

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электронные приборы и устройства»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Б.1.2.12 Автоматизация проектирования электронных устройств»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Профиль «Электронные приборы и устройства»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

всего часов – 108,

в том числе:

лекции – 18

лабораторные занятия – 36

самостоятельная работа – 54

зачет – 7

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины - изучение современных средств автоматизированной разработки электронных приборов и устройств на всех этапах проектирования электронной аппаратуры.

Задача изучения дисциплины - приобретение опыта использования программного обеспечения для моделирования электронных устройств и конструирования печатных плат.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного усвоения данной дисциплины необходимо, чтобы студент владел знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения дисциплин:

Б.1.1.9 Информационные технологии (ОПК-6, ОПК-9)

Б.1.1.16 Физические основы электроники (ПК- 1, ПК-2)

Б.1.1.19 Основы проектирования электронной компонентной базы (ПК -1)

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующей компетенции: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5).

В результате изучения дисциплины «Автоматизация проектирования электронных устройств» студент должен:

знать: основные принципы и возможности современных программных средств моделирования электронных устройств и конструирования печатных плат;

уметь: проводить конструирование печатных плат с учетом требований к технологии производства и функционирования электронной аппаратуры;

владеть: представлением об эволюции и перспективах развития программных средств автоматизированной разработки электронных приборов и устройств.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
7 семестр									
1	1-2	1	Автоматизация проектирования (АП). Система автоматизированного проектирования (САПР).	9	2				7
1	3-6	2	Математическая модель (ММ)	24	4				20
1	7-8	3	Граничные задачи электродинамики	2	2				
2	9-10	4	Математические методы	2	2				
2	11-18	5	Современные программы САПР	71	8		36		27
Всего				108	18		36		54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Автоматизация проектирования (АП). Система автоматизированного проектирования (САПР). Проектирование, АП, САПР. Цель и предмет АП. Основная функция; история развития; составные части САПР.	1
2	4	2-3	Математическая модель (ММ). Модель, физическое и математическое моделирования. Математическая модель. Требования, предъявляемые к ММ. Классификации ММ. ММ на микроуровнях; макроуровнях; метауровнях. Условия макро моделирования. Основные этапы моделирования.	1, 2

3	2	4	Граничные задачи электродинамики. Развитие радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Концепция РЭА СВЧ. Преимущество электродинамических подходов. Граничные условия. Неоднородные и однородные граничные задачи. Граничные задачи, различающиеся по признаку наличия излучения в свободное пространство.	1, 6, 19
4	2	5	Математические методы. Математические методы, реализуемые в современных САПР. Прямые и непрямые методы решения граничных задач, применение. Задачи излучения и рассеяния электромагнитных волн. Асимптотические методы. Метод конечных элементов. Дискретизация пространства. Метод моментов.	1, 6, 20
5	2	6	Современные программы САПР. Назначение программы FEKO. Основные особенности. Теоретические основы функционирования программы FEKO. Виды структур, анализируемые программой FEKO. Графический интерфейс пользователя: описание моделируемой структуры, визуализация результатов.	4, 8,9, 20
5	2	7	Современные программы САПР. Описание HFSS. Назначение программы. Метод конечных элементов в HFSS. Мощные макросы, мощный постпроцессор поля в HFSS. Оптимальное проектирование: параметрический анализ, оптимизация, планирование экспериментов в HFSS.	4, 5, 10, 20
5	2	8	Современные программы САПР. Среда проектирования CST STUDIO SUITE. Пакеты программ: CST MICROWAVE STUDIO, CST EM STUDIO, CST PARTICLE STUDIO, CST CABLE STUDIO, CST PCB STUDIO, CST MPHYSICS STUDIO, CST DESIGN STUDIO. Интеграция в другие пакеты проектирования CST MICROWAVE STUDIO. Методы, используемые в CST MICROWAVE STUDIO. Краткая характеристика. Механизм распределенных вычислений на нескольких компьютерах в рамках локальной сети.	4, 11, 20
5	2	9	Современные программы САПР. САПР Advanced Design System (ADS). Применение. Электромагнитный анализ в среде проектирования ADS, используемые методы.	4, 20

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебным планом.

7. Перечень практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
5	22	Проектирование печатных плат с помощью программы CADSTAR	12
5	14	Проектирование антенн с помощью программы MMANA	13

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [21]

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	7	Основные особенности построения САПР: САПР – человеко-машинная система, САПР – иерархическая система, САПР – совокупность информационно согласованных подсистем, САПР – открытая и развивающаяся система, САПР – специализированная система с максимальным использованием унифицированных модулей.	1
2	20	Анализ чувствительности, его цель. Метод приращений. Прямой и вариационный методы. Регрессионный метод. Статистический анализ, его цель. Метод наихудшего случая. Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний).	3
5	7	Программа автоматизированного проектирования Touchstone, предназначенная для моделирования сложных линейных ВЧ и СВЧ цепей. Характеристика, возможности Touchstone. Моделирование элементов схем.	4, 14, 20
5	20	Характеристика программы Microwave Office. Пакет моделирования Voltaire XL. Пакет моделирования EMSight. Возможности Microwave Office.	4, 7, 20

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [21].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебным планом.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебным планом.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенции ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Содержание лекционного курса и лабораторных занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенции в части, касающейся расчета электронных устройств и конструирования печатных плат (схем) с использованием средств автоматизации проектирования.

Процедура оценивания знаний, умений и навыков проводится в соответствии со следующими методическими материалами и заключается:

- в проведении устного зачетного опроса в виде диалога преподавателя со студентом, цель которого – систематизация и уточнение имеющихся у студента знаний, проверка его индивидуальных возможностей усвоения материала;

- отчетов по лабораторным работам, для оценки способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, а также составления выводов.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная на зачете при ответе на вопросы для зачета. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для зачета. При этом руководствуются следующими критериями.

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Отлично	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
Хорошо	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и

	профессиональной деятельности.
Удовлетворительно	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка выставляется обучающимся, допустившим погрешности при ответе и выполнении заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
Неудовлетворительно	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала. Оценка ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по рассматриваемой дисциплине

Умения и навыки, приобретенные студентом на этапе освоения указанной части компетенций при преподавании (изучении) рассматриваемой дисциплины, оцениваются по результатам выполнения:

- лабораторных работ,
- самостоятельной работы.

Показателем оценивания степени усвоения знаний элемента компетенций, является оценка, полученная при отчете по лабораторным работам. Оценка выставляется по четырехбальной шкале, соответствующей оценкам «зачтено» («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») и «не зачтено» («неудовлетворительно») и осуществляется путем анализа знаний теоретического материала, оформленного отчета.

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала и оформленного отчета:

Оценка	Критерии оценивания результатов обучения
Зачтено (отлично)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правил оформления отчета. Студенты работают полностью самостоятельно: подбирают необходимые для выполнения предлагаемых работ в задании источники знаний, показывают необходимые для проведения лабораторной работы теоретические знания, практические умения и навыки.
Зачтено	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются

(хорошо)	отклонения от необходимой последовательности выполнения и правил оформления отчета, не влияющие на правильность конечного результата. Студенты используют указанные преподавателем источники знаний, таблицы из приложения к учебнику, страницы из справочной литературы по предмету. Задание показывает знание учащихся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.
Зачтено (удовлетворительно)	Выставляется студенту, если задание на практическую работа выполняется и оформляется студентами при помощи преподавателя или хорошо подготовленных и уже выполненных на «отлично» данную работу студентов. На выполнение задания затрачивается много времени (можно дать возможность доделать работу дома). Студенты показывают знания теоретического материала, но испытывают затруднение при самостоятельной работе с физическими приборами, графиками, таблицами справочной литературы.
Не зачтено (неудовлетворительно)	Выставляется, если студенты показывают плохое знание теоретического материала и отсутствие умения применить знания к решению практической задачи, неумение оформить отчет. Руководство и помощь со стороны преподавателя и хорошо подготовленных студентов неэффективны по причине плохой подготовки студента.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Автоматизация проектирования электронных устройств» включает учет успешности выполнения лабораторных работ, самостоятельной работы и сдачу зачета.

Вопросы для зачета

1. Определения: проектирование и автоматизация проектирования (АП).
2. Цель и предмет АП. АП, как научно-техническая дисциплина.
3. Определение: система автоматизированного проектирования (САПР). Основная функция САПР. Проектное решение. Результат проектирования.
4. История развития САПР.
5. Основные особенности построения САПР:

САПР – человеко-машинная система,
САПР – иерархическая система,
САПР - совокупность информационно согласованных подсистем,
САПР – открытая и развивающаяся система,
САПР – специализированная система с максимальным использованием унифицированных модулей.

6. Определения: модель, физическое моделирование, математическое моделирование.

7. Определение: математическая модель (ММ). Требования, предъявляемые к ММ.

8. Классификация ММ по характеру отображаемых свойств.

9. Классификация ММ по степени детализации описания

10. Классификация функциональных ММ по способу представления свойств объекта

11. Теоритическая и эмпирическая ММ.

12. Детерменированные и стохастические ММ

13. Составные части САПР. Определение: САПР.

14. Техническое обеспечение САПР.

15. Математическое обеспечение САПР.

16. Программное обеспечение САПР.

17. Информационное обеспечение САПР.

18. Лингвистическое, методическое и организационное обеспечение САПР.

19. Подсистемы САПР

20. Принципы построения САПР

21. Развитие РЭА. НЧ РЭА.

22. Развитие РЭА. Концепция РЭА СВЧ. Преимущество электродинамических подходов.

23. Граничные условия (ГУ). Чем определяется тип задачи? Неоднородные граничные задачи.

24. ГУ. Чем определяется тип задачи? Однородные граничные задачи.

25. ГУ. Чем определяется тип задачи? Граничные задачи, различающиеся по признаку наличия излучения в свободное пространство.

26. САПР, ориентированные на СВЧ диапазон:

первые – Libra, Touchstone;

последующие – Microwave Office, Advanced Design System (ADS), HFSS, Microwave Studio (MWS).

27. Математические методы, реализуемые в современных САПР. Прямые методы решения граничных задач, применение.

28. Математические методы, реализуемые в современных САПР. Непрямые методы решения граничных задач, применение.

29. Задачи излучения и рассеяния электромагнитных волн. Асимптотические методы, применение.

30. Метод конечных элементов. Дискретизация пространства.

31. Метод моментов.

32. Математические модели на микроуровнях.
33. Математические модели на макроуровнях.
34. Математические модели на метауровнях.
35. Условия макромоделирования.
36. Анализ чувствительности, его цель. Метод приращений. Прямой и вариационный методы. Регрессионный метод.
37. Статистический анализ, его цель. Метод наихудшего случая. Метод Монте-Карло (метод статистических испытаний).
38. Основные этапы моделирования.
39. Характеристика программы Touchstone
40. Возможности Touchstone/DOS
41. Моделирование элементов схем
42. Характеристика программы Microwave Office
43. Пакет моделирования Voltaire XL
44. Пакет моделирования EMSight
45. Возможности Microwave Office.
46. Назначение программы FEKO. Основные особенности.
47. Теоретические основы функционирования программы FEKO.
48. Виды структур, анализируемые программой FEKO.
49. Графический интерфейс пользователя: описание моделируемой структуры, визуализация результатов.
50. Описание HFSS. Назначение программы.
51. Метод конечных элементов в HFSS
52. Мощные макросы, мощный постпроцессор поля в HFSS
53. Оптимальное проектирование: параметрический анализ, оптимизация, планирование экспериментов в HFSS
54. Описание программы CST STUDIO SUITE. Применение.
55. Интеграция потоков проектирования.
56. Определения
 1. CST STUDIO SUITE,
 2. CST MICROWAVE STUDIO,
 3. CST EM STUDIO,
 4. CST PARTICLE STUDIO,
 5. CST CABLE STUDIO,
 6. CST PCB STUDIO,
 7. CST MPHYSICS STUDIO,
 8. CST DESIGN STUDIO.
57. CST Microwave Studio. Описание. Интеграция в другие пакеты проектирования.
58. Методы, используемые в CST Microwave Studio. Краткая характеристика.
59. Механизм распределенных вычислений на нескольких компьютерах в рамках локальной сети.
60. Описание САПР Advanced Design System. Применение.

61. Электромагнитный анализ в среде проектирования ADS, используемые методы.

Вопросы для экзамена

Не предусмотрен учебным планом.

Тестовые задания по дисциплине

.....

14. Образовательные технологии

Лекционный курс читается с применением **информационно-коммуникационных образовательных технологий** (организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией). Изложение всего материала (**лекции-визуализации**) сопровождается презентациями (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических).

При проведении лабораторных работ наряду с **традиционными образовательными технологиями** (лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами) применяются **технологии проблемного обучения** (проведение практикумов - организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков) и **технологии проектного обучения** (выполнение творческих и информационных проектов).

Дисциплина «Автоматизация проектирования электронных устройств» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; лабораторных работ в виде компьютерного практикума в дисплейном классе на персональных компьютерах, соединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Internet для закрепления полученных знаний; самостоятельных занятий для подготовки к лабораторным занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

Блок «самостоятельная работа» представляет консультации по электронной почте и в on-line режиме.

Для эффективной реализации целей и задач ФГОС ВО, для воплощения компетентностного подхода в преподавании дисциплины «Автоматизация проектирования электронных устройств» используются следующие образовательные технологии и методы обучения:

Вид занятия	Технология	Цель	Формы и методы обучения
1	2	3	4
Лекции	Технология проблемного обучения	Усвоение теоретических знаний, развитие мышления, формирование профессионального интереса к будущей деятельности	Мультимедийные лекция-объяснение, лекция-визуализация, с привлечение формы тематической дискуссии, беседы, анализа конкретных ситуаций
Лабораторные работы (компьютерный практикум)	Технология проблемного, модульного, дифференцированного и активного обучения, деловой игры	Развитие творческой и познавательной самостоятельности, обеспечение индивидуального подхода с учетом базовой подготовки. Организация активности студентов, обеспечение личностно деятельного характера усвоения знаний, приобретения навыков, умений.	Индивидуальный темп обучения. Инновационные интерактивные методы в обучении: использование Интернет - ресурсов для выполнения лабораторных работ, использование offline (электронная почта) для обмена информацией, консультаций с преподавателем, Постановка проблемных познавательных задач. Методы активного обучения: «круглый стол», игровое производственное проектирование, анализ конкретных ситуаций.
Самостоятельная работа	Технологии концентрированного, модульного, дифференцированного обучения	Развитие познавательной самостоятельности, обеспечение гибкости обучения, развитие навыков работы с различными источниками информации, развитие умений, творческих способностей.	Индивидуальные, групповые, интерактивные (в режимах on-line и off-line).

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Обязательные издания

1 Ушаков Д. Введение в математические основы САПР [Электронный ресурс]: курс лекций/ Ушаков Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 208 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7937>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2 Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3 Маликов Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

Дополнительные издания

4 Латышев П.Н. Каталог САПР [Электронный ресурс]: программы и производители. 2014-2015/ Латышев П.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013.— 694 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26920>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5 Банков С.Е. Анализ и оптимизация СВЧ-структур с помощью HPSS [Электронный ресурс]/ Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 216 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8676>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

6 Григорьев А.Д. Методы вычислительной электродинамики [Электронный ресурс]/ Григорьев А.Д.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 432 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33386>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

Интернет-ресурсы

7 <http://www.eurointech.ru/> - сайт компании ООО "Евроинтех" являющейся поставщиком технологического оборудования для производства электроники, материалов СВЧ, а также программного обеспечения (САПР) для проектирования и моделирования печатных плат и электронных устройств.

8 www.emss.de - сайт компании EMSS, разработчика комплекса программ FEKO

9 <http://www.feko.info> - сайт программы FEKO

10 www.ansoft.com – сайт компании Ansoft – разработчика программы HFSS Ansoft

11 www.microwavestudio.com – сайт компании-разработчика программы Microwave Studio CST.

12 <https://www.zuken.com> - сайт компании-разработчика программы CADSTAR

13 <http://www.radio.ru/mmana/> - программа моделирования антенн MMANA-GAL basic 3.0.0.30

14 <http://ipso.ioso.ru/distance/Touchstone.htm> - описание программы автоматизированного проектирования Touchstone.

15 www.edem3d.ru - программа EDEM

16 www.ticra.com - программа GRASP9 компании TICRA

17 www.supernec.com - программа SuperNEC компании Pointing Antennas

18. <http://lib.sstu.ru> – Главная страница сайта НТБ СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Периодические издания

19. Радиотехника и электроника: РАН.-М.:Наука,1956-.-Выходит ежемесячно.- ISSN 0033-8494(2010-2012)

20. САПР и графика [Текст].-М.:ООО «Компьютер Пресс»,1996-.- Выходит ежемесячно.- ISSN 1560-4640(2001-2012)

Источники ИОС

21. Автоматизация проектирования электронных устройств. Режим доступа: [https:// portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.12/default.aspx](https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.2.12/default.aspx), по паролю.

16. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение модуля: доступ к фондам учебных пособий, библиотечным фондам с периодическими изданиями по соответствующим темам, наличие компьютеров, подключенных к сети Интернет, и с необходимым программным обеспечением. Учебная дисциплина «Автоматизация проектирования электронных устройств» обеспечена учебно-методической документацией (компонент учебно-методического комплекса по дисциплине).

Чтение лекций проводится в лекционной аудитории, обеспеченной мультимедийными средствами: персональный компьютер, проектор (презентационная лекционная часть доступна обучающимся в локальной сети). Лабораторные работы по дисциплине проводятся в виде компьютерного практикума в дисплейном классе на персональных ЭВМ, оснащенных лицензионным программным обеспечением, соединенных в локальную сеть и имеющих доступ в Internet. Программные средства, используемые при выполнении лабораторных работ – программы CADSTAR и MMANA.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: ЭБС «IPRbooks», электронная библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ имени Гагарина Ю.А.