

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.1.1.20. «Основы проектирования электронной компонентной базы»

направления подготовки

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (ЭЛНЭ)

Профиль - Электронные приборы и устройства

форма обучения – очная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 3

часов в неделю – 3

академических часов – 108,

в том числе:

лекции – 18

практические занятия – нет

коллоквиумы – нет

лабораторные занятия – 36

самостоятельная работа – 54

зачет – нет

экзамен – 6 семестр

РГР –нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

1. Цель и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины: изучение студентами основ систем автоматизированного проектирования (САПР) электронной компонентной базы, современных методов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования электронных приборов.

1.2 Задачи изучения дисциплины:

- изучить возможности современных программных пакетов для основных направлений средств САПР (CAD/CAE);
- овладеть современными методами и приемами при проектировании электронной компонентной базы с помощью средств САПР;
- выработать практические навыки использования средств САПР при численном моделировании физических процессов в электронных приборах.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

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

- Информационные технологии Б.3.1.1. (ПК 1, ПК 3).
- Математика Б.2.1.1. (ОПК 1, ОПК 2).
- Физика Б.2.1.2 (ОПК 2)

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-1).

Студент должен знать:

- общую характеристику процесса проектирования,
- восходящее и нисходящее проектирование,
- методы и этапы проектирования;

Студент должен уметь:

- выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования;
- самостоятельно работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам

и видам занятий

№ м о д у л я	№ н е д е л и	№ т е м ы	Наименование темы	Часы / Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек- ции	Колл ок- виум ы	Лабора- торные	Прак- тичес- кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6 семестр									
1	1-3	1	Особенности и функциональные возможности CAD направления.	32	4		16		12
1	4-8	2	Модели электронных компонентов в системах автоматизированного проектирования.	38	6		8		24
2	9-13	3	Автоматизация проектирования электроники EDA.	16	4		-		12
2	14-18	4	Методы расчета электронно-оптических систем ЭВП СВЧ.	22	4		12		6
Всего				108	18		36		54

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего, часов	№ лекци и	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно – методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<u>Особенности и функциональные возможности CAD направления.</u> Задачи и цели САПР. Виды обеспечения САПР. Принципы и методы проектирования. Классификация параметров проектируемых объектов. Понятие о системах CAD/CAM/CAE. Функциональность CAD систем. Виды геометрического моделирования. Параметрическое проектирование. Поверхностное моделирование.	1,4,5,7
1	2	2	<u>Особенности и функциональные возможности CAD направления.</u> Твёрдотельное (объемное) моделирование, его функции.	1,4,5,7

			Структура декомпозиционной модели. Понятие ядра геометрического моделирования.	
2	2	3	<u>Модели электронных компонентов в системах автоматизированного проектирования.</u> Основы логического проектирования схем. Методы минимизации логических функций. Универсальные логические элементы ИС. Основные группы функциональных ячеек логических схем. Примеры проектирования и моделирования цифровых устройств	1,2,3,6
2	2	4	<u>Модели электронных компонентов в системах автоматизированного проектирования</u> Основы схемотехнического проектирования. Метод переменных состояния. Методы составления уравнений состояния цепи и их решение	1,2,3,6
2	2	5	<u>Модели электронных компонентов в системах автоматизированного проектирования</u> Модели транзисторных структур. Макромодели для СВЧ транзисторов.	1,2,3,6
3	2	6	<u>Автоматизация проектирования электроники EDA</u> Основы топологического проектирования БИС. Концепция БМК. Современные системы проектирования БИС – основная функциональность.	1,4,5,7
3	2	7	<u>Автоматизация проектирования электроники EDA</u> Основы компонентного проектирования БИС. Фундаментальные уравнения моделирования полупроводниковых структур.	1,4,5,7
4	2	8	<u>Методы расчета электронно-оптических систем ЭВП СВЧ.</u> Уравнения движения и траекторные уравнения электронных пучков для расчета электронной оптики ЭВП СВЧ. Учет пространственного заряда и теплового разброса скоростей электронов.	1,4,5,7
4	2	9	<u>Методы расчета электронно-оптических систем ЭВП СВЧ.</u> Метод синтеза электронных пушек.	1,5,7

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены учебной программой

7. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего час.	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии.	Учебно – методическое обеспечение
1	2	3	4
1	8	Основы проектирования в CAD (Трехмерное моделирование с использованием элементов вытягивания и поворота, с использованием элементов справочной геометрии, с использованием вытянутого по сечениям элемента).	7
1	8	Создание сборки из компонентов в SolidWorks. (Трехмерное моделирование с использованием сопряжений компонентов).	7
2	8	Изучение вычислительной модели МДП транзистора (Модели электронных компонентов в системах автоматизированного проектирования)	7
4	12	Моделирование электронной пушки с цилиндрическим пучком методом синтеза (Методы расчета электронно-оптических систем ЭВП СВЧ.)	7

Методические указания приведены в соответствующем разделе ИОС [7]

8. Перечень практических занятий

Не предусмотрены учебной программой

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Час.	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно – методическое обеспечение
1	6	<u>Особенности и функциональные возможности CAD направления.</u> Топологические структуры данных BRep	1,4,5,7
3	6	<u>Особенности и функциональные возможности CAD направления</u> Требования ЕСКД к оформлению конструкторской документации	1,4,5,7
2	6	<u>Системы инженерного анализа САЕ</u> Математические модели транзисторных структур	1,4,5,7
1	6	<u>Системы инженерного анализа САЕ</u> Системы инженерного анализа САЕ для проектирования электровакуумных СВЧ приборов	1,4,5,7
2	6	<u>Автоматизация проектирования электроники</u>	1,2,3,6

		<u>EDA.Методы анализа логического проектирования КМОП</u>	
2	6	<u>Автоматизация проектирования электроники EDA.Эквивалентные модели нелинейных элементов: интегральных диодов, биполярных и полевых транзисторов.</u>	1,2,3,6
2	6	<u>Автоматизация проектирования электроники EDA.. Основные способы описания цифровых схем с помощью языка VERILOG. Примеры проектирования и моделирования цифровых устройств.</u>	1,2,3,6
2	6	<u>Автоматизация проектирования электроники EDA.Описание стандартного технологического маршрута проектирования КМОП. Основы топологического описания проекта.</u>	1,2,3,6
2	6	<u>Методы расчета и программы анализа электронной оптики</u> Особенности расчета электронных пушек с термо- и автоэмиссионными источниками электронов	1,5,7

Методические указания по самостоятельному изучению отдельных разделов дисциплины приведены в соответствующем разделе ИОС [7].

10. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебной программой.

11. Курсовая работа

Не предусмотрена учебной программой.

12. Курсовой проект

Не предусмотрен учебной программой.

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

В процессе освоения образовательной программы формируется отдельные элементы компетенций:

ПК-1 (способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования),

Содержание лекционного курса и лабораторных занятий формируют на рассматриваемом этапе элементы компетенций в части, касающейся:

- способности выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования;

- способности самостоятельно работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования.

- способности оценивать перспективы развития программных средств проектирования электронной компонентной базы.

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

- в проведении устного экзаменационного 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 экзамене при ответе на вопросы для экзамена. Оценка выставляется по четырехбалльной шкале, соответствующей оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» и осуществляется путем анализа ответа на вопросы для экзамена. 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.

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

При этом руководствуются следующими критериями при оценивании знаний теоретического материала, проведенного моделирования и численного эксперимента 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 (хорошо)	Выставляется студенту, если задание выполнено в полном объеме и самостоятельно. Допускаются 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 работу 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 «Основы проектирования электронной компонентной базы» включает учет успешности выполнения лабораторных работ и сдачу экзамена.

Вопросы для экзамена

- 1) Основы проектирования. Жизненный цикл изделия.
- 2) Принципы и методы проектирования.
- 3) Классификация математических моделей
- 4) Виды обеспечения САПР.
- 5) Основные и вспомогательные цели САПР. Классификация САПР.
- 6) Классификация параметров проектируемых объектов
- 7) Функциональность CAD систем.
- 8) Современные CAD системы их классификация. Виды геометрического моделирования.
- 9) Параметрическое проектирование и его виды
- 10) Ассоциативное конструирование и объектно-ориентированное конструирование
- 11) Поверхностное моделирование. Типовые контексты создания поверхностей.
- 12) Билинейная поверхность. Поверхность сдвига, вращения. Линейчатая поверхность.
- 13) Бикубический лоскут.
- 14) Инженерные кривые и поверхности.
- 15) Твердотельное (объемное) моделирование, его функции.
- 16) Конструктивные модели на основе CSG дерева. Преимущества и недостатки дерева CSG.

- 17) Структура данных BRep. Преимущества и недостатки структуры BRep.
- 18) Создание трехмерной модели на основе функции заметания и скиннинга.
- 19) Понятие ядра геометрического моделирования. Стандарты обмена геометрическими данными
- 20) Автоматизация проектирования электроники. Типичный состав EDA комплекса.
- 21) Проектирование БИС. Этапы проектирования БИС
- 22) Логическое проектирование схем. Законы алгебры логики. Основные логические элементы.
- 23) Классические канонические представления булевых функций.
- 24) Запись структурной формулы по таблице истинности в виде СДНФ и СКНФ
- 25) Методы минимизации логических функций
- 26) Универсальные логические элементы ИС.
- 27) Основные группы функциональных ячеек логических схем.
- 28) Схемотехническое проектирование. Метод контурных токов и узловых потенциалов.
- 29) Метод переменных состояния
- 30) Методы составления уравнений состояния цепи.
- 31) Аналитические и численные методы решения уравнений состояния.
- 32) Модель Эберса-Молла биполярного транзистора – инжекционная и передаточная модели.
- 33) Модель Гуммеля-Пуна биполярного транзистора – статический режим.
- 34) Модель Хофстайна МДП- транзистора.
- 35) Макромодель на основе Y-параметров для СВЧ транзисторов
- 36) Макромодель на основе S-параметров для СВЧ транзисторов
- 37) Распределенная модель СВЧ полевого транзистора
- 38) Топологическое проектирование БИС. Правила Мида-Конвей
- 39) Компонентное проектирование БИС
- 40) Фундаментальные уравнения моделирования полупроводниковых структур
- 41) Граничные условия, устанавливаемые при решениях задач моделирования полупроводниковых структур.
- 42) Основные виды БИС по способу их реализации
- 43) Уравнения движения и траекторные уравнения электронных пучков для расчета электронной оптики приборов ЭВП СВЧ.
- 44) Расчет траекторий цилиндрического пучка для аксиально-симметричного случая. Первеанс пучка.
- 45) Учет пространственного заряда при решении задач электронной оптики.
- 46) Определение эмиттанса
- 47) Метод синтеза электронных пушек. Внутренняя задача для случая аксиально-симметричного пучка.
- 48) Метод синтеза электронных пушек. Внешняя задача для случая аксиально-симметричного пучка.
- 49) Влияние начальных тепловых скоростей на электронный пучок.
- 50) Взаимосвязи, типы взаимосвязей в эскизе SolidWorks.
- 51) Элементы справочной геометрии их функции в SolidWorks.

- 52) Основные инструменты 3D моделирования из эскиза в SolidWorks.
- 53) Возможные способы задания массивов элементов в SolidWorks.
- 54) Основные способы создания линий разъема в SolidWorks.
- 55) Основные сопряжения в сборке SolidWorks.

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 лабораторных работ - 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 «Основы проектирования электронной компонентной базы» состоит: из лекционной части в мультимедийном исполнении; лабораторных занятий 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 занятиям, поискового назначения, овладения учебным материалом и освоения дополнительной литературы.

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

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Авлукова Ю.Ф. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Авлукова Ю.Ф.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 221 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24071> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Гаврилов С. Методы анализа логических корреляций для САПР цифровых КМОП СБИС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гаврилов С.—

Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2011.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13279> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Кологривов В.А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кологривов В.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 120 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13955> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Малюх В. Введение в современные САПР [Электронный ресурс]: курс лекций/ Малюх В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2009.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7953> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. 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

6. Шеин А.Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс]/ Шеин А.Б., Лазарева Н.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 456 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13540> .— ЭБС «IPRbooks», по паролю

ИСТОЧНИКИ ИОС:

7. «Основы проектирования электронной компонентной базы» <https://portal3.sstu.ru/Facult/INETM/EPU/ELNE/B.1.1.19/default.aspx> доступ по паролю

16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

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 «Основы проектирования электронной компонентной базы» 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: SolidWorks, MATLAB, MathCAD.

Информационное и учебно-методическое обеспечение: электронная библиотека СГТУ им. Гагарина Ю.А., электронная информационно-образовательная среда СГТУ им. Гагарина Ю.А.