

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 24.05.2023 11:33:57
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

по профилю

«Мехатроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

старший преподаватель Закиева А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ
14.02.2022, протокол № 02-2/2022

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 22.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»

Содержанием дисциплины «Проектирование электронных устройств» являются методы и средства выполнения проектов устройств управления на базе современных информационных технологий сквозного проектирования, а также программно-технические комплексы, применяемые для их реализации. Рассматриваются функциональные возможности САПР Delta Design.

SUBJECT SUMMARY

«DESIGN OF ELECTRONIC DEVICES»

The course «Design of electronic devices» contains methods and means for project implementation of control devices based on modern information technologies of the end-to-end design as well as software and hardware complexes used for their implementation. The functionality of Delta Design CAD is discussed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - формирование у студентов знаний, умений и навыков, необходимых в области проектирования электронных устройств.

2. Задачи дисциплины:

-Изучение принципов и методов проектирования продукции на предприятиях электротехнического профиля.

-Знание нормативной базы, обеспечивающей процессы проектирования и формирования проектной документации.

-Знание структуры и функций программно-технических комплексов САПР, обеспечивающих сквозной процесс проектирования устройств управления.

-Овладение умениями и навыками проектирования продукции на предприятиях электротехнического профиля.

-Формирование на основе знания современных методов проектирования электротехнических устройств умения составить модель сквозного процесса проектирования.

-Овладение умениями формирования конструкторско-технологических документов для профильного предприятия промышленности.

-Формирование навыков разработки нормативно-технической документации на проектируемые объекты.

3. Дисциплина формирует знания о принципах применения компьютерных технологий, позволяющих осуществлять целенаправленный синтез схем и конструкций приборов и систем, а также их оптимизацию; знаний о нормативной базе, обеспечивающей процессы проектирования и формирования проектной документации; знаний о структуре и функциях программно-технических комплексов САПР, обеспечивающих сквозной процесс проектирования устройств

управления; знаний о принципах и методах проектирования продукции на предприятиях электротехнического профиля.

4. Дисциплина обеспечивает формирование умений применять полученные знания к проектированию приборов и систем с позиций системного анализа; умений составить модель сквозного процесса проектирования; умений формировать конструкторско-технологические документы для профильного предприятия промышленности.

5. Дисциплина формирует навыки разработки нормативно-технической документации на проектируемые объекты; навыки практического применения современных методов проектирования электротехнических устройств на всех этапах сквозного проектного процесса.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Инженерная и компьютерная графика»
2. «Датчики»
3. «Теория автоматического управления»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Моделирование систем управления»

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-7	Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием
<i>ПК-7.3</i>	<i>Использует специализированные программные платформы для проектирования робототехнических систем</i>
ПК-8	Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
<i>ПК-8.1</i>	<i>Использует современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации</i>
<i>ПК-8.2</i>	<i>Знает методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования и проектирования электронных схем</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			0	1
2	Тема 1. Нормативная база сквозного проектирования	4	2			2
3	Тема 2. Характеристики программно-технических комплексов САПР	4	2			2
4	Тема 3. Обеспечение пакетов САПР библиотеками компонентной базы	2	2	4		2
5	Тема 4. Проектирование электрической принципиальной схемы	2	2	4		7
6	Тема 5. Схмотехническое моделирование в Delta Design схемы	4	2	2		4
7	Тема 6. Конструкторское проектирование функционального узла на печатной плате схемы	4	1	2		4
8	Тема 7. Моделирование паразитных эффектов в печатном монтаже схемы	4	1	2		4
9	Тема 8. Объемное проектирование в среде Delta Design схемы	2	2	2		4
10	Тема 9. Формирование управляющей информации для автоматизированного производственного оборудования схемы	4	1	1		4
11	Тема 10. Формирование комплекта конструкторской документации по ЕСКД схемы	2	2	0	1	4
12	Заключение	1				1
	Итого, ач	34	17	17	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и содержание дисциплины; связь с дисциплинами учебного плана

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Нормативная база сквозного проектирования	Нормативная база, обеспечивающая проектирование и оборот проектной документации. Стандарты ЕСКД. Классификатор ЕСКД. Стадии разработки. Виды и комплектность конструкторской и технологической документации. Основные конструкторские документы и этапы их прохождения на предприятии. Правила обращения конструкторской документации. Адаптация ЕСКД к требованиям и возможностям информационных технологий. Новые сущности в ЕСКД: электронные документы, электронная модель изделия, электронная структура изделия.
3	Тема 2. Характеристики программно-технических комплексов САПР	Семейство продуктов P-CAD; Семейство продуктов Altium Designer; Семейство продуктов Delta Design; Семейство продуктов Cadence ALLEGRO; Семейство продуктов Mentor Graphics; Семейство продуктов Zuken CADSTAR; Машиностроительные конструкторские САПР: AutoCAD, КОМПАС, NANOCAD
4	Тема 3. Обеспечение пакетов САПР библиотеками компонентной базы	Библиотеки Delta Design: -Проект интегрированной библиотеки Delta Design -Библиотеки схемных компонентов -Библиотеки моделей: -Модель топологического посадочного места -Модель для схмотехнического моделирования (SPICE-модель) -Модель для моделирования целостности сигнала на печатной плате (IBIS-модель) -Трехмерная модель компонента для объемного проектирования -Объединение моделей в интегрированную библиотеку Поддержка связи библиотек Delta Design с базами данных по электро-радиокомпонентам: формат баз данных, ассоциированных с Delta Design; формирование файлов связи проекта Delta Design с внешней базой данных; формирование базы данных из интегрированных библиотек Delta Design; работа с компонентами внешней базы данных.
5	Тема 4. Проектирование электрической принципиальной схемы	Настройка среды схмотехнического проектирования. Подключение библиотек компонентной базы к среде проектирования. Формирование листа электрической схемы по ЕСКД. Понятие реквизитов документа. Размещение УГО элементов на листе схемы. Выполнение линий электрической связи. Компиляция схемного документа.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Тема 5. Схемотехническое моделирование в Delta Design схемы	SPICE-модели аналоговых компонентов. Модели цифровых компонентов. Подготовка задачи схемотехнического моделирования: язык описания компонентов и электрической схемы функционального узла; виды моделирования; представление и постпроцессорная обработка результатов.
7	Тема 6. Конструкторское проектирование функционального узла на печатной плате схемы	Настройка конфигурации графического редактора печатной платы. Формирование заготовки печатной платы: внешний контур печатной платы; слои проекта печатной платы; ограничительные барьеры трассировки печатного монтажа. Перенос схемного документа в среду графического редактора печатной платы. Размещение компонентов на монтажном поле печатной платы. Назначение правил выполнения печатного монтажа. Трассировка печатного монтажа. Коррекция разработанной печатной платы.
8	Тема 7. Моделирование паразитных эффектов в печатном монтаже схемы	Печатный проводник как длинная линия. IBIS-модели сигнальных буферов активных компонентов. Подготовка проекта к моделированию паразитных эффектов. Анализ отражений и перекрестных наводок. Согласование импедансов.
9	Тема 8. Объемное проектирование в среде Delta Design схемы	Трехмерные модели компонентов Delta Design. Переключение 2D/3D режимов проектирования. Импорт трехмерных моделей компонентов и плат в STEP-формате. Графическое редактирование трехмерного образа функционального узла. Формирование электронных документов в трехмерном формате. Анимация трехмерного образа функционального узла.
10	Тема 9. Формирование управляющей информации для автоматизированного производства оборудования схемы	Управляющая информация для формирования печатного проводящего рисунка. Управляющая информация для сверлильных станков ЧПУ. Управляющая информация для фрезерной обработки печатных плат.
11	Тема 10. Формирование комплекта конструкторской документации по ЕСКД схемы	Экспорт проекта печатной платы в среду машиностроительных САПР (AutoCAD, КОМПАС, NANOCAD, ProEngineer). Чертеж схемы электрической принципиальной. Чертеж печатной платы по ГОСТ 2.417-91. Сборочный чертеж модуля РЭС первого уровня разукрупнения по ГОСТ 2.109-73. Текстовые конструкторские документы по ЕСКД. Формирование рабочих чертежей.
12	Заключение	Реализация методов сквозного проектирования при создании устройств управления на предприятиях электротехнической промышленности России.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Принципы формирования библиотек компонентов в Delta Design	2
2. Разработка схемы электрической принципиальной устройства управления	4
3. Изучение методов проектирования печатной платы	4
4. Трассировка печатного монтажа	4
5. Подготовка конструкторской документации на разработанное устройство управления по требованиям ЕСКД	3
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Проектирование электрической принципиальной схемы	6
2. Изучение методов проектирования печатной платы	6
3. Подготовка конструкторской документации на разработанное устройство управления по требованиям ЕСКД	5
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	8
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	6
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	6
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
ИТОГО СРС	39

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Суходольский, Владислав Юрьевич. Проектирование функциональных узлов РЭС на печатных платах [Текст] : учеб. пособие / В.Ю. Суходольский, В.В. Румянцев, К.К. Холуянов, 2007. -107 с.	215
2	Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭС средствами современных САПР [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Проектирование и технология электронных средств" и специальности "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" / И.Г.Мироненко, В.Ю.Суходольский, К.К.Холуянов и др.; Под ред. И.Г.Мироненко, 2002. -391 с.	150
3	Соколов, Сергей Сергеевич. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств. Системный подход [Текст] : Учеб. пособие / С.С.Соколов, В.Ю.Суходольский, 2003. -80 с.	5
Дополнительная литература		
1	Лопаткин, Александр Викторович. Проектирование печатных плат в Altium Designer [Текст] / А. В. Лопаткин, 2016. -399 с.	4

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Официальный сайт Delta Design https://www.aremex.ru

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10847>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Проектирование электронных устройств» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 51	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки
Удовлетворительно	52 – 67	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практически навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	68 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практически навыки и умения сформированы недостаточно, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	65 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практически навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету студенты получают в случае посещения 80% лекционных занятий, выполнения и защиты всех лабораторных работ (5), написания 3 контрольных работ на практических занятиях. Итоговая оценка за дифференцированный зачет выставляется в соответствии с набранной студентом при освоении курса суммой баллов (суммируются баллы за защиту лабораторных работ и баллы за контрольные работы).

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Нормативная база, обеспечивающая проектирование и оборот проектной документации.
2	Стандарты ЕСКД. Классификатор ЕСКД.
3	Стадии разработки.
4	Виды и комплектность конструкторской и технологической документации.
5	Основные конструкторские документы и этапы их прохождения на предприятии.
6	Правила обращения конструкторской документации.
7	Адаптация ЕСКД к требованиям и возможностям информационных технологий.
8	Новые сущности в ЕСКД: электронные документы, электронная модель изделия, электронная структура изделия.
9	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов P-CAD.
10	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов Altium Designer.
11	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов Delta Design.
12	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов Cadence ALLEGRO.
13	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов Mentor Graphics.
14	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Семейство продуктов Zuken CADSTAR.
15	Характеристики программно-технических комплексов САПР. Машиностроительные конструкторские САПР: AutoCAD, КОМПАС, NANOCAD.
16	Библиотеки Delta Design.

17	Поддержка связи библиотек Delta Design с базами данных по электро-радиокомпонентам.
18	Проектирование электрической принципиальной схемы. Настройка среды схемотехнического проектирования. Подключение библиотек компонентной базы к среде проектирования.
19	Проектирование электрической принципиальной схемы. Формирование листа электрической схемы по ЕСКД. Понятие реквизитов документа.
20	Проектирование электрической принципиальной схемы. Размещение УГО элементов на листе схемы. Выполнение линий электрической связи. Компиляция схемного документа.
21	SPICE-модели аналоговых компонентов.
22	Модели цифровых компонентов.
23	Подготовка задачи схемотехнического моделирования: язык описания компонентов и электрической схемы функционального узла; виды моделирования; представление и постпроцессорная обработка результатов.
24	Настройка конфигурации графического редактора печатной платы. Формирование заготовки печатной платы.
25	Перенос схемного документа в среду графического редактора печатной платы. Размещение компонентов на монтажном поле печатной платы.
26	Назначение правил выполнения печатного монтажа. Трассировка печатного монтажа. Коррекция разработанной печатной платы.
27	Печатный проводник как длинная линия.
28	IBIS-модели сигнальных буферов активных компонентов.
29	Подготовка проекта к моделированию паразитных эффектов.
30	Анализ отражений и перекрестных наводок. Согласование импедансов.
31	Трехмерные модели компонентов Delta Design.
32	Переключение 2D/3D режимов проектирования. Импорт трехмерных моделей компонентов и плат в STEP-формате.
33	Графическое редактирование трехмерного образа функционального узла. Формирование электронных документов в трехмерном формате.
34	Анимация трехмерного образа функционального узла.
35	Управляющая информация для формирования печатного проводящего рисунка.
36	Управляющая информация для сверлильных станков ЧПУ.
37	Управляющая информация для фрезерной обработки печатных плат.
38	Экспорт проекта печатной платы в среду машиностроительных САПР (AutoCAD, КОМПАС, NANOCAD, ProEngineer).
39	Чертеж схемы электрической принципиальной.
40	Чертеж печатной платы по ГОСТ 2.417-91.
41	Сборочный чертеж модуля РЭС первого уровня разукрупнения по ГОСТ 2.109-73.
42	Текстовые конструкторские документы по ЕСКД.
43	Формирование рабочих чертежей.
44	Реализация методов сквозного проектирования при создании устройств управления на предприятиях электротехнической промышленности России.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольное задание № 1. Тема: *Обеспечение пакетов САПР библиотеками компонентной базы*

Задание: Разработать библиотеку IntLib, состоящую из:

Пассивного компонента (резистора) в корпусе для чип-монтажа типоразмера 0603

Активных компонентов (транзисторов структуры pnp и prp) в двух вариантах корпусов: SOT23 и TO-8

Логической интегральной микросхемы Или-не (например, К555ЛЕ1 - аналог: SN7402N) в корпусе 201.14 (аналог DIP-14)

1. Ознакомиться с ГОСТ: 2. 728-74 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Резисторы. конденсаторы; 2. 743-91 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники; 2. 759-82 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

2. Разработать УГО элементов в соответствии с ГОСТ. Для микросхемы предложить разнесенный способ изображения УГО.

3. Разработать ТПМ элементов, вычертить корпуса в формате 2D

4. Объединить УГО и ТПМ для каждого компонента.

5. Провести компиляцию библиотеки.

6. Подключить библиотеку к тестовому проекту, вывести на поле электрической схемы и печатную плату все созданные элементы.

Контрольное задание № 2. Тема: *Проектирование электрической принципиальной схемы и Изучение методов проектирования печатной платы*

Задание:

1) Формирование контура печатной платы.

2) Перенос компонентов на печатную плату. Компиляция схемного документа.

3) Трассировка печатного монтажа.

Контрольное задание № 3. Тема: Подготовка конструкторской документации на разработанное устройство управления по требованиям ЕСКД

Задание: Подготовить конструкторскую документацию по требованиям ЕСКД

1) Экспортировать проект печатной платы в среду машиностроительных САПР (AutoCAD, КОМПАС, NANOCAD, ProEngineer).

2) Разработать чертеж схемы электрической принципиальной.

3) Разработать чертеж печатной платы по ГОСТ 2.417-91, сборочный чертеж модуля РЭС первого уровня разукрупнения по ГОСТ 2.109-73.

4) Составить текстовые конструкторские документы по ЕСКД. Формирование рабочих чертежей.

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 1 по лабораторной работе "Принципы формирования библиотек компонентов в Altium Designer"

1) Каков порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?

2) Каким образом размещаются на рабочем поле отдельные элементы и разные секции микросхем?

3) Как производится соединение выводов ЭРЭ электрическими цепями?

4) Каким образом выполняется вращение УГО элементов?

5) Каков порядок сохранения разработанной схемы и передачи её в редактор?

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 2 по лабораторной работе "Разработка схемы электрической принципиальной устройства управления"

- 1) Как выбирается тип шрифта?
- 2) В каком слое, и какими командами указываются размеры на ПП?
- 3) Какие параметры шрифта настраиваются при задании размеров ПП?
- 4) В каком слое, и какими командами указываются размеры на ПП?
- 5) Каким образом задаются контуры экрана на плате?

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 3 по лабораторной работе "Изучение методов проектирования печатной платы"

- 1) Каким образом задаются дополнительные внутренние слои печатной платы?
- 2) Как формируется контур печатной платы?
- 3) Каким образом задаются дополнительные внутренние слои печатной платы?
- 4) Как выполняется импорт разработанной электрической схемы
- 5) Каким образом задаются контуры экрана на плате?

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 4 по лабораторной работе "Трассировка печатного монтажа"

- 1) Перечислите группы правил трассировки САПР Altium Designer
- 2) Каким образом выполняется интерактивная трассировка соединений?
- 3) Как внести изменения в ранее выполненную трассировку?
- 4) Каким образом сохраняется проект?
- 5) Какими командами и на каких слоях выполняется автоматическая трассировка соединений?

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 5 по лабораторной работе "Подготовка конструкторской документации на разработанное устройство управления по требованиям ЕСКД"

- 1) Как выполняется импорт разработанной электрической схемы
- 2) На каких слоях размещаются полигоны корпуса и питания?
- 3) Каким образом сохраняется проект?
- 4) Как и в каком формате создаются файлы для печати слоев ПП?
- 5) Какова последовательность действий при подготовке файла для передачи в трехмерную САПР?

Примеры контрольных вопросов к коллоквиуму № 6 по всем лабораторным работам

- 1) Каков порядок присвоения элементам схемы позиционных обозначений?
- 2) В каком слое, и какими командами указываются размеры на ПП?
- 3) Каким образом задаются дополнительные внутренние слои печатной платы?
- 4) Как внести изменения в ранее выполненную трассировку?
- 5) Какова последовательность действий при подготовке файла для передачи в трехмерную САПР?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 1. Нормативная база сквозного проектирования	
2		Контрольная работа
3	Тема 2. Характеристики программно-технических комплексов САПР	
4		Коллоквиум
5	Тема 3. Обеспечение пакетов САПР библиотеками компонентной базы	
6		Коллоквиум
7	Тема 4. Проектирование электрической принципиальной схемы	
8		Контрольная работа
9	Тема 5. Схемотехническое моделирование в Delta Design	
10		Коллоквиум
11	Тема 6. Конструкторское проектирование функционального узла на печатной плате	
12		Коллоквиум
13	Тема 7. Моделирование паразитных эффектов в печатном монтаже	
14		Коллоквиум
15	Тема 9. Формирование управляющей информации для автоматизированного производственного оборудования	
16		Контрольная работа
17	Тема 10. Формирование комплекта конструкторской документации по ЕСКД	Коллоквиум

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачёт.

на лабораторных занятиях

В процессе обучения по дисциплине «Проектирование электронных устройств» студент обязан выполнить 5 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4, 6, 10, 12, 14, 17 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально (в брига-

дах до 2 человек). Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально (в количестве одного отчета на бригаду) в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной, а за защиту работы выставляется оценка по следующим критериям:

- 7 баллов - на заданные вопросы даны исчерпывающие ответы;
- 6 баллов - ответы на вопросы в принципе правильны, но содержат незначительные ошибки в формулировках;
- 5 баллов - вопросы раскрыты не полностью;
- 4 балла - ответы в принципе правильны, но в формулировках имеются существенные ошибки;
- 3 балла - ответы на вопросы частично правильны и содержат незначительные ошибки в формулировках;
- 2 балла - ответы на вопросы частично правильны и содержат существенные ошибки в формулировках;
- 1 балл - ответы в большинстве своем не соответствуют заданным вопросам.

Таким образом, максимальное количество баллов за защиту всех лабораторных работ составляет **35**.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифференцированный зачёт.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя написание 3 контрольных работ. Контрольная работа №1 включает в себя 6 заданий, контрольная работа №2 - 3 задания, контрольная работа №3 - 4 задания. Оценка за одно задание в каждой контрольной работе оценивается по следующим критериям:

- 5 баллов - задание выполнено полностью правильно;
- 4 балла - задание выполнено в принципе правильно, но содержит незначительные ошибки;
- 3 балла - задание выполнено в принципе правильно, но содержит существенные ошибки;
- 2 балла - задание выполнено частично и содержит незначительные ошибки;
- 1 балл - задание выполнено частично и содержит существенные ошибки;
- 0 баллов - задание не выполнено/задание выполнено полностью неправильно.

Максимально возможное количество баллов за все контрольные работы - **65** (максимально **30** баллов - за контрольную работу №1, максимально **15** баллов - за контрольную работу №2, максимально **20** баллов - за контрольную работу

№3).

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, ПК или ноутбук	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Delta Design
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, персональные компьютеры IBM совместимый Pentium или выше	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Delta Design
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, экран, проектор, меловая или маркерная доска, персональные компьютеры IBM совместимый Pentium или выше	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Delta Design
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА