентом путем собеседования по расчетной части и демонстрации результатов разработки программной модели. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Общий обзор сферы деятельности: разработка и производство электронной аппаратуры (ЭА). Области работы конструктора ЭА, поддающиеся автоматизации. Обзор систем автоматизированного проектирования (САПР) в электронике и механике.

2. Сравнение текущих лидеров рынка, преимущества и недостатки. Анализ технического задания на разработку РЭА, определение сложности разработки и круга применяемых САПР.

3. Система сквозного проектирования РЭА Altium Designer. Обзор встроенных редакторов и их возможностей. Проектирование библиотек. Условно-графические обозначения и параметры. Посадочные места и 3d модели. Интегральные библиотеки и взаимодействие с НСИ в системе Semantic Altium Designer.

4. Схемотехническое проектирование. Создание проекта платы, настройка правил проекта. Создание листов схемы, добавление в проект. Задание параметров

листа, форматки. Настройка сеток. Синтез схемы: работа с библиотеками, трассировка соединений, особенности оформления по ЕСКД, перенумерация элементов. Компиляция проекта, поиск и устранение ошибок схемы. Сравнение схемотехнических листов. Обновление проекта из библиотек. Шаблоны перечня элементов и ведомости покупных.

5. Автоматизация расчётных работ при схемотехническом проектировании. MathCaD. Общие принципы работы. Автоматизация расчётных работ при схемотехническом проектировании. MathCaD. Редактор формул. Построение графиков.

6. Моделирование работы цифровых схем на примере Altera Waveform Editor. Библиотеки стандартных элементов. Прорисовка эквивалентной схемы. Моделирование работы цифровых схем на примере Altera Waveform Editor. Компиляция и моделирование схемы. Анализ полученных диаграмм.

7. Моделирование работы аналоговых схем на примере Spectrum Microcap. Библиотеки стандартных элементов. Прорисовка эквивалентной схемы. Моделирование работы цифровых схем на примере Spectrum Microcap. Компиляция и моделирование схемы. Анализ полученных диаграмм.

8. Altium Designer. Топологическое проектирование. Создание печатной платы. Редактирование геометрии и стека слоёв. Добавление платы в проект. Настройка правил трассировки (ERC). Синхронизация схемы и платы. Altium Designer. Топологическое проектирование. Способы поиска и расстановки элементов. Основные критерии компоновки плат. Инструменты трассировки. Ручная, автоматизированная, автоматическая трассировка. Компиляция проекта, поиск и устранение ошибок платы.

9. Способы оформления чертежей топологии: классическая КД и безбумажная КД. Оформление конструкторской документации печатных узлов: спецификация и сборочный чертеж.

10. Altium Designer. Подготовка производства. Обзор систем обеспечения подготовки производства. Передача данных проектирования для подготовки производства.

11. 3D-моделирование деталей Solid Edge. 3D-моделирование. Виды моделей. Общие настройки редактора построения моделей. Solid Edge. 3D-моделирование деталей. Способы построения 3D моделей деталей. Solid Edge. 3D-моделирование сборочных единиц. Способы построения 3D моделей сборочных единиц. Проверка собираемости сборочных единиц. Расчеты 3D-моделей. Экспорт и импорт данных.

12. Solid Edge. Оформление конструкторской документации. Оформление КД на деталь. Оформление КД на сборочную единицу: спецификация, сборочный чертеж. Изменение в 3D-моделях. Синхронизация изменения в 3D-моделях и конструкторской документации.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Проектирование в САПр Altium Designer.
2. Расчеты в пакете MathCAD.

3. Моделирование в пакете Altera Waveform Editor.
4. Моделирование в пакете Spectrum Microcap.
5. Моделирование в САПр Solid Edge.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.